

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
08. Oktober 2020 (08.10.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/200826 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:		24. April 2019 (24.04.2019)	DE
<i>H01R 43/048</i> (2006.01)	<i>H01R 43/28</i> (2006.01)	10 2019 113 050.6	
<i>H01R 43/20</i> (2006.01)		10 2019 114 166.4	17. Mai 2019 (17.05.2019) DE
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/EP2020/057691	10 2019 114 178.8	27. Mai 2019 (27.05.2019) DE
(22) Internationales Anmeldedatum:	19. März 2020 (19.03.2020)	10 2019 116 252.1	27. Mai 2019 (27.05.2019) DE
(25) Einreichungssprache:	Deutsch	10 2019 117 031.1	14. Juni 2019 (14.06.2019) DE
(26) Veröffentlichungssprache:	Deutsch	10 2019 117 035.4	25. Juni 2019 (25.06.2019) DE
(30) Angaben zur Priorität:		10 2019 117 035.4	25. Juni 2019 (25.06.2019) DE
10 2019 108 322.2	29. März 2019 (29.03.2019) DE	10 2019 119 662.0	25. Juni 2019 (25.06.2019) DE
10 2019 110 163.8	17. April 2019 (17.04.2019) DE	10 2019 119 724.4	19. Juli 2019 (19.07.2019) DE
10 2019 110 572.2			22. Juli 2019 (22.07.2019) DE

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR ASSEMBLING AN ELECTRICAL PLUG CONNECTOR

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR MONTAGE EINES ELEKTRISCHEN STECKVERBINDERS

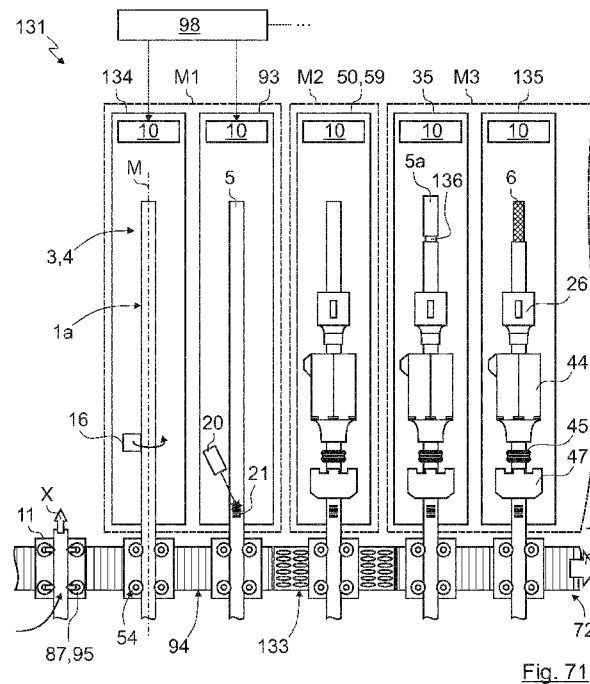


Fig. 71

(57) Abstract: The invention relates to a device (131) for assembling an electrical plug connector (12) on a first cable end (3) and/or on a second cable end (4) of an electrical cable (1a, 1b) having one or more inner conductors (2). The device (131) has at least two independent processing modules (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 38, 139, 140, 141, 142, 143) for processing the cable (1a, 1b). The device (131) also has a common transport unit (71) for transporting the cable (1a, 1b) between at least two of the processing modules (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 38, 139, 140, 141, 142, 143) along a transport direction (T).

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders Die Erfindung betrifft eine Vor-



WO 2020/200826 A1

10 2019 119 726.0	22. Juli 2019 (22.07.2019)	DE
10 2019 120 487.9	30. Juli 2019 (30.07.2019)	DE
10 2019 127 749.3	15. Oktober 2019 (15.10.2019)	DE
10 2019 127 760.4	15. Oktober 2019 (15.10.2019)	DE
10 2019 128 918.1	25. Oktober 2019 (25.10.2019)	DE
10 2019 130 308.7	11. November 2019 (11.11.2019)	DE

(71) **Anmelder:** **METZNER MASCHINENBAU GMBH** [DE/DE]; Messerschmittstr. 30, 89231 Neu-Ulm (DE).
METZNER HOLDING GMBH [DE/DE]; Laemmerweg 33, 89079 Ulm (DE).

(72) **Erfinder:** **SORG, Manfred**; Forellenweg 3, 89079 Ulm (DE).

(74) **Anwalt:** **LORENZ, Markus**; LORENZ & KOLLEGEN, Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB, Alte Ulmer Str. 2, 89522 Heidenheim (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

richtung (131) zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) auf einem ersten Kabelende (3) und/oder auf einem zweiten Kabelende (4) eines einen oder mehrere Innenleiter (2) aufweisenden elektrischen Kabels (1a, 1b). Die Vorrichtung (131) weist wenigstens zwei voneinander unabhängige Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 38, 139, 140, 141, 142, 143) zur Bearbeitung des Kabels (1a, 1b) auf. Die Vorrichtung (131) weist außerdem eine gemeinsame Transporteinrichtung (72) zum Transport des Kabels (1a, 1b) zwischen zumindest zwei der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 10 39, 140, 141, 142, 143) entlang einer Transportrichtung (T) auf.

Vorrichtung und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Montage eines elektrischen Steckverbinders auf einem ersten Kabelende und/oder auf einem zweiten Kabelende eines einen oder mehrere Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels.

5

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders auf einem ersten Kabelende und/oder auf einem zweiten Kabelende eines einen oder mehrere Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels.

10

Die Erfindung betrifft außerdem ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders auszuführen.

Die Montage eines elektrischen Steckverbinders auf einem Kabelende eines elektrischen Kabels kann, ausgehend von einer Vorbearbeitung des Kabels (beispielsweise ein Ablängen und Vermessen des Kabels) bis zu einer abschließenden Endmontage von einzelnen Steckverbinderkomponenten und einer Prüfung des fertigen Steckverbinders diverse, mitunter äußerst komplexe Arbeitsschritte umfassen. Die Montage eines Steckverbinders auf einem Kabel wird mitunter auch als Kabelkonfektionierung bezeichnet.

15

Bei einem Steckverbinder bzw. Gegensteckverbinder kann es sich im Rahmen der Erfindung um einen Stecker, einen Einbaustecker, eine Buchse, eine Kupplung oder einen Adapter handeln. Die im Rahmen der Erfindung verwendete Bezeichnung "Steckverbinder" bzw. "Gegensteckverbinder" steht stellvertretend für alle Varianten.

20

Insbesondere an Steckverbinder für die Automobilindustrie bzw. für Fahrzeuge werden hohe Anforderungen an deren Robustheit und die Sicherheit der Steckverbindungen gestellt. Vor allem die Elektromobilität stellt die Automobilindustrie und deren Zulieferer vor große Herausforderungen, da in den Fahrzeugen über die Kabel bzw. Leitungen mitunter hohe Ströme mit Spannungen bis zu 1.500 V übertragen werden. Bei der Gefahr, die ein Versagen von Bauteilen in einem Elektrofahrzeug zur Folge hätte, müssen demnach besonders hohe Anforderungen an die Qualität der Kabel bzw. Leitungen und Steckverbindungen gestellt werden.

25

So muss eine Steckverbindung mitunter hohen Belastungen, beispielsweise mechanischen Belastungen, standhalten sowie definiert geschlossen bleiben, so dass die elektrische Verbindung nicht unbeabsichtigt, beispielsweise während des Betriebs eines Fahrzeugs, getrennt wird.

30

Eine weitere Anforderung an Steckverbinder für die Automobilindustrie besteht darin, dass diese in hohen Stückzahlen wirtschaftlich herstellbar sein müssen. Eine möglichst vollautomatisierte Steckverbin-

dermontage ist aus diesem Grunde vorzuziehen. So müssen entsprechende Fertigungsstraßen etabliert werden, um die geforderten Stückzahlen bei gleichzeitig hoher Qualität zu erreichen.

5 Aus Gründen der Qualitätssicherung und um die Steckverbindermontage möglichst transparent und für den Endkunden nachvollziehbar zu gestalten, kann es von Vorteil sein, die Konfektionierung der einzelnen Kabel zu dokumentieren. Eine umfassende Dokumentation der Kabelbearbeitung im Rahmen der Steckverbindermontage ist insbesondere hinsichtlich einer voll- oder teilautomatisierten Kabelkonfektionierung aufwändig.

10 In Anbetracht des bekannten Stands der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Vorrichtung zur Montage eines elektrischen Steckverbinders bereitzustellen, die sich insbesondere im Rahmen einer automatisierten Kabelkonfektionierung vorteilhaft eignet.

15 Der vorliegenden Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders bereitzustellen, das sich insbesondere im Rahmen einer automatisierten Kabelkonfektionierung vorteilhaft eignet.

Schließlich ist es auch Aufgabe der Erfindung, ein geeignetes Computerprogrammprodukt zur Montage eines elektrischen Steckverbinders bereitzustellen.

20 Die Aufgabe wird für die Vorrichtung mit den in Anspruch 1 aufgeführten Merkmalen gelöst. Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 29 gelöst. Bezüglich des Computerprogrammprodukts wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 50 gelöst.

25 Die abhängigen Ansprüche und die nachfolgend beschriebenen Merkmale betreffen vorteilhafte Ausführungsformen und Varianten der Erfindung.

30 Es ist eine Vorrichtung zur Montage eines elektrischen Steckverbinders auf einem ersten Kabelende und/oder auf einem zweiten Kabelende eines einen oder mehrere Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels vorgesehen.

35 Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann einer oder können mehrere Montage- bzw. Bearbeitungsschritte im Rahmen einer Steckverbindermontage ausgeführt werden. Somit kann ein Steckverbinder teilweise oder sogar vollständig auf einem oder auf beiden Kabelenden des Kabels montiert werden.

Der auf dem ersten Kabelende zu montierende Steckverbinder kann auch als erster Steckverbinder und der auf dem zweiten Kabelende zu montierende Steckverbinder als zweiter Steckverbinder bezeichnet werden.

Der Bereich des elektrischen Kabels, in dem die Bearbeitung bzw. die Konfektionierung / Montage des Steckverbinders vornehmlich stattfindet, wird nachfolgend mitunter auch als "zu bearbeitender Kabelabschnitt" bezeichnet. Bei dem zu bearbeitenden Kabelabschnitt kann es sich um ein Kabelendstück handeln, insbesondere das erste Kabelende und/oder das zweite Kabelende. Vorzugsweise werden zwei
5 Kabelabschnitte des Kabels, insbesondere beide Kabelenden bearbeitet bzw. teilweise oder vollständig mit einem jeweiligen Steckverbinder versehen.

Insbesondere kann die Erfindung für eine automatisierte oder vollautomatisierte Konfektionierung eines elektrischen Kabels vorgesehen sein.

10 Grundsätzlich kann im Rahmen der Erfindung ein beliebiger Steckverbinder auf einem beliebigen elektrischen Kabel montiert werden.

Besonders vorteilhaft eignet sich die Erfindung zur Konfektionierung von elektrischen Kabeln mit großem
15 Querschnitt für eine hohe Stromübertragung, beispielsweise im Fahrzeugbereich, besonders bevorzugt im Bereich der Elektromobilität. Es kann somit ein elektrisches Kabel für den Hochvoltbereich vorgesehen sein, insbesondere eine Hochvoltleitung.

Vorzugsweise weist das elektrische Kabel einen Außenleiter auf bzw. ist als geschirmtes elektrisches
20 Kabel ausgebildet.

Der genau eine Innenleiter (im Falle eines einadrigen Kabels) oder die mehreren Innenleiter (im Falle eines mehradrigen Kabels) verlaufen von dem ersten Kabelende zu dem zweiten Kabelende.

25 Es sei betont, dass Merkmale und Vorteile der Vorrichtung oder des nachfolgend noch beschriebenen Verfahrens, die sich auf ein einadriges Kabel beziehen, auch auf die Bearbeitung des mehradrigen Kabels übertragen werden können – und umgekehrt, sofern dies technisch nicht ausgeschlossen ist.

Unter einem Innenleiter wird im Rahmen der Erfindung insbesondere eine durch das Kabel verlaufende
30 Leitung verstanden, die aus einer Isolation und einem innerhalb der Isolation verlaufenden elektrischen Leiter (Ader) besteht. Der elektrische Leiter bzw. die Ader kann als Einzeldraht oder als Verbund mehrerer Drähte ausgebildet sein (auch als Litze bezeichnet). Grundsätzlich kann der im Rahmen der Erfindung genannte Innenleiter allerdings auch ausschließlich aus dem elektrischen Leiter bzw. der Ader bestehen oder aber neben dem Isolator auch noch weitere Komponenten aufweisen.

35 Das elektrische Kabel bzw. der wenigstens eine elektrische Steckverbinder kann insbesondere eine beliebige Anzahl Innenleiter aufweisen, beispielsweise auch nur einen einzigen Innenleiter. Es können auch zwei Innenleiter oder mehr Innenleiter, drei Innenleiter oder mehr Innenleiter, vier Innenleiter oder noch mehr Innenleiter vorgesehen sein. Sofern das Kabel mehrere Innenleiter aufweist, können diese verdreht

durch das Kabel verlaufen, in der Art eines aus der Telekommunikations- bzw. Nachrichtentechnik bekannten Twisted-Pair-Kabels. Die Innenleiter können in dem Kabel allerdings auch parallel geführt sein.

5 Besonders bevorzugt ist das elektrische Kabel als Koaxialkabel mit genau einem Innenleiter und genau einem Außenleiter ausgebildet oder als mit genau einem Außenleiter geschirmtes Kabel mit genau zwei Innenleitern ausgebildet.

10 Der zu montierende elektrische Steckverbinder weist vorzugsweise genau ein elektrisches Kabel auf. Der Steckverbinder kann aber auch genau zwei (oder noch mehr) elektrische Kabel aufweisen. Es kann somit also beispielsweise auch vorgesehen sein, einen gemeinsamen Steckverbinder auf zwei (oder mehr) Kabeln zu montieren. Grundsätzlich kann der zu montierende elektrische Steckverbinder eine beliebige Anzahl Kabel aufweisen, beispielsweise drei elektrische Kabel oder mehr elektrische Kabel, vier elektrische Kabel oder mehr elektrische Kabel, fünf elektrische Kabel oder mehr elektrische Kabel, sechs elektrische Kabel oder noch mehr elektrische Kabel.

15 Sofern nachfolgend von "dem" elektrischen Kabel oder von "einem" elektrischen Kabel gesprochen wird so ist dies nicht einschränkend zu verstehen sondern soll lediglich der besseren Lesbarkeit dienen. Grundsätzlich können sich alle nachfolgend beschriebenen Weiterbildungen, Ausgestaltungen und Varianten der Erfindung auf genau ein elektrisches Kabel, auf genau zwei elektrische Kabel oder auf noch
20 mehr elektrische Kabel beziehen, auch wenn dies nicht explizit angegeben ist. Insbesondere können sich Merkmale und Varianten, die sich auf das elektrische Kabel beziehen auch auf das nachfolgend als "zweites" elektrisches Kabel bezeichnete Kabel beziehen – und umgekehrt.

25 Das elektrische Kabel und/oder der elektrische Steckverbinder können im Rahmen der Erfindung als Teil der Vorrichtung betrachtet werden. Das elektrische Kabel und/oder der elektrische Steckverbinder können gegebenenfalls aber auch unabhängig von der Vorrichtung sein.

30 Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung wenigstens zwei voneinander unabhängige Bearbeitungsmodulare zur Bearbeitung des Kabels und eine gemeinsame Transporteinrichtung zum Transport des Kabels (oder der Kabel) zwischen zumindest zwei der Bearbeitungsmodulare entlang einer Transportrichtung auf.

35 Die Transportrichtung muss nicht unbedingt geradlinig verlaufen und kann beispielsweise auch einem kurvigen Verlauf folgen. Vorzugsweise verläuft die Transportrichtung allerdings möglichst linear bzw. geradlinig.

Bei einem Bearbeitungsmodul handelt es sich vorzugsweise um eine Einheit, die auch unabhängig von den weiteren Bearbeitungsmodulen betrieben werden kann und die vorzugsweise einen definierten und in sich abgeschlossenen Bearbeitungsvorgang im Rahmen der Kabelkonfektionierung bzw. Steckverbindermontage auszuführen vermag.

Jedes der Bearbeitungsmodule kann eines oder mehrere Bearbeitungswerkzeuge aufweisen, die vorzugsweise in einem gemeinsamen Modulgehäuse aufgenommen sind.

- 5 Die Bearbeitungsmodule können räumlich entlang der Transportrichtung voneinander getrennt sein.

Die einzelnen Bearbeitungsmodule können modular aufgebaut sein, wodurch einzelne Bearbeitungsmodule der Vorrichtung ohne großen Aufwand ersetzt, modifiziert oder entfernt werden können. Hierdurch kann die Vorrichtung, insbesondere für die Bearbeitung verschiedener Kabelarten oder Steckverbinder, mit einfachen Mitteln konfigurierbar sein.

Die erfindungsgemäße Verteilung der Bearbeitungsschritte auf mehrere voneinander unabhängige Bearbeitungsmodule ermöglicht es, die Vorrichtung als "Fließbandprozess" bzw. als "Taktautomat" mit aufeinanderfolgenden Einzelschritten zu betreiben, um die Bearbeitungszeit bei einer Massenabfertigung zu reduzieren.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zumindest eines der Bearbeitungsmodule eine Steuereinheit aufweist um die Bearbeitung des Kabels zu steuern und/oder zu überwachen.

Vorzugsweise weist jedes der Bearbeitungsmodule eine eigene Steuereinheit auf. Die Steuereinheit kann vorzugsweise autonom und unabhängig von den weiteren Bearbeitungsmodulen die Bearbeitung innerhalb des ihr zugewiesenen Bearbeitungsmoduls steuern und/oder überwachen. Optional kann eine Kommunikationsverbindung zwischen den Steuereinheiten mehrerer Bearbeitungsmodule vorgesehen sein.

Die Steuereinheit kann als Mikroprozessor ausgebildet sein. Anstelle eines Mikroprozessors kann auch eine beliebige weitere Einrichtung zur Implementierung der Steuereinheit vorgesehen sein, beispielsweise eine oder mehrere Anordnungen diskreter elektrischer Bauteile auf einer Leiterplatte, eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) oder eine sonstige programmierbare Schaltung, beispielsweise auch ein Field Programmable Gate Array (FPGA), eine programmierbare logische Anordnung (PLA) und/oder ein handelsüblicher Computer.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine unabhängig von der Transporteinrichtung antreibbare Zustelleinrichtung vorgesehen und ausgebildet ist um das Kabel zu dessen Bearbeitung entlang einer Zustellrichtung an zumindest eines der Bearbeitungsmodule und/oder an zumindest ein Bearbeitungswerkzeug eines der Bearbeitungsmodule zuzustellen. Insbesondere kann die Zustelleinrichtung ausgebildet sein, um das Kabel und das Bearbeitungsmodul bzw. dessen Bearbeitungswerkzeug(e) durch eine Relativbewegung aneinander zuzustellen.

Vorzugsweise wird das Kabel an das Bearbeitungsmodul zugestellt, während das Bearbeitungsmodul und/oder die Bearbeitungswerkzeuge des Bearbeitungsmoduls stillstehen. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass das Bearbeitungsmodul und/oder dessen Bearbeitungswerkzeuge an das Kabel zugestellt werden, während das Kabel stillsteht. Auch eine gemeinsame Zustellung des Kabels und des Bearbeitungsmoduls bzw. dessen Bearbeitungswerkzeuge kann vorgesehen sein.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Zustellrichtung von der Transportrichtung abweicht. Vorzugsweise verläuft die Zustellrichtung im Wesentlichen orthogonal zu der Transporteinrichtung. Besonders bevorzugt verläuft die Zustellrichtung orthogonal zu der Transportrichtung.

Die Transporteinrichtung kann somit insbesondere dem Transport des Kabels zwischen den einzelnen Bearbeitungsmodulen dienen, während die Zustelleinrichtung der Zustellung des Kabels an ein spezifisches, zuvor von der Transporteinrichtung angefahrenes Bearbeitungsmodul dient. Die Zustelleinrichtung vermag das zu bearbeitende Kabelende an das oder an die Bearbeitungswerkzeuge eines der Bearbeitungsmodule zuzustellen.

Vorzugsweise führt die Zustelleinrichtung das Kabel mit dem zu bearbeitenden Kabelende in das Bearbeitungsmodul ein.

In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Transporteinrichtung ein Werkstückträgersystem mit zumindest einem Werkstückträger für das Kabel aufweist, um das Kabel zwischen den zumindest zwei Bearbeitungsmodulen zu transportieren.

Der Werkstückträger kann auch als Kabelträger bezeichnet werden. Das Kabel kann zum Transport auf dem Werkstückträger befestigt sein, vorzugsweise verdrehsicher befestigt sein.

Das Werkstückträgersystem kann mittels eines Werkstückförderers (beispielsweise ein Fließband/Förderband) das auf dem Werkstückträger befestigte Kabel zwischen den einzelnen Bearbeitungsmodulen entlang der Fertigungslinie entlang der Transportrichtung transportieren.

Grundsätzlich können auch mehrere Werkstückträger vorgesehen sein. Beispielsweise kann ein erster Werkstückträger das Kabel zwischen Bearbeitungsmodulen einer ersten Modulgruppe von Bearbeitungsmodulen und ein zweiter Werkstückträger das Kabel zwischen Bearbeitungsmodulen einer zweiten Modulgruppe von Bearbeitungsmodulen transportieren. Es können auch noch mehr Werkstückträger und zugeordnete Bearbeitungsmodul vorgesehen sein, wobei vorzugsweise ein Werkstückträger pro Bearbeitungsmodul vorgesehen ist.

Der Werkstückträger kann eines oder mehrere Fixiermittel aufweisen, um das Kabel axial und/oder radial zu fixieren.

5 Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Zustelleinrichtung das zu bearbeitende Kabelende in das Bearbeitungsmodul einführt, indem die Zustelleinrichtung den Werkstückträger mit dem auf dem Werkstückträger befestigten Kabel bzw. dem Kabelende des Kabels an das Bearbeitungsmodul zustellt.

10 Die Zustelleinrichtung kann auch Teil des Werkstückträgersystems sein. Beispielsweise kann die Zustelleinrichtung auf dem Werkstückträger angeordnet sein um das Kabel an das Bearbeitungsmodul zuzustellen.

15 In Abhängigkeit der Gesamtlänge des Kabels kann vorgesehen sein, dass beide Kabelenden auf dem Werkstückträger fixiert sind, wobei das Kabel vorzugsweise derart auf dem Werkstückträger befestigt sein kann, dass es zwischen seinen Kabelenden einen U-förmigen oder schneckenförmigen gewickelten Verlauf ausbildet.

20 Vorzugsweise ist der Werkstückträger dem Kabel während der gesamten Steckverbindermontage zugeordnet. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass der Werkstückträger dem Kabel lediglich während eines Abschnitts der Montage zugeordnet ist und dass das Kabel nach der Bearbeitung durch eine ersten Modulgruppe von Bearbeitungsmodulen zur weiteren Konfektionierung bzw. zur Bearbeitung durch eine zweite Modulgruppe von Bearbeitungsmodulen zunächst zu einem weiteren Werkstückträger weitergereicht wird bzw. einem anderen Werkstückträger zugeordnet wird.

25 In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Transporteinrichtung eine Greifereinrichtung mit zumindest einem Greifer aufweist um das Kabel zwischen den zumindest zwei Bearbeitungsmodulen zu transportieren und/oder für die Bearbeitung in zumindest einem der Bearbeitungsmodule zu positionieren.

30 Das Kabel kann beispielsweise mittels der Greifereinrichtung zwischen einzelnen Werkstückträgern übergeben werden, vorzugsweise in einer bekannten oder unveränderten Ausrichtung bzw. Orientierung.

35 Die Greifereinrichtung kann auch vorteilhaft zum Wenden bzw. Umliegen des Kabels verwendet werden, beispielsweise um nach der Montage des ersten Steckverbinders auf dem ersten Kabelende das Kabel zu drehen, um in einem zweiten Bearbeitungszyklus den zweiten Steckverbinder auf dem zweiten Kabelende zu montieren.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Transporteinrichtung eine Rollenbahn aufweist um einen manuellen Transport des Kabels zwischen zumindest zwei der Bearbeitungsmodule zu unterstützen.

Anstelle eines Werkstückförderers oder eines sonstigen automatischen Systems kann der Werkstückträger auch von einem Mitarbeiter der Produktion zwischen den einzelnen Bearbeitungsmodulen transportiert werden, beispielsweise unter Zuhilfenahme der genannten Rollenbahn.

5

In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die wenigstens zwei Bearbeitungsmodule (vorzugsweise alle Bearbeitungsmodule) synchronisiert getaktet sind.

Die Montage des Steckverbinders durch die einzelnen Bearbeitungsmodule kann insbesondere hierdurch zeitlich ideal aufeinander abgestimmt werden, wodurch die Bearbeitungszeit bei einer Massenabfertigung weiter reduziert werden kann.

Vorzugsweise ist auch die Transporteinrichtung und/oder die Zustelleinrichtung mit den Bearbeitungsmodulen synchronisiert getaktet.

15

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Vorrichtung eine Steuereinrichtung aufweist um die Montage des Steckverbinders durch die Bearbeitungsmodule zu steuern und/oder zu überwachen.

Die Steuereinrichtung kann insbesondere mit den Steuereinheiten der Bearbeitungsmodule kommunikationsverbunden sein, um von den Steuereinheiten im Rahmen der Steckverbindermontage gesammelte Daten zu sammeln und gegebenenfalls auszuwerten und/oder zu dokumentieren. Die Steuereinrichtung kann auch eingerichtet sein, um die Steuereinheiten zu kontrollieren, um den Montageprozess insgesamt zu steuern.

25

Die Steuereinrichtung kann in einem der Bearbeitungsmodule integriert sein oder von den Bearbeitungsmodulen unabhängig ausgebildet sein. Es kann insbesondere auch vorgesehen sein, dass eine der Steuereinheiten der Bearbeitungsmodule die Steuereinrichtung ausbildet – oder umgekehrt.

Die Steuereinrichtung kann als Mikroprozessor ausgebildet sein. Anstelle eines Mikroprozessors kann auch eine beliebige weitere Einrichtung zur Implementierung der Steuereinrichtung vorgesehen sein, beispielsweise eine oder mehrere Anordnungen diskreter elektrischer Bauteile auf einer Leiterplatte, eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) oder eine sonstige programmierbare Schaltung, beispielsweise auch ein Field Programmable Gate Array (FPGA), eine programmierbare logische Anordnung (PLA) und/oder ein handelsüblicher Computer.

35

In einer Ausgestaltung der Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass jeweils eine Prüfeinrichtung zumindest einem der Bearbeitungsmodule (vorzugsweise der Mehrzahl der Bearbeitungsmodule und besonders bevorzugt allen Bearbeitungsmodulen) vorgeordnet ist, beispielsweise entlang der Zustellrichtung

vorgeordnet ist, um während des Einführens des Kabels in das Bearbeitungsmodul und/oder während des Hinausbewegens des Kabels aus dem Bearbeitungsmodul eine korrekte Vorbearbeitung des Kabels zu prüfen.

- 5 Insbesondere kann vorgesehen sein, mittels der Prüfeinrichtung eine korrekte Vorbestückung des Kabelmantels des Kabels mit Steckverbinderkomponenten (beispielsweise einer Leitungsdichtung) zu überprüfen.

10 Es kann insbesondere vorgesehen sein, das Vorhandensein, die korrekte Reihenfolge, das korrekte Abstandsmaß und/oder die Unversehrtheit von auf das Kabel aufgeschobenen Steckverbinderkomponenten zu überprüfen. Ganz besonders bevorzugt kann die Prüfung während des Zustellens des Kabels durch die Zustelleinrichtung erfolgen.

15 Auch die Unversehrtheit des Kabels an sich kann geprüft werden. Somit können beispielsweise abstehende Litzen eines Kabelschirmgeflechts erkannt und das Kabel gegebenenfalls aussortiert werden.

Beispielsweise kann die Prüfeinrichtung eine optische Qualitätsprüfung mittels optischer Sensoren durchführen.

20 Ein nicht korrekt bearbeitetes bzw. bestücktes Kabel kann beispielsweise von der nachfolgenden Montage ausgeschlossen, als fehlerhaft gekennzeichnet bzw. markiert, in eine entsprechende Güteklasse einsortiert und/oder nachbearbeitet werden.

25 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Bearbeitungsmodulgruppen zur Bearbeitung des Kabelendes miteinander Modulgruppen bilden. Insbesondere können zumindest zwei der nachfolgend genannten Modulgruppen vorgesehen sein, wobei die Bezeichnungen "erste", "zweite" usw. nicht unbedingt eine spezifische Reihenfolge in der Anordnung andeuten sollen sondern im Wesentlichen der sprachlichen Unterscheidbarkeit der Modulgruppen dienlich sein sollen. Es können auch Modulgruppen mehrfach in der Vorrichtung vorhanden sein.

30 Vorzugsweise sind alle Bearbeitungsmodulgruppen einer gemeinsamen Modulgruppe bei der Steckverbindermontage einander unmittelbar nachgeordnet (dies ist allerdings nicht zwingend der Fall). Insbesondere wenn die Bearbeitungsmodulgruppen einer gemeinsamen Modulgruppe in dem Steckverbindermontageprozess unmittelbar aufeinander folgen kann es von Vorteil sein, die Bearbeitungsmodulgruppen der gemeinsamen Modulgruppe in einem gemeinsamen Modulgehäuse anzuordnen. Dies ist allerdings nicht unbedingt erforderlich; die Bearbeitungsmodulgruppen können grundsätzlich auch frei stehend nebeneinander angeordnet sein.

35

Es kann eine erste Modulgruppe vorgesehen sein, umfassend Bearbeitungsmodule zur Ausrichtung, Orientierung, Vermessung und/oder Markierung des Kabels.

5 Es kann eine zweite Modulgruppe vorgesehen sein, umfassend Bearbeitungsmodule zum Vorbestücken des Kabels mit Steckverbinderkomponenten des Steckverbinders.

Es kann eine dritte Modulgruppe vorgesehen sein, umfassend Bearbeitungsmodule zum Abisolieren und Bearbeiten von Kabelkomponenten des Kabels.

10 Es kann eine vierte Modulgruppe vorgesehen sein, umfassend Bearbeitungsmodule zur Montage von Steckverbinderkomponenten auf dem Kabel.

Es kann eine fünfte Modulgruppe vorgesehen sein, umfassend Bearbeitungsmodule zum Prüfen und/oder Reinigen des Kabelendes.

15

Grundsätzlich können auch noch weitere Modulgruppen vorgesehen sein. Die Modulgruppen können auch anderweitig unterteilt oder zusammengefasst sein. Es kann auch vorgesehen sein, dass nur ein einziges Bearbeitungsmodul eine Modulgruppe ausbildet.

20 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Transporteinrichtung das Kabel zwischen den Bearbeitungsmodulen einer gemeinsamen Modulgruppe und/oder zwischen den einzelnen Modulgruppen transportiert.

25 Vorzugsweise transportiert das Werkstückträgersystem, insbesondere unter Verwendung eines Fließbandes bzw. eines Förderbandes, das Kabel zwischen den einzelnen Bearbeitungsmodulen einer gemeinsamen Modulgruppe.

Vorzugsweise transportiert die Greifereinrichtung das Kabel (gegebenenfalls einzeln oder zusammen mit einem Werkstückträger) zwischen einzelnen Modulgruppen.

30

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann die Vorrichtung eine Fördereinrichtung aufweisen die eingerichtet ist, um das elektrische Kabel von einer Kabeltrommel abzurollen.

35 Insbesondere kann eine Rollenfördereinrichtung mit einer, zwei oder noch mehr Rollen vorgesehen sein, um das elektrische Kabel zwischen den Rollen linear zu führen. Es kann auch ein Bandförderer oder eine sonstige Fördereinrichtung vorgesehen sein, um das Kabel von der Kabeltrommel abzurollen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann die Vorrichtung eine Schneideeinrichtung aufweisen die eingerichtet ist, um das elektrische Kabel auf eine definierte Konfektionierungslänge zuzuschneiden.

- 5 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Ausrichtungsmodul zur Ausrichtung des elektrischen Kabels ausgebildet ist. Das Ausrichtungsmodul kann vorzugsweise von der ersten Modulgruppe umfasst sein.

10 Insbesondere wenn das elektrische Kabel an beiden Kabelenden mit einem elektrischen Steckverbinder versehen werden soll, sind in der Regel Vorgaben für eine Sollverdrehung zwischen den jeweiligen Steckverbindern bzw. eine relative Ausrichtung der Steckverbinder zueinander bereits im Rahmen der Kabelkonfektionierung bzw. Steckverbindermontage zu beachten.

15 Die Berücksichtigung einer Sollverdrehung bei der Steckverbindermontage gestaltet sich insbesondere im Rahmen einer automatisierten bzw. vollautomatisierten Steckverbindermontage als schwierig. Ferner gilt es Vorgaben des Kabelherstellers und Sicherheitsvorgaben zu beachten, die die Möglichkeiten hinsichtlich der Verdrehung von Innenleitern des Kabels einschränken können.

20 Das vorgeschlagene Ausrichtungsmodul kann vorzugsweise die nachfolgend noch beschriebenen Merkmale aufweisen. Grundsätzlich kann das Ausrichtungsmodul aber auch alternative Merkmale und/oder zusätzliche Merkmale aufweisen.

25 Das Ausrichtungsmodul kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 119 660.4 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

30 In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Ausrichtungsmodul zur Ausrichtung des genau einen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels (nachfolgend auch als "einadriges Kabel" bezeichnet) ausgebildet ist. Die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung können eingerichtet sein um für die Bearbeitung des ersten Kabelendes zunächst eine Ist-Ausrichtung und eine Soll-Ausrichtung einer auf dem zweiten Kabelende montierten Steckverbinderkomponente eines zweiten Steckverbinders zu bestimmen.

35 Unter einer "Ausrichtung " im Sinne der Erfindung kann insbesondere eine radiale Ausrichtung entlang der Längsachse bzw. Mittelachse des Kabels verstanden werden. Eine Verdrehung des Kabels um seine Mittelachse bzw. Längsachse kann somit zu einer Veränderung der Ist-Ausrichtung führen.

Vorzugsweise ist die Soll-Ausrichtung für alle elektrischen Kabel einer zu konfektionierenden Kabelserie identisch.

Bei einer Steckverbinderkomponente kann es sich beispielsweise um einen Kontaktteilträger des späteren elektrischen Steckverbinders handeln. Der Kontaktteilträger kann auch als Innengehäuse oder innere Gehäuseschale bezeichnet werden und wird nachfolgend noch näher beschrieben. Vorzugsweise ist
5 der Kontaktteilträger aus einem Kunststoff ausgebildet.

Bei einer Steckverbinderkomponente kann es sich allerdings auch um ein Kontaktelement (auch als Innenleiterkontaktelement bezeichnet), beispielsweise um einen Buchsenkontakt handeln, der auf einem Innenleiter des Kabels befestigt ist. Das Innenleiterkontaktelement kann mit dem Innenleiter des elektrischen Kabels beispielsweise verpresst (insbesondere vercrimpt), verschweißt und/oder verlötet sein.
10

Bei der Steckverbinderkomponente kann es sich auch um eine Stützhülse bzw. Ferrule, ein Umgehäuse (auch als äußere Gehäuseschale oder Außengehäuse bezeichnet), beispielsweise ein Buchsengehäuse, handeln.
15

Ferner kann es sich bei der Steckverbinderkomponente um eine Verschlusskappe bzw. Haltekappe, eine Leitungsdichtung, einen sogenannten Power-Kontakt oder eine Isolierschale handeln.

Es können in Abhängigkeit des jeweiligen Steckverbindertyps auch beliebige weitere Steckverbinderkomponenten vorgesehen sein.
20

Bei der Steckverbinderkomponente im Sinne der Erfindung kann es sich auch um eine Baugruppe aus mehreren einzelnen Komponenten des Steckverbinders handeln. Gegebenenfalls kann auch der gesamte Steckverbinder im Sinne der Erfindung als "Steckverbinderkomponente" bezeichnet werden.
25

Grundsätzlich kommt es im Rahmen der Ausrichtung des einadrigen Kabels insbesondere darauf an, dass auf dem zweiten Kabelende bereits wenigstens eine Komponente bzw. ein Teil des späteren Steckverbinders montiert bzw. befestigt ist (die sich auf die Ist-Ausrichtung und die Soll-Ausrichtung bezieht).
30

Die Steckverbinderkomponente ist vorzugsweise verdrehsicher auf dem zweiten Kabelende befestigt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Ausrichtungsmodul zur Ausrichtung des mehrere Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels (nachfolgend auch als "mehradriges Kabel" bezeichnet) ausgebildet ist. Die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung können eingerichtet sein, um für die Bearbeitung des mehradrigen Kabels eine Ist-Ausrichtung und eine Soll-Ausrichtung der Innenleiter des ersten Kabelendes zu bestimmen.
35

Es sei an dieser Stelle betont, dass für die Konfektionierung des einadrigen Kabels die Ausrichtung des ersten Kabelendes dazu dient, die Soll-Ausrichtung der Steckverbinderkomponente des zweiten Kabel-

endes einzustellen, wohingegen für die Konfektionierung des mehradrigen Kabels die Ausrichtung des ersten Kabelendes auch unmittelbar zu einer Einstellung der Soll-Ausrichtung der Innenleiter des ersten Kabelendes dient.

5 In einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das Ausrichtungsmodul eine Aktuatoreinrichtung aufweist die mit der Steuereinheit und/oder mit der Steuereinrichtung kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, um das erste Kabelende auszurichten, um die Ist-Ausrichtung an die Soll-Ausrichtung anzugleichen.

10 Vorzugsweise wird das ausgerichtete erste Kabelende auf dem Werkstückträger fixiert.

Dadurch, dass die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung die Ist-Ausrichtung und die Soll-Ausrichtung bestimmen, kann eine Anpassung der Ist-Ausrichtung an die Soll-Ausrichtung im Rahmen der Steckverbindermontage vorteilhaft erfolgen. Ein manueller Eingriff ist dann in der Regel nicht erforderlich.

15 Insbesondere die Soll-Ausrichtung kann der Steuereinheit und/oder der Steuereinrichtung im Rahmen der Steckverbindermontage bzw. Kabelkonfektionierung als parametrisierbare Zielvorgabe für eine zu konfektionierende Kabelserie bzw. für eine zu montierende Steckverbinderserie vorgegeben werden, beispielsweise mittels einer Daten- oder Benutzerschnittstelle.

20 Auch die Ist-Ausrichtung kann der Steuereinheit und/oder der Steuereinrichtung mittels einer Benutzerschnittstelle oder einer Datenschnittstelle vorgegeben werden. Vorzugsweise bestimmen die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung die Ist-Ausrichtung durch Sensorik und/oder auf Grundlage einer Kabeldatenbasis (beispielsweise auf Basis von Herstellerinformationen zur Verdrillung der Innenleiter über die Länge des Kabels). Insbesondere kann eine optische Sensorik vorgesehen sein, beispielsweise eine oder mehrere Kameras, die stirnseitig auf das erste Kabelende und/oder auf das zweite Kabelende ausgerichtet sind.

30 Die Bestimmung der Ist-Ausrichtung und/oder der Soll-Ausrichtung kann im Rahmen der Erfindung die Erfassung eines analogen oder digitalen Zahlenwerts betreffen.

35 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann eines der Bearbeitungsmodul als Umlegemodul ausgebildet sein, um das Kabel nach dem Montieren des ersten Steckverbinders auf dem ersten Kabelende umzulegen, um durch Vertauschen der beiden Kabelenden (beispielsweise durch Vertauschen der Kabelenden auf dem Werkstückträger) das zweite Kabelende in einem zweiten Montagedurchlauf mit dem zweiten Steckverbinder zu versehen. Das Umlegemodul kann vorzugsweise von der ersten Modulgruppe umfasst sein.

Durch eine sequentielle Bearbeitung der Kabelenden können in vorteilhafterweise Bearbeitungsmodule und Komponenten der Vorrichtung wiederverwendet werden. Grundsätzlich kann allerdings auch eine gleichzeitige Bearbeitung des ersten Kabelendes und des zweiten Kabelendes vorgesehen sein, um die Bearbeitungsgeschwindigkeit für das gesamte Kabel bzw. den Durchsatz zu erhöhen, insbesondere wenn das Kabel mit beiden Kabelenden in dem Werkstückträger fixiert ist, beispielsweise U-förmig fixiert ist.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Montagemodul zur Bearbeitung des elektrischen Kabels ausgebildet ist. Das Montagemodul kann vorzugsweise von der vierten Modulgruppe umfasst sein.

Das Montagemodul kann vorzugsweise die nachfolgend noch beschriebenen Merkmale aufweisen. Grundsätzlich kann das Montagemodul aber auch alternative Merkmale und/oder zusätzliche Merkmale aufweisen.

Das Montagemodul kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 119 468.7 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Montagemodul zur Bearbeitung des mehrere Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels (nachfolgend auch als "mehradriges Kabel" bezeichnet) ausgebildet ist. Die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung können eingerichtet sein, um eine Istverdrehung und eine Sollverdrehung zwischen aus dem ersten Kabelende und dem zweiten Kabelende austretenden Enden der Innenleiter (nachfolgend auch als "Innenleiterenden" bezeichnet) zu erfassen.

Im Rahmen der Erfindung kann unter einem "Ende eines Innenleiters" bzw. einem "Innenleiterende" der gesamte aus dem jeweiligen Kabelende austretende Bereich des Innenleiters als auch nur das vordere, freie Ende des Innenleiters zu verstehen sein. Das Innenleiterende kann die reine Kabelader, d. h. den (in der Regel metallischen) elektrischen Leiter, als auch einen den jeweiligen elektrischen Leiter umgebenden Isolator bzw. eine Isolation (auch als "Primärisolation" bezeichnet) umfassen.

In der Regel treten die Innenleiterenden an dem jeweiligen Kabelende einzeln abisoliert aus einer die Innenleiter gemeinsam einhüllenden Füllschicht (auch als Zwischenmantel oder "Filler" bezeichnet) aus. Grundsätzlich können die Innenleiter allerdings aus einer beliebigen, diese gemeinsam einhüllenden Komponente des elektrischen Kabels austreten und in einem vorhergehenden Verfahrensschritt entsprechend zugänglich gemacht worden sein.

Unter einer "Istverdrehung" und einer "Sollverdrehung" kann insbesondere eine relative Orientierung der aus den gegenüberliegenden Kabelenden austretenden Innenleiter zueinander gemeint sein. Die Istverdrehung und/oder die Sollverdrehung kann grundsätzlich im Rahmen der Erfindung beliebig sein. Die Orientierung der aus den jeweiligen Kabelenden austretenden Innenleiter kann um 0 bis 360° verdreht sein. Die Sollverdrehung kann insbesondere die Spezialfälle einer Verdrehung der austretenden Innenleiter von 22,5°, 45°, 60°, 90°, 120°, 180°, 240° und 300° entsprechen. Grundsätzlich kann die Sollverdrehung allerdings beliebig sein.

Dadurch, dass die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung die Istverdrehung und die Sollverdrehung bestimmen, kann eine Anpassung der Istverdrehung an die Sollverdrehung im Rahmen der Steckverbindermontage vorteilhaft erfolgen. Ein manueller Eingriff ist dann in der Regel nicht erforderlich.

Insbesondere die Sollverdrehung kann der Steuereinheit und/oder der Steuereinrichtung im Rahmen der Steckverbindermontage bzw. Kabelkonfektionierung als parametrisierbare Zielvorgabe für eine zu konfektionierende Kabelserie bzw. für eine zu montierende Steckverbinderserie vorgegeben werden, beispielsweise mittels einer Daten- oder Benutzerschnittstelle.

Auch die Istverdrehung kann der Steuereinheit und/oder der Steuereinrichtung mittels einer Benutzerschnittstelle oder einer Datenschnittstelle vorgegeben werden. Vorzugsweise bestimmen die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung die Ist-Ausrichtung durch Sensorik und/oder auf Grundlage einer Kabeldatenbasis (beispielsweise auf Basis von Herstellerinformationen zur Verdrillung der Innenleiter über die Länge des Kabels). Insbesondere kann eine optische Sensorik vorgesehen sein, beispielsweise eine oder mehrere Kameras, die stirnseitig auf das erste Kabelende und/oder auf das zweite Kabelende ausgerichtet sind.

Die Bestimmung der Ist-Ausrichtung und/oder der Soll-Ausrichtung kann im Rahmen der Erfindung die Erfassung eines analogen oder digitalen Zahlenwerts betreffen.

Vorzugsweise kann das Montagemodul (insbesondere das Montagemodul zur Bearbeitung des mehradrigen Kabels) ein Aktuatoremodul aufweisen, das mit der Steuereinheit und/oder der Steuereinrichtung kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, um die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden zu verdrehen, um nach Vorgabe der Steuereinheit und/oder Steuereinrichtung die Istverdrehung an die Sollverdrehung anzugleichen.

Da die Orientierung der aus den Kabelenden austretenden Innenleiter für die Montage des späteren Steckverbinders entscheidend ist bzw. die Orientierung des späteren Steckverbinders bedingt, lässt sich durch eine Verdrehung der aus den jeweiligen Kabelenden austretenden Innenleiter die Orientierung der auf dem jeweiligen Kabelende aufgebrauchten Steckverbinder relativ zueinander gut vorgeben.

Vorzugsweise kann das Montagemodul (insbesondere das Montagemodul zur Bearbeitung des mehradrigen Kabels) ein Presswerkzeug aufweist das ausgebildet ist, um einen die Enden der Innenleiter in sich aufnehmenden Kontaktteilträger des auf dem Kabelende zu montierenden elektrischen Steckverbinders an dem Kabel verdrehsicher festzulegen, um die Verdrehung zu fixieren.

5

Insbesondere können an den jeweiligen Innenleiterenden Kontaktelemente bzw. Innenleiterkontaktelemente befestigt, insbesondere vercrimpt sein. Somit können insbesondere die Innenleiterkontaktelemente in den Kontaktteilträger eingeführt werden. Es kann aber auch vorgesehen sein, die Innenleiterenden ohne daran befestigte Innenleiterkontaktelemente in den Kontaktteilträger einzuführen.

10

Der Kontaktteilträger kann entsprechende Aufnahmen zur Aufnahme der Innenleiter(enden) und/oder der Innenleiterkontaktelemente aufweisen. Die Aufnahmen können sich axial durch den Kontaktteilträger erstrecken. Die Innenleiter können dadurch in dem Kontaktteilträger verdrehsicher aufgenommen sein.

15

Dadurch, dass die Innenleiter in dem Kontaktteilträger verdrehsicher aufgenommen sind, kann eine Fixierung des Kontaktteilträgers an dem Kabel (insbesondere an dessen Kabelmantel) – unmittelbar oder mittelbar über eine weitere Komponente des späteren Steckverbinders – die Verdrehung und damit die Angleichung der Istverdrehung an die Sollverdrehung vorteilhaft festlegen.

20

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Montagemodul zur Bearbeitung des genau einen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels (nachfolgend auch als "einadriges Kabel" bezeichnet) ausgebildet ist. Das Montagemodul kann ein erstes Mittel zur verdrehsicheren Befestigung eines ersten Innenleiterkontaktelements in einer ersten Orientierung an dem ersten Kabelende und ein zweites Mittel zur verdrehsicheren Befestigung eines zweiten Innenleiterkontaktelements an dem zweiten Kabelende aufweisen. Die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung können eingerichtet sein, um die erste Orientierung und eine Sollverdrehung zwischen den beiden Innenleiterkontaktelementen zu erfassen und hieraus eine zweite Orientierung für die Befestigung des zweiten Innenleiterkontaktelements zu ermitteln.

30

Bei einem Innenleiterkontaktelement im Rahmen der Erfindung kann es sich vorzugsweise um ein Innenleiterkontaktelement zur Übertragung von hohen Strömen handeln, beispielsweise um einen sogenannten "Powerkontakt". Grundsätzlich kann es sich aber um ein beliebiges Innenleiterkontaktelement handeln.

35

Das Innenleiterkontaktelement kann beispielsweise ausgebildet sein, um in einem nachfolgenden Verfahrensschritt in einem Isoliergehäuse (oder in dem zuvor schon erwähnten Kontaktteilträger), insbesondere aber in einem mehrteiligen Isoliergehäuse, montiert zu werden. Beispielsweise kann das Innenleiter-

kontaktelement zwischen zwei Isolierschalen eingelegt werden, wonach die Isolierschalen miteinander verrastet werden.

5 Nach der Montage des Innenleiterkontaktelements in dem Isoliergehäuse (oder dem Kontaktteilträger) kann das Isoliergehäuse optional in eine weitere Gehäusebaugruppe bzw. in ein Steckverbindergehäuse des Steckverbinders eingeschoben und in dieser verrastet werden.

10 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodul als Abisoliermodul zum Einschneiden und Abziehen eines Teilstücks einer Kabelkomponente des Kabels ausgebildet ist. Das Abisoliermodul kann vorzugsweise von der dritten Modulgruppe umfasst sein.

15 Bei der "Kabelkomponente" kann es sich im Rahmen der Erfindung um eine beliebige Kabelkomponente handeln. Das Abisoliermodul kann aber insbesondere ausgebildet sein, um verschiedenste Kabeltypen von ihren Isolierungen bzw. Dielektrika zu befreien. Bei der "Kabelkomponente" kann es sich somit insbesondere um einen Kabelmantel des Kabels, um eine mehrere Innenleiter gemeinsam umhüllende Füllschicht (auch als "Filler" bezeichnet), um eine einen jeweiligen Innenleiter einzeln umhüllende Isolation (auch als "Primärisolation" bezeichnet) und/oder um ein Dielektrikum des Kabels handeln.

20 Das Abisoliermodul kann allerdings auch zum Abisolieren sonstiger Kabelkomponenten verwendet werden, beispielsweise auch zum Abisolieren einer Kabelfolie oder einem Außenleiter des Kabels, zum Beispiel einem Kabelschirmgeflecht.

25 Als "Teilstück" wird im Rahmen der Erfindung der abgetrennte oder zumindest teilweise abgetrennte axiale Abschnitt der Kabelkomponente bezeichnet.

30 Das Teilstück kann im Rahmen der Bearbeitung durch das Abisoliermodul vollständig oder teilweise von dem elektrischen Kabel abgezogen werden. Grundsätzlich kann zwischen einem sogenannten Vollabzug und einem Teilabzug unterschieden werden. Unter einem Vollabzug ist zu verstehen, dass das abisolierte Stück bzw. das Teilstück der Kabelkomponente (d. h. der "Abisolierrest") vollständig von dem Kabel abgezogen wird. Bei einem Teilabzug wird das abgeschnittene Teilstück nur über eine bestimmte axiale Länge von dem Kabel abgezogen und verbleibt somit noch auf dem Kabel. Ein Mitarbeiter der Produktion oder ein nachfolgendes Bearbeitungsmodul kann dann das teilweise abgezogene Teilstück vollständig abziehen. Der Teilabzug hat den Vorteil, dass bei einem Weitertransport und auch bei der Lagerung das Kabelende geschützt bleibt und beispielsweise ein Aufspießen weiterer Kabelkomponenten an dem Kabelende vermieden wird. In der Regel wird deshalb ein Teilabzug des Teilstücks bevorzugt.

35 Bei dem Abisolieren von Kabelkomponenten eines Kabels müssen mitunter hohe Anforderungen hinsichtlich der Genauigkeit der Abisolierlängen, entlang denen einzelne Kabelkomponenten freigelegt werden, beachtet werden, da die Abisolierlängen unter anderem die relativen Positionen und Abstände von

auf dem Kabel zu montierenden Steckverbinderkomponenten bestimmen können, die zumeist strengen Vorgaben unterliegen. Die zulässigen Toleranzen sind bei Steckverbindern, insbesondere im Automotivbereich, in der Regel sehr gering.

5 Insbesondere ist es häufig ein Problem, dass die Abziehwerkzeuge nicht ideal in die mittels des Abisoliermessers erzeugten Einschnitte eingreifen, insbesondere aufgrund der Elastizität des Kabelmantels und einer in der Regel nicht ideal runden Kabelgeometrie. Die Abisoliermesser müssen demnach vergleichsweise breite Schnitten aufweisen und auch tief in die Kabelkomponente einschneiden, was zu einer Beschädigung von Kabelkomponenten führen kann. Dies kann schließlich die Bearbeitungszeit des
10 Kabels sowie den Produktionsausschuss erhöhen und damit die Wirtschaftlichkeit einer automatisierten Bearbeitung bzw. einer Fertigungsstraße verschlechtern.

Das vorgeschlagene Abisoliermodul kann vorzugsweise die nachfolgend noch beschriebenen Merkmale aufweisen. Grundsätzlich kann das Abisoliermodul aber auch alternative Merkmale und/oder zusätzliche
15 Merkmale aufweisen.

Das Abisoliermodul kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 119 662.0 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.
20

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Abisoliermodul zum Einschneiden und Abziehen eines Teilstücks einer Kabelkomponente des Kabels ausgebildet ist, aufweisend einen um eine Mittelachse rotierbaren Rotationskopf, auf dem ein
25 Messer und ein Gegenhalter für das Kabel einander gegenüberliegend und auf die Mittelachse ausgerichtet angeordnet sind.

Das Messer (auch als "Abisoliermesser" bezeichnet) und der Gegenhalter sind vorzugsweise auf einer radialen Linie bzw. einer Geraden angeordnet, die sich durch die Mittelachse des Rotationskopfes erstreckt. Bei einer Linearbewegung des Messers und/oder des Gegenhalters können sich diese folglich
30 direkt aufeinander zu oder voneinander weg bewegen.

Das Kabel kann in dem Abisoliermodul entlang der Mittelachse geführt sein. Das Messer kann in Richtung auf die Mittelachse auf das Kabel zustellbar sein, um an einer definierten Axialposition einen radialen Einschnitt in die Kabelkomponente des Kabels zu erzeugen.
35

Das Abisoliermodul kann besonders vorteilhaft dazu verwendet werden, zunächst den Kabelmantel von einem Kabel zu entfernen um einen Außenleiter bzw. eine Abschirmung, beispielsweise ein Kabelschirmgeflecht oder eine Kabelfolie des Kabels, freizulegen. Anschließend kann, vorzugsweise axial in Längsrichtung bzw. Zustellrichtung entlang der Mittelachse versetzt, der Außenleiter entfernt werden.

Schließlich kann, vorzugsweise abermals in Längsrichtung bzw. Zustellrichtung des Kabels axial versetzt, eine unter dem Außenleiter angeordnete Isolation bzw. ein Dielektrikum entfernt werden, um beispielsweise einen oder mehrere Innenleiter des Kabels für die Kabelkonfektionierung zugänglich zu machen. Es kann also eine in Längsrichtung bzw. Zustellrichtung mehrstufige Abisolierung des Kabels erfolgen.

5

Das Abisoliermodul kann verwendet werden, um eine oder mehrere Kabelkomponenten des Kabels abzuisolieren.

Es kann somit vorgesehen sein, eine Abisolierung an mehreren Stellen des Kabels und/oder in mehreren
10 Einschnitttiefen sequentiell, also in mehreren Arbeitsschritten hintereinander, durchzuführen. Es kann aber auch vorgesehen sein, eine Abisolierung bzw. Entmantelung an mehreren Stellen des Kabels und/oder in mehreren Einschnitttiefen gleichzeitig, also in einem Arbeitsschritt, durchzuführen, wobei das Abisoliermodul durch Verwendung einer entsprechenden Anzahl von axial versetzten Messer, Gegenhal-
15 tern und/oder Abziehwerkzeugen (auf einem gemeinsamen Rotationskopf oder auf mehreren axial versetzten Rotationköpfen) hierzu ausgelegt sein kann.

In einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das Abisoliermodul wenigstens ein auf dem Rotationskopf angeordnetes, in Richtung auf die Mittelachse an das Kabel zustellbares Abziehwerk-
20 zeug aufweist. Vorzugsweise ist das Abziehwerkzeug derart zu dem Messer positioniert, dass das Abziehwerkzeug zum Abziehen des Teilstücks der Kabelkomponente in den von dem Messer erzeugten Einschnitt eingreift, wenn das Abziehwerkzeug an das Kabel zugestellt ist.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des Abisoliermoduls kann vorgesehen sein, dass das
25 Messer und das wenigstens eine Abziehwerkzeug auf dem Rotationskopf nebeneinander angeordnet und von einer Stirnseite des Rotationskopfes gleich beabstandet sind. Auch der Gegenhalter kann entsprechend positioniert sein.

Das Messer und das wenigstens eine Abziehwerkzeug können derart auf dem Rotationskopf angeordnet
30 sein, dass diese dieselbe Axialposition entlang des Kabels einnehmen, wenn sie an das Kabel bzw. an die Mittelachse zugestellt sind – ohne dass das Kabel axial neu positioniert werden muss.

Dadurch, dass das Messer sowie das Abziehwerkzeug gemeinsam auf demselben Rotationskopf ange-
ordnet sind, muss das Kabel nach dem Einschneiden mittels des Messers nicht neu positioniert und an
das Abziehwerkzeug zugestellt werden (oder umgekehrt). Somit ist die Position des mittels des Messers
35 erzeugten Einschnitts relativ zu dem Rotationskopf eindeutig bekannt. Hierdurch kann das Abziehwerkzeug derart genau ausgerichtet werden, dass dieses ideal in den Einschnitt eingreifen kann, um das Teilstück von dem Kabel abziehen. Selbst bei großen Toleranzen in der Kabelgeometrie kann ein exaktes Eingreifen des Abziehwerkzeugs in den Einschnitt gewährleistet sein.

In vorteilhafter Weise kann die Schneide des Messers sehr dünn und der Bereich des Abziehwerkzeugs, mit dem das Abziehwerkzeug in den Einschnitt eingreift, demgegenüber vergleichsweise breit sein, was die Bearbeitung einerseits vereinfacht und eine Beschädigung des Kabels und dessen Komponenten ausschließt. Vorzugsweise ist die Schneide des Messers somit dünner als der Eingriffsbereich des Abziehwerkzeugs, mit dem das Abziehwerkzeug in den Einschnitt eingreift.

Dadurch, dass der Eingriffsbereich bzw. die "Klinge" des wenigstens einen Abziehwerkzeugs breiter ausgebildet werden kann, kann das wenigstens eine Abziehwerkzeug robuster ausgebildet sein, als die bekannten Abziehwerkzeuge. Ein Brechen des Abziehwerkzeugs kann hierdurch vermieden und die Lebensdauer der Vorrichtung verlängert werden.

Es hat sich ferner gezeigt, dass aufgrund der nahezu idealen Ausrichtung des Messers und des Abziehwerkzeugs durch die gemeinsame Positionierung auf dem Rotationskopf die radiale Einschnitttiefe des Messers in die Kabelkomponente verkleinert werden kann, da das Teilstück durch das ideale Eingreifen des Abziehwerkzeugs in den Einschnitt selbst dann verlässlich abgezogen bzw. abgetrennt/abgerissen werden kann, wenn das Messer die Kabelkomponente nicht vollständig durchgeschnitten hat. Durch das Verringern der Einschnitttiefe kann eine Beschädigung von unter dem Teilstück befindlichen Kabelkomponenten ausgeschlossen werden, selbst bei einem toleranzbedingt vergleichsweise unrunder Kabeln. In vorteilhafter Weise kann die Einschnitttiefe in Abhängigkeit des Querschnitts der Kabelkomponente derart gewählt werden, dass nach dem Einschneiden noch ein schmaler Teilring zurückbleibt, der das Teilstück mit der restlichen Kabelkomponente verbindet. Es kann somit vorgesehen sein, eine Nut, insbesondere eine vollständig umlaufende Nut – und damit eine Sollbruchstelle – in die Kabelkomponente einzubringen, in die später das Abziehwerkzeug zum Abziehen des Teilstücks eingreifen kann.

Es sei betont, dass es sich bei dem Messer und dem wenigstens einen Abziehwerkzeug vorzugsweise um voneinander unabhängige Baugruppen handelt.

Das vorgeschlagene Abisoliermodul ermöglicht es in vorteilhafter Weise, dass das Messer das Kabel aufgrund der Rotation des Rotationskopfes umlaufend bzw. rundherum einschneidet, wodurch das Teilstück der Kabelkomponente besonders leicht und prozesssicher von dem Kabel abgezogen werden kann.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Abisoliermoduls kann vorgesehen sein, dass die Zustelleinrichtung zum linearen Fördern des Kabels entlang der Zustellrichtung verwendbar ist, um das Kabel entlang der Mittelachse in das Abisoliermodul zuzustellen.

Die Zustelleinrichtung kann zum Beispiel eine Rollenfördereinrichtung mit einer, zwei oder noch mehr Rollen aufweisen, um das elektrische Kabel zwischen den Rollen linear zu führen. Es kann auch ein

Bandförderer oder eine sonstige Fördereinrichtung vorgesehen sein, um das Kabel und/oder das Abisoliermodul zuzustellen.

5 In einer Ausgestaltung des Abisoliermoduls kann vorgesehen sein, dass der Rotationskopf als Scheibe ausgebildet und zur Rotation der Scheibe ein Riemenantrieb vorgesehen ist.

10 Eine Ausbildung des Rotationskopfes als Scheibe hat sich als besonders geeignet herausgestellt, um das Messer und gegebenenfalls den Gegenhalter radial zuzuführen. Des Weiteren lässt sich eine Scheibe besonders einfach rotieren, wodurch auch das Messer und der Gegenhalter in besonders einfacher Weise um die Mittelachse und somit um das einzuschneidende Kabel rotiert werden können.

15 Eine Rotation der Scheibe lässt sich besonders vorteilhaft über einen Riemenantrieb vornehmen. Dabei kann ein Elektromotor über ein Riemengetriebe mit der Scheibe gekoppelt sein. Vorzugsweise wird ein Riemen des Riemengetriebes durch eine Ausgangswelle des Elektromotors angetrieben und der Riemen umfangsseitig um die Scheibe gespannt, um diese anzutreiben, wodurch sich auch eine besonders geeignete Übersetzung realisieren lässt.

20 Der Antrieb des Rotationskopfes durch ein Riemengetriebe ist möglich, ohne dass ein aufwändiger Aufbau notwendig ist, insbesondere kann auf schleifende elektrische Kontakte und dergleichen verzichtet werden.

Gemäß einer Ausgestaltung des Abisoliermoduls kann vorgesehen sein, dass das Messer als Formmesser oder als Rundmesser ausgebildet ist.

25 Die Form des Messers kann beispielsweise im Schneidebereich bzw. an dessen Klinge rund oder elliptisch verlaufen, um der Kontur des Kabels bzw. der Kabelkomponente zumindest annähernd zu folgen. Grundsätzlich kann allerdings auch eine geradlinige Schneide/Klinge bzw. ein gerades Messer vorgesehen sein.

30 Es kann auch ein Rundmesser vorgesehen sein, das eine vollständig runde Klinge aufweist. Die Klinge kann an dem Messer frei drehbar gelagert sein, um sich auf dem Kabel abrollen zu können (es kann grundsätzlich aber auch eine nicht drehbare Klinge oder eine angetriebene Klinge vorgesehen sein). Insbesondere ein frei drehbares Rundmesser kann während der Drehung des Rotationskopfes um das Kabel herum besonders vorteilhaft und kontrolliert in die Kabelkomponente einschneiden. Insbesondere eine Kabelkomponente aus Silikon, beispielsweise ein aus Silikon ausgebildeter Kabelmantel, kann durch
35 ein Rundmesser besonders vorteilhaft eingeschnitten werden.

Gemäß einer Ausgestaltung des Abisoliermoduls kann vorgesehen sein, dass der Gegenhalter eine an den Außendurchmesser der Kabelkomponente angepasste Anlage und/oder eine sich konisch verjüngende Anlage ausbildet.

5 Die Anlage des Gegenhalters kann eine reine V-Form oder eine beliebige, sich verjüngende Form aufweisen, in die sich ein Kabel vorzugsweise in der Art einer Zweipunkthalterung einlegen lässt. Eine sich verjüngende Anlage ist insbesondere geeignet, um Kabel mit verschiedenen Kabeldurchmessern zu halten.

10 Der Gegenhalter kann vorzugsweise lösbar mit dem Rotationskopf verbunden sein, wodurch sich die Vorrichtung schnell und einfach auf unterschiedlichste Kabelarten und/oder Kabeldurchmesser anpassen lässt. Auch das Messer kann modular austauschbar sein.

15 Der Gegenhalter kann einen Schlitz aufweisen, in den das Messer eindringen kann. Hierdurch kann die Vorrichtung für verschiedene Kabeltypen, insbesondere mit verschiedenen Kabeldurchmessern, einsetzbar sein.

20 Es kann auch vorgesehen sein, dass die Anlage des Gegenhalters durch Rollen oder durch eine Gleitfläche gebildet ist. Die Verwendung von Rollen oder einer Gleitfläche kann von Vorteil sein, da hierdurch eine Reibung des Kabels, insbesondere während der Rotation des Gegenhalters um das Kabel, gering gehalten wird.

25 Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Gegenhalter wenigstens vier Rollen zur Ausbildung der Anlage aufweist, wobei die Rollen auf zwei parallel zueinander verlaufenden Achsen angeordnet sind und wobei jeweils wenigstens zwei Rollen auf der gleichen Achse angeordnet sind, wobei zwei auf derselben Achse angeordnete Rollen einen axialen Abstand zueinander aufweisen, um den Schlitz zum Eindringen des Messers auszubilden.

30 Die Achsen für die Rollen verlaufen vorzugsweise in Axial- bzw. Vorschubrichtung des Kabels.

35 Um eine Vielzahl verschiedener Kabelarten und Kabeldurchmesser abisolieren zu können, kann es von Vorteil sein, wenn das Messer verschieden tief in den Gegenhalter eindringen kann. Bei Verwendung von Rollen kann eine Ausgestaltung mit vier Rollen von Vorteil sein, da dann ein entsprechender Schlitz technisch einfach zwischen jeweils zwei Rollen ausgebildet werden kann. Alternativ kann selbstverständlich auch vorgesehen sein, nur zwei Rollen auf zwei parallel zueinander verlaufenden Achsen anzuordnen, wobei die Rollen einen oder mehrere Schlitze aufweisen.

Es kann auch vorgesehen sein, dass der Gegenhalter austauschbare Rollen aufweist. Bei Verwendung eines Gegenhalters, der eine technisch einfache Möglichkeit zum Austausch von Rollen aufweist, kann die Vorrichtung einfach auf verschiedene Kabelarten und/oder Kabeldurchmesser eingestellt werden.

- 5 In einer Ausgestaltung des Abisoliermoduls kann vorgesehen sein, dass der Gegenhalter in Richtung auf die Mittelachse an das Kabel zustellbar ist.

Dadurch, dass neben dem Messer auch der Gegenhalter in Richtung der Mittelachse radial verschiebbar ist, kann das Kabel während der Bearbeitung noch besser positioniert und fixiert werden. Der Schnitt in
10 das Kabel kann somit noch exakter erfolgen. In vorteilhafter Weise ist es dadurch gegebenenfalls nicht notwendig, zusätzlich eine Führung und/oder eine aufwändige Zentrierung für das Kabel zu dessen Ausrichtung vor dem Einschneiden vorzusehen. Grundsätzlich kann aber auch eine separate Führung und/oder eine separate Fixierung für das Kabel vorgesehen sein, unabhängig davon, ob der Gegenhalter zustellbar ist, oder nicht.

15 Es kann vorgesehen sein, dass der Gegenhalter während der Förderung bzw. der Vorschubbewegung des Kabels durch die Zustelleinrichtung derart radial von der Mittelachse entfernt ist, dass das Kabel den Gegenhalter während der Förderung nicht berührt.

- 20 Ein entsprechender Versatz des Gegenhalters zur Mittelachse während der Förderung des Kabels kann von Vorteil sein, da dadurch eine Reibung des Kabels an dem Gegenhalter vermieden wird.

Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass der Gegenhalter während des Förderns des Kabels durch die Zustelleinrichtung an dem Kabel anliegt und dieses vorzugsweise koaxial zur Mittelachse des
25 Rotationskopfes positioniert. Der Gegenhalter kann damit als Führung für das Kabel verwendbar sein.

Eine unbewegliche Positionierung des Gegenhalters, zumindest während des Betriebs des Abisoliermoduls, kann von Vorteil sein, da dann keine oder nur einfache Mittel zur Verstellung des Gegenhalters, um diesen einmalig für den Abisoliervorgang eines Kabeltyps zu positionieren, erforderlich sind.

30 Es kann vorgesehen sein, dass der Gegenhalter initial vor Beginn des Abisoliervorgangs, insbesondere für ein neues Kabel, mechanisch positioniert wird. Zur initialen Kalibrierung des Abisoliermoduls für verschiedene Kabelarten und/oder Kabeldurchmesser kann in einer einfachen Ausgestaltung auch eine mechanische Verstellung von Hand vorgesehen sein.

35 Es kann aber auch vorgesehen sein, dass der Gegenhalter grundsätzlich unbeweglich auf dem Rotationskopf angeordnet ist.

In einer Ausgestaltung des Abisoliermoduls kann vorgesehen sein, dass der Gegenhalter einen Anschlag für das Messer ausbildet oder dass das Messer einen Anschlag für das Kabel ausbildet, um die maximale Tiefe des radialen Einschnitts in die Kabelkomponente zu begrenzen.

- 5 Ein Anschlag des Gegenhalters kann eine vorteilhafte Möglichkeit sein, um eine Beschädigung, beispielsweise ein Anritzen, einer unter der Kabelkomponente befindlichen sonstigen Komponente des Kabels, zu vermeiden. Das Messer oder ein Teil der Schneide/Klinge des Messers oder ein sonstiger Teil des Messers kann somit vorteilhaft an den Gegenhalter bzw. an einen Bereich des Gegenhalters anschlagen, noch bevor das Messer das Teilstück vollständig durchgeschnitten hat. Der Anschlag des Gegenhalters kann gegebenenfalls auch einstellbar bzw. justierbar sein. Beispielsweise kann der Anschlag
10 mittels einer Stellschraube eingestellt werden oder als Stellschraube ausgebildet sein.

- Es kann aber auch vorgesehen sein, dass das Messer selbst einen Anschlag ausbildet oder aufweist, um die Schnitttiefe zu begrenzen. Der Anschlag kann beispielsweise aus einem Kunststoff oder aus einem
15 Metall, beispielsweise Aluminium, ausgebildet sein.

- Im Falle eines linearen Messers mit einer geraden Klinge oder eines Formmessers mit einer zumindest teilweise an die zu schneidende Kabelkomponente angepassten Form der Klinge kann vorgesehen sein, den vorderen Schneidebereich der Klinge mit einem definierten Abstand zu einer Messeraufnahme ein-
20 zuspanssen. In ähnlicher Weise kann eine Schnitttiefenbegrenzung für ein Rundmesser realisiert werden, indem beispielsweise ein zylindrischer Anschlag mit einem geringeren Radius als die Klinge koaxial angrenzend an die Klinge angeordnet wird.

- In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Abisoliermoduls kann vorgesehen sein, dass zur Zustellung des
25 Messers, des Gegenhalters und/oder des wenigstens einen Abziehwerkzeugs an das Kabel eine jeweilige Kulisseneinrichtung und/oder ein jeweiliges Schienensystem vorgesehen ist.

Insbesondere die Verwendung einer Kulisseneinrichtung kann von Vorteil sein.

- 30 In einer Ausgestaltung des Abisoliermoduls kann vorgesehen sein, dass das Abziehwerkzeug als Formwerkzeug ausgebildet ist, das an einen Innendurchmesser der Kabelkomponente angepasst ist. Das Abziehwerkzeug kann allerdings auch linear bzw. gerade ausgebildet sein.

- Das Abziehwerkzeug kann grundsätzlich ähnlich zu dem Messer bzw. zu einem Formmesser ausgebildet
35 sein, im Gegensatz zu dem Formmessers bzw. Messer allerdings eine dickere Schneide/Klinge aufweisen.

Es ist vorzugsweise nicht vorgesehen, mittels des Abziehwerkzeugs in die Kabelkomponente einzuschneiden. Das Abziehwerkzeug soll lediglich dazu dienen, in den bereits durch das Messer erzeugten

Einschnitt einzutauchen und damit einen entsprechenden Formschluss mit der Kabelkomponente zu erzeugen, um das Teilstück nachfolgend abziehen oder gegebenenfalls auch abreißen/abtrennen zu können.

- 5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Abisoliermoduls können zwei Abziehwerkzeuge vorgesehen sein, wobei ein erstes Abziehwerkzeug einem zweiten Abziehwerkzeug gegenüberliegend angeordnet ist, und wobei die Abziehwerkzeuge auf die Mittelachse ausgerichtet sind.

10 Die Abziehwerkzeuge sind vorzugsweise auf einer radialen Linie bzw. einer Geraden angeordnet, die sich durch die Mittelachse des Rotationskopfes erstreckt. Bei einer Linearbewegung der beiden Abziehwerkzeuge können sich diese folglich direkt aufeinander zu oder voneinander weg bewegen.

15 Die Ausrichtung der beiden Abziehwerkzeuge ist vorzugsweise um 90° zu der Anordnung des Messers und des Gegenhalters auf dem Rotationskopf verdreht. Hierdurch kann der Platz auf dem Rotationskopf möglichst optimal ausgenutzt werden. Grundsätzlich kann allerdings auch vorgesehen sein, dass die Abziehwerkzeuge um einen von 90° abweichenden Winkel zu der Ausrichtung des Messers und des Gegenhalters versetzt sind.

20 In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit eines der Bearbeitungsmodule und/oder die Steuereinrichtung eingerichtet sind, um die Istverdrehung und die Sollverdrehung zwischen den Enden der Innenleiter bzw. den Innenleiterenden an dem jeweiligen Kabelenden zu erfassen.

25 Vorzugsweise werden die Sollverdrehung und die Istverdrehung erfasst, bevor die Innenleiterenden in einem nachfolgenden Bearbeitungsschritt freigelegt bzw. zugänglich gemacht werden. Optional erfolgt die Erfassung der Sollverdrehung und der Istverdrehung somit vor der Bearbeitung des Kabels durch das Abisoliermodul.

30 Es kann auch vorgesehen sein, dass die Erfassung der Sollverdrehung und der Istverdrehung vor dem Ablängen des Kabels oder einer seiner Komponenten erfolgt.

35 Gemäß der Weiterbildung zur Erfassung der Istverdrehung und der Sollverdrehung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung eingerichtet sind, um eine durch spätere Angleichung der Istverdrehung an die Sollverdrehung bedingte axiale Längenverkürzung der Gesamtlänge des Kabels zu berechnen.

Für die Erfassung der Istverdrehung und der Sollverdrehung, um die spätere Längenverkürzung der Gesamtlänge des Kabels zu berechnen, können insbesondere auch beliebige weitere Merkmale vorgese-

hen sein, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 119 663.9 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

5 Durch die spätere Verdrehung der Kabelenden, beispielsweise durch das Montagemodul, kann zwar die Istverdrehung vorteilhaft an die Sollverdrehung angeglichen werden, gleichzeitig verkürzt sich durch die "Verdrillung" der Innenleiter jedoch die axiale Länge der freigelegten Innenleiter bezüglich der Mittelachse bzw. Längsachse des Kabels (d. h. der vordere Abstand der Innenleiterenden zu der Austrittsstelle der Innenleiter aus einer diese umhüllenden Kabelkomponente, beispielsweise der Füllschicht, bezogen auf die Mittelachse des Kabels). Hierdurch wird schließlich die Gesamtlänge des Kabels, d. h. der Abstand
10 zwischen den Innenleiterenden der Innenleiter des ersten Kabelendes und der Innenleiterenden der Innenleiter des zweiten Kabelendes, verringert.

Gemäß der Weiterbildung zur Erfassung der Istverdrehung und der Sollverdrehung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung weiter eingerichtet sind, um eine vorgegebene
15 Abisolierlänge, entlang der das Abisoliermodul oder eine sonstige Abisoliereinrichtung die Innenleiter ausgehend von deren Enden freizulegen vermag, an zumindest einem der Kabelenden unter Berücksichtigung der berechneten Längenverkürzung zu vergrößern, um die Längenverkürzung zumindest teilweise zu kompensieren.

20 In vorteilhafter Weise kann somit sichergestellt sein, dass sich die Gesamtlänge des Kabels trotz Angleichung der Istverdrehung an die Sollverdrehung nicht ändert bzw. nicht in einem Maße ändert, das im Rahmen der Kabelkonfektionierung praktisch relevant ist oder gegebene Toleranzvorgaben überschreitet. Gleichzeitig kann sichergestellt sein, dass die Abisolierlänge der Innenleiter auch nach deren Verdrillung bzw. Verdrehung noch der Vorgabe entspricht – zumindest in einem praktisch relevanten Maße zur
25 Einhaltung der gegebenen Toleranzen.

Vorzugsweise wird die Längenverkürzung vollständig kompensiert. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass die Längenverkürzung nur in dem Maße kompensiert wird, wie dies im Rahmen von Toleranzvorgaben für die Konfektionierung eines jeweiligen Kabeltyps und/oder eines jeweiligen Steckverbinder-
30 typs bei der Steckverbindermontage erforderlich ist. Auch eine Überkompensierung kann grundsätzlich vorgesehen sein, sofern die Toleranzvorgaben noch eingehalten werden.

Dadurch, dass die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung die Istverdrehung und die Sollverdrehung bestimmen, kann eine Anpassung der Istverdrehung an die Sollverdrehung im Rahmen der Steck-
35 verbindermontage vorteilhaft erfolgen. Ein manueller Eingriff ist dann in der Regel nicht erforderlich.

Insbesondere die Sollverdrehung kann der Steuereinheit und/oder der Steuereinrichtung im Rahmen der Steckverbindermontage bzw. Kabelkonfektionierung als parametrisierbare Zielvorgabe für eine zu kon-

fektionierende Kabelserie bzw. für eine zu montierende Steckverbinderserie vorgegeben werden, beispielsweise mittels einer Daten- oder Benutzerschnittstelle.

5 Auch die Istverdrehung kann der Steuereinheit und/oder der Steuereinrichtung mittels einer Benutzerschnittstelle oder einer Datenschnittstelle vorgegeben werden. Vorzugsweise bestimmen die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung die Istverdrehung durch Sensorik und/oder auf Grundlage einer Kabeldatenbasis (beispielsweise auf Basis von Herstellerinformationen zur Verdrillung der Innenleiter über die Länge des Kabels). Insbesondere kann eine optische Sensorik vorgesehen sein, beispielsweise eine oder mehrere Kameras, die stirnseitig auf das erste Kabelende und/oder auf das zweite Kabelende ausgerichtet sind.
10

Die Bestimmung der Istverdrehung und/oder der Sollverdrehung kann im Rahmen der Erfindung die Erfassung eines analogen oder digitalen Zahlenwerts betreffen.

15 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Bestückungsmodul ausgebildet ist, um das Kabel ausgehend von einem der Kabelenden mit zumindest einer Steckverbinderkomponente des Steckverbinders zu bestücken. Das Bestückungsmodul kann vorzugsweise von der zweiten Modulgruppe umfasst sein.

20 Bei den Steckverbinderkomponenten kann es sich um beliebige Komponenten des auf dem entsprechenden Kabelende zu montierenden elektrischen Steckverbinders handeln, die vorzugsweise eine jeweilige Durchgangsbohrung zur Aufnahme des Kabels aufweisen. Die Steckverbinderkomponenten können somit auf das elektrische Kabel, insbesondere auf den Kabelmantel des Kabels, aufschiebbar sein. Der Durchmesser der Durchgangsbohrungen kann dabei im Wesentlichen dem Durchmesser des elektrischen Kabels, bzw. dessen Kabelmantels entsprechen. Der Durchmesser der Durchgangsbohrung kann
25 allerdings auch größer oder geringfügig kleiner sein als der Durchmesser des elektrischen Kabels bzw. dessen Kabelmantels, um das mechanische Spiel einer auf das Kabel aufgeschobene Steckverbinderkomponente beeinflussen zu können.

30 Grundsätzlich kann das elektrische Kabel mittels des Bestückungsmoduls mit beliebigen Steckverbinderkomponenten bestückt werden, von denen einige nachfolgend noch beispielhaft beschrieben werden.

Im Rahmen der Steckverbindermontage an einem der Kabelenden eines elektrischen Kabels ist es in der Regel erforderlich, diverse Steckverbinderkomponenten auf den Kabelmantel des Kabels in der später
35 benötigten Reihenfolge aufzuschieben, um diese für die spätere Steckverbindermontage bereitzuhalten. Die zuvor aufgeschobenen Komponenten können dann nacheinander oder gleichzeitig auf dem Kabelmantel in Richtung auf das vordere, freie Ende des Kabels bewegt werden, um mit weiteren Steckverbinderbauteilen bzw. Steckverbinderkomponenten zusammengefügt zu werden.

Insbesondere im Rahmen einer Massenfertigung ist das Bestücken des Kabels bzw. dessen Kabelmantels mit den Steckverbinderkomponenten vergleichsweise aufwändig und erfolgt deshalb in der Regel manuell.

5 Vor allem die Bestückung des Kabels mit mehreren Steckverbinderkomponenten gestaltet sich als aufwändig. Außerdem ist insbesondere auch die Bestückung des Kabelmantels mit einem elastischen Ringkörper, beispielsweise einer Leitungsdichtung, die naturgemäß kraftschlüssig bzw. eng anliegend auf dem Kabel befestigt werden soll, schwierig.

10 Das vorgeschlagene Bestückungsmodul kann vorzugsweise die nachfolgend noch beschriebenen Merkmale des Mehrfachbestückungsmoduls oder des Einzelbestückungsmoduls aufweisen. Grundsätzlich kann das Bestückungsmodul aber auch alternative Merkmale und/oder zusätzliche Merkmale aufweisen.

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Bestückungsmoduls (insbesondere des Mehrfachbestückungsmoduls oder des nachfolgend noch beschriebenen Einzelbestückungsmoduls) kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine der Steckverbinderkomponenten eine Schirmhülse, ein Steckverbindergehäuse, eine Leitungsdichtung, eine Kabelfesthaltung, eine Haltekappe oder eine Winkelkappe ist.

20 Die Schirmhülse kann auch als "Ferrule" (bzw. äußere Ferrule) bezeichnet werden und ist in der Regel vorgesehen, um einen Kontaktteilträger insbesondere im Bereich der Innenleiterkontaktelemente des elektrischen Steckverbinders elektromagnetisch abzuschirmen. Für eine verdrehsichere Befestigung können Kontaktteilträger und Schirmhülse eine entsprechende mechanische Kodierung aufweisen, beispielsweise eine Rastnase einerseits und eine korrespondierende Rastnut andererseits. Die Schirmhülse kann beispielsweise nur in einer vorgegebenen Orientierung oder in zwei Orientierungen auf den Kontaktteilträger aufschiebbar sein.

30 Vorzugsweise wird die Schirmhülse durch das Bestückungsmodul bereits vorab von vorne auf das elektrische Kabel bzw. auf dessen Kabelmantel aufgeschoben und kann nach der Montage des Kontaktteilträgers (beispielsweise durch das Montagemodul) von hinten, d. h. ausgehend von dem Kabelmantel, über den Kontaktteilträger geschoben oder auf sonstige Weise an diesem befestigt werden.

35 Bei dem Steckverbindergehäuse kann es sich insbesondere um ein Buchsengehäuse/Steckergehäuse (auch als Umgehäuse, Außengehäuse oder äußere Gehäuseschale bezeichnet) handeln, das im Rahmen der Steckverbindermontage, beispielsweise von hinten, über die montierte Schirmhülse aufgeschoben und an der Schirmhülse befestigt wird. Hierfür kann insbesondere eine lagerichtige Verriegelung mit der Schirmhülse und/oder mit dem Kontaktteilträger vorgesehen sein.

Bei der Leitungsdichtung kann es sich insbesondere um eine mechanische Dichtung, beispielsweise einen Dichtring zur Abdichtung gegen Schmutz, Staub, Flüssigkeiten oder Gase handeln, die beispielswei-

se von hinten in ein montiertes Steckverbindergehäuse eingeschoben werden kann. Der Durchmesser der Durchgangsbohrung der Leitungsdichtung kann vorzugsweise etwas kleiner ausgebildet sein, als der Durchmesser des Kabelmantels, um die Dichtigkeit zu verbessern. Die Leitungsdichtung kann eine beliebige Querschnittsgeometrie aufweisen. Häufig werden kreisrunde Leitungsdichtungen verwendet. Es können aber auch ovale oder mehreckige, insbesondere rechteckige, beispielsweise auch quadratische Leitungsdichtungen vorgesehen sein. Auf eine bestimmte Orientierung kommt es bei der Montage der Leitungsdichtung in der Regel nicht an, insbesondere bei Leitungsdichtungen mit kreisrunder Querschnittsgeometrie. Sofern eine ovale oder mehreckige (beispielsweise rechteckige) Leitungsdichtung vorgesehen ist, kann es hingegen auch bei der Leitungsdichtung auf eine vorgegebene Orientierung relativ zu weiteren Steckverbinderkomponenten ankommen.

Bei einer Kabelfesthaltung kann es sich insbesondere um eine Steckverbinderkomponente handeln, die einen Zugabfang des Kabels ermöglicht oder unterstützt.

Eine abschließende Haltekappe – oder im Falle eines gewinkelten Steckverbinders eine Winkelkappe – kann eine den Steckverbinder kabelseitig abschließende Steckverbinderkomponente sein, die beispielsweise eine Kabelfesthaltung und/oder eine Leitungsdichtung in dem Steckverbinder, beispielsweise dem Steckverbindergehäuse, fixiert. Es kann vorgesehen sein, dass die Haltekappe oder Winkelkappe Rastmittel aufweist, um mit der Kabelfesthaltung und/oder dem Steckverbindergehäuse zu verrasten. Die Haltekappe bzw. Winkelkappe kann auch als Abschlusskappenbaugruppe bezeichnet werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Steckverbinderkomponenten zur Aufnahme eines zweiten elektrischen Kabels ausgebildet sind, und hierfür jeweils eine Durchgangsbohrung zur Aufnahme des ersten elektrischen Kabels und des zweiten elektrischen Kabels aufweisen. Eine derartige Steckverbinderkomponente kann sich insbesondere zur Montage eines Steckverbinders eignen, der zwei oder mehr elektrische Kabel aufweist.

Vorzugsweise weisen die Steckverbinderkomponenten jeweils nur eine einzige Durchgangsbohrung zur Aufnahme nur eines einzigen elektrischen Kabels bzw. zur Montage eines ein einziges elektrisches Kabel aufweisenden Steckverbinders auf. In einer ebenfalls bevorzugten Variante weist zumindest eine der Steckverbinderkomponenten (vorzugsweise alle Steckverbinderkomponenten) allerdings genau zwei Durchgangsbohrungen zur Konfektionierung von genau zwei elektrischen Kabeln bzw. zur Montage eines genau zwei elektrische Kabel aufweisenden Steckverbinders auf. Grundsätzlich kann eine Steckverbinderkomponente im Rahmen der Erfindung aber sogar auch mehr als zwei Durchgangsbohrungen aufweisen, beispielsweise drei Durchgangsbohrungen oder mehr, vier Durchgangsbohrungen oder mehr, fünf Durchgangsbohrungen oder mehr, sechs Durchgangsbohrungen oder mehr, sieben Durchgangsbohrungen oder mehr, acht Durchgangsbohrungen oder mehr, neun Durchgangsbohrungen oder mehr, zehn Durchgangsbohrungen oder noch mehr Durchgangsbohrungen.

Ein Einschieben der Kabel in die entsprechenden Durchgangsbohrungen der Steckverbinderkomponenten kann beispielsweise sequentiell oder parallel erfolgen. Vorzugsweise erfolgt die Bestückung parallel, wobei eine entsprechend geeignete Zustelleinrichtung eingesetzt wird, die die Kabel gleichzeitig in die Steckverbinderkomponenten einzuschieben vermag.

5

Sofern vorstehend oder nachfolgend von „der“ bzw. „einer“ Durchgangsbohrung gesprochen wird ist dies nur zur Vereinfachung der Beschreibung und nicht einschränkend zu verstehen. Grundsätzlich können somit bezüglich jeder vorstehend und nachfolgend beschriebenen Ausgestaltung bzw. Weiterbildung der Erfindung auch mehrere Durchgangsbohrungen vorgesehen sein, selbst wenn dies nicht explizit erwähnt wird.

10

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodul als Mehrfachbestückungsmodul ausgebildet und eingerichtet ist, um das Kabel ausgehend von einem der Kabelenden mit zwei oder mehr Steckverbinderkomponenten des Steckverbinders zu bestücken. Das Mehrfachbestückungsmodul kann vorzugsweise Kammern zur Aufnahme der einzelnen Steckverbinderkomponenten aufweisen. Die Kammern können derart angeordnet sein, dass die in den Kammern aufgenommenen Steckverbinderkomponenten einen gemeinsamen Kanal mit einer gemeinsamen Mittelachse ausbilden.

15

Das Mehrfachbestückungsmodul kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 127 749.3 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

20

Die Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls sind vorzugsweise ausgebildet um jeweils nur eine einzige Steckverbinderkomponente aufzunehmen. Besonders bevorzugt sind die Kammern konstruktiv voneinander getrennt, beispielsweise durch jeweilige Wandungen, die allerdings Ausnehmungen zur Durchführung des elektrischen Kabels aufweisen und gegebenenfalls den Kanal zur Durchführung des elektrischen Kabels zusätzlich ausprägen bzw. das elektrische Kabel während dessen Durchführung zu Führen vermögen. Die Kammern können allerdings auch lediglich "gedachte" Bereiche innerhalb des Mehrfachbestückungsmoduls sein, die bautechnisch nicht voneinander separiert sind.

25

30

Vorzugsweise verläuft der Kanal linear bzw. sind die Kammern linear hintereinander angeordnet. Die Anordnung der Kammern zueinander bzw. der Kanal kann allerdings auch einen kurvenförmigen Verlauf aufweisen.

35

Es kann vorgesehen sein, dass die Zustelleinrichtung ausgebildet ist, um das Kabel mit seinem Kabelende entlang der Mittelachse durch die Steckverbinderkomponenten hindurchzuführen, um die Steckverbinderkomponenten auf den Kabelmantel des Kabels aufzuschieben.

Die Zustelleinrichtung kann ausgebildet sein, um das Kabel und/oder das Bestückungsmodul (beispielsweise das Mehrfachbestückungsmoduls oder das nachfolgend noch beschriebene Einzelbestückungsmodul) zu bewegen. Es kann damit insbesondere eine relative Bewegung zwischen Kabel und Bestückungsmodul vorgesehen sein, um die Steckverbinderkomponenten auf den Kabelmantel des Kabels aufzuschieben. Vorzugsweise wird das elektrische Kabel in das Bestückungsmodul entlang der Zustelleinrichtung eingeschoben. Hierzu kann die Zustelleinrichtung zum Beispiel eine Rollenfördereinrichtung mit einer, zwei oder noch mehr Rollen aufweisen, um das elektrische Kabel zwischen den Rollen linear zu führen.

5
10
15
Dadurch, dass die Steckverbinderkomponenten in den Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls angeordnet sind, können die Steckverbinderkomponenten durch die Zustelleinrichtung nachfolgend in einem zusammenhängenden Bewegungsablauf auf den Kabelmantel aufgeschoben werden. Eine sequentielle Bestückung des Kabels mit den Steckverbinderkomponenten, beispielsweise durch ein jeweiliges Ergreifen und Aufschieben jeder einzelnen Steckverbinderkomponente, ist dadurch nicht mehr notwendig.

Die Steckverbinderkomponenten können in den Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls vorteilhaft bereits in der gewünschten Reihenfolge angeordnet sein.

20
25
Das Mehrfachbestückungsmodul eignet sich insbesondere für eine vollautomatisierte Kabelkonfektionierung vorteilhaft. Aufgrund der Bestückung mittels des Mehrfachbestückungsmoduls mit den einzelnen Kammern kann ein manueller Eingriff bzw. eine manuelle Bestückung des Kabels mit den Steckverbinderkomponenten vermieden werden. Der Durchsatz an Kabeln kann somit erhöht sein. Ferner können Montagefehler bzw. Bestückungsfehler vermieden werden, insbesondere wenn die Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls ausgebildet sind, um jeweils nur bestimmte Steckverbinderkomponenten aufzunehmen. Ein vertauschtes Bestücken bzw. ein Bestücken in der falschen Reihenfolge oder der falschen Orientierung kann dadurch vermieden werden.

30
In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Bestückungsmoduls (insbesondere des Mehrfachbestückungsmoduls oder des nachfolgend noch beschriebenen Einzelbestückungsmoduls) kann vorgesehen sein, dass das Bestückungsmodul ein Magazin aufweist, um weitere Steckverbinderkomponenten zur Bestückung weiterer Kabel vorzuhalten.

Somit kann vorteilhaft ein Magazinieren der Steckverbinderkomponenten vorgesehen sein.

35
Beispielsweise kann ein Trichtermagazin vorgesehen sein. Die Trichter des Trichtermagazins können beispielsweise in den Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls münden, wodurch die Steckverbinderkomponenten von oben geordnet oder ungeordnet eingelegt werden können. Es kann vorzugsweise

auch ein Schachtmagazin vorgesehen sein, wonach die einzelnen Steckverbinderkomponenten übereinander liegen und schließlich (beispielsweise) in den Kammern münden.

5 Grundsätzlich können beliebige Magazinarten vorgesehen sein, beispielsweise auch ein Rollbahnmagazin, ein Stufenmagazin, ein Förderbandmagazin, ein Gleitbahnmagazin, ein Kettenmagazin, ein Hubmagazin oder ein sonstiges Magazin, insbesondere aber ein Magazin unter Verwendung der Schwerkraft, um die einzelnen Steckverbinderkomponenten möglichst einfach in das Bestückungsmodul, beispielsweise in die Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls zu befördern.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Mehrfachbestückungsmoduls kann vorgesehen sein, dass die Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls derart angeordnet sind, dass die in den Kammern aufgenommenen Steckverbinderkomponenten entlang der Mittelachse in definierten Abständen voneinander beabstandet sind.

15 Die Steckverbinderkomponenten können aber auch unmittelbar aneinander angrenzend angeordnet sein. Es kann außerdem auch vorgesehen sein, dass einzelne Steckverbinderkomponenten bereits teilweise übereinandergeschoben oder miteinander vormontiert in den Kammern angeordnet sind.

20 In vorteilhafter Weise können die einzelnen Steckverbinderkomponenten durch die Kammern zwangsgeführt, bzw. zwangspositioniert sein.

25 Die einzelnen Steckverbinderkomponenten können gegebenenfalls bereits in den später auf dem elektrischen Kabel vorgesehenen definierten Abständen zueinander vorgehalten werden. Beispielsweise kann ein Abstand zwischen den Steckverbinderkomponenten vorgesehen sein, um diese in den nachfolgenden Konfektionierungsschritten einfacher ergreifen bzw. montieren zu können. Insbesondere kann auch ein definierter Abstand zu dem vorderen, freien Ende bzw. zu dem Kabelende des Kabels vorgesehen sein, um das vordere, freie Ende im Rahmen der Steckverbindermontage noch bearbeiten zu können (beispielsweise abisolieren zu können), ohne die vorderste Steckverbinderkomponente zu beschädigen oder verschieben zu müssen.

30 In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Mehrfachbestückungsmoduls kann vorgesehen sein, dass die Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls derart ausgebildet sind, dass durch die Steckverbinderkomponenten verlaufende Durchgangsbohrungen zur Aufnahme des Kabels koaxial zueinander ausgerichtet sind, wenn die Steckverbinderkomponenten in den Kammern aufgenommen sind.

35 Insbesondere eine koaxiale Ausrichtung von durch die Steckverbinderkomponenten verlaufenden Durchgangsbohrungen kann von Vorteil sein, um das elektrische Kabel besonders einfach durch die koaxial angeordneten Steckverbinderkomponenten in einem Arbeitsgang durchführen zu können.

Eine koaxiale Ausrichtung der Durchgangsbohrungen der Steckverbinderkomponenten kann insbesondere von Vorteil sein, wenn die Durchmesser der Durchgangsbohrungen dem Durchmesser des Kabelmantels des Kabels entsprechen, annähernd entsprechen oder kleiner sind. Insbesondere wenn die Durchgangsbohrungen im Hinblick auf den Kabeldurchmesser vergleichsweise groß sind, kann eine koaxiale Ausrichtung gegebenenfalls auch entfallen.

In einer Ausgestaltung des Mehrfachbestückungsmoduls kann vorgesehen sein, dass die Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls ausgebildet sind, um die Steckverbinderkomponenten in Axialrichtung entlang der Mittelachse formschlüssig zu blockieren. Es kann auch vorgesehen sein, dass nur eine der Kammern oder einige der Kammern ausgebildet sind, um die Steckverbinderkomponenten in Axialrichtung entlang der Mittelachse formschlüssig zu blockieren.

Insbesondere kann es von Vorteil sein, wenn die Steckverbinderkomponenten in Zustellrichtung formschlüssig blockiert werden, damit diese während des Durchführens des elektrischen Kabels nicht von dem Kabel verschoben werden.

Gemäß einer Ausgestaltung des Mehrfachbestückungsmoduls kann vorgesehen sein, dass die Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls ausgebildet sind, um die Steckverbinderkomponenten verdrehsicher zu halten. Es kann auch vorgesehen sein, dass nur eine der Kammern oder einige der Kammern ausgebildet sind, um die Steckverbinderkomponenten verdrehsicher zu halten.

Insbesondere wenn im Rahmen der Steckverbindermontage einzelne Steckverbinderkomponenten in einer definierten Ausrichtung vorgehalten werden sollen bzw. ein Vorhalten einer der Steckverbinderkomponenten in einer definierten Ausrichtung von Vorteil ist, können die Kammern vorzugsweise ausgebildet sein, um die Steckverbinderkomponenten in Bezug auf die Mittelachse verdrehsicher zu halten.

Grundsätzlich kann vorgesehen sein, dass Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls ausgebildet sind, um die Steckverbinderkomponenten in einem, zwei, drei, vier, fünf oder in allen Freiheitsgraden formschlüssig und/oder kraftschlüssig zu fixieren.

Insbesondere wenn die Montage zwischen Schirmhülse und Kontaktteilträger in einer oder mehreren definierten Ausrichtungen erfolgen muss kann es von Vorteil sein, wenn zumindest die die Schirmhülse aufnehmende Kammer des Mehrfachbestückungsmoduls für eine verdrehsichere und vorausgerichtete Aufnahme der Schirmhülse ausgebildet ist. Auch hinsichtlich des Steckverbindergehäuses kann eine verdrehsichere Lagerung innerhalb der entsprechenden Kammer von Vorteil sein.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Einzelbestückungsmodul ausgebildet und eingerichtet ist, um das Kabel an einer definierten axialen Position mit einem elastischen Ringkörper zu bestücken.

Das Einzelbestückungsmodul kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 127 760.4 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

5

Im Rahmen des Einzelbestückungsmoduls kann vorgesehen sein, das elektrische Kabel mit nur einem einzigen Ringkörper zu bestücken oder mit mehreren Ringkörpern zu bestücken, beispielsweise mit zwei Ringkörpern oder mehr Ringkörpern, drei Ringkörpern oder mehr Ringkörpern, vier Ringkörpern oder mehr Ringkörpern, fünf Ringkörpern oder mehr Ringkörpern.

10

Bei der definierten axialen Position kann es sich insbesondere um eine axiale Position entlang der Mittelachse bzw. Längsachse des elektrischen Kabels handeln. Bei der definierten axialen Position handelt es sich vorzugsweise nicht um eine beliebige Position auf dem Kabel, sondern um eine zuvor definiert festgelegte Zielposition, beispielsweise eine Montageposition.

15

Bei der definierten axialen Position kann es sich beispielsweise auch um die endgültige Position des Ringkörpers auf dem Kabel handeln. Vorzugsweise kann es sich bei der definierten axialen Position allerdings um eine Montageposition des Ringkörpers auf dem Kabel handeln, ausgehend von der der Ringkörper später mit anderen Steckverbinderkomponenten zusammengeschoben wird.

20

Der Innendurchmesser der Durchgangsbohrung des Ringkörpers kann im Wesentlichen dem Durchmesser des elektrischen Kabels, insbesondere dessen Kabelmantels, entsprechen. Der Innendurchmesser der Durchgangsbohrung ist vorzugsweise allerdings geringfügig kleiner als der Durchmesser des elektrischen Kabels bzw. dessen Kabelmantels, damit der später auf dem Kabel aufgebrachte elastische Ringkörper kraftschlüssig an der definierten axialen Position fixiert ist. Es kann gegebenenfalls aber auch vorgesehen sein, dass der Innendurchmesser der Durchgangsbohrung größer ist als der Durchmesser des Kabels bzw. dessen Kabelmantels.

25

Die Verformbarkeit bzw. die Elastizität des Ringkörpers kann derart gewählt sein, dass der Ringkörper für die endgültige Befestigung auf dem Kabel, insbesondere auf dem Kabelmantel, eine ausreichende Haltekraft bereitstellt, sich zur Bestückung auf dem Kabel und dem nachfolgend noch beschriebenen Schrägrohr jedoch ausreichend reversibel ausdehnen kann, ohne eine (irreversible) plastische Verformung zu erfahren.

30

35

Der Ringkörper kann vorzugsweise aus einem Elastomer, also aus einem elastisch verformbaren Kunststoff bestehen, beispielsweise aus einem Vulkanisat aus Naturkautschuk oder Silikonkautschuk, beispielsweise Gummi.

Grundsätzlich kann der Ringkörper allerdings auch noch weitere Komponenten aufweisen, beispielsweise metallische Komponenten oder Komponenten aus einem nicht elastischen Kunststoff. Der elastische Teil des Ringkörpers kann dann vorzugsweise dem Kabel zugewandt sein, beispielsweise in der Art eines Innenrings. Die nicht elastischen Komponenten können von dem Kabel abgewandt sein, beispielsweise in der Art eines den Innenring in sich führenden Außenrings.

5

Das Einzelbestückungsmodul weist vorzugsweise ein Schrägrohr mit einer gegenüber einem Rohrquerschnitt des Schrägrohrs um einen Anstellwinkel geneigten Stirnfläche auf, das in eine Durchgangsbohrung des Ringkörpers einführbar ist.

10

In anderen Worten kann das Schrägrohr einen abgeschrägten Endabschnitt aufweisen, mit dem es in die Durchgangsbohrung des Ringkörpers einführbar ist.

Der Rohrquerschnitt ist vorzugsweise orthogonal zu der Längsachse bzw. Mittelachse des Schrägrohrs ausgerichtet.

15

Vorzugsweise ist der Endabschnitt bzw. die Stirnfläche des Schrägrohrs derart abgeschrägt, dass sich in einem Schnitt entlang der Längsachse durch das Schrägrohr eine Spitze an einem Ende des Schrägrohrs ausbildet.

20

Das Schrägrohr kann beispielsweise aus einem herkömmlichen Rohr mit geraden Enden durch schräges Zuschneiden eines der Enden oder durch Abschleifen eines der Enden herausgearbeitet werden. Das Schrägrohr kann aber auch mit sonstigen Verfahren hergestellt werden, beispielsweise auch direkt in der später vorgesehenen Form, zum Beispiel durch Schweißen, Gießen oder Ziehen.

25

Das Schrägrohr kann aus einem beliebigen Material ausgebildet sein und weist vorzugsweise eine möglichst geringe Wandstärke auf. Beispielsweise kann das Schrägrohr aus einem Kunststoff ausgebildet sein. Vorzugsweise ist das Schrägrohr allerdings aus einem Metall ausgebildet.

Vorzugsweise ist das das Kabel durch die Zustelleinrichtung in dem Schrägrohr derart positionierbar, dass sich der Ringkörper an der definierten axialen Position auf dem Kabel befindet, wenn der Ringkörper von dem Schrägrohr auf das Kabel abgestreift wird.

30

Für eine Positionierung des Kabels in dem Schrägrohr können das Kabel und/oder das Schrägrohr und/oder das Einzelbestückungsmodul bewegt werden. Es kommt grundsätzlich nur auf eine relative Bewegung zwischen dem Kabel und dem Schrägrohr an. Vorzugsweise wird allerdings ausschließlich das Kabel bewegt, um dieses in dem Schrägrohr zu positionieren.

35

Der Innendurchmesser des Schrägrohrs kann dem Außendurchmesser des Kabels entsprechen oder geringfügig größer sein als der Außendurchmesser des Kabels.

5 Der Außendurchmesser des Schrägrohrs kann dem Innendurchmesser des Ringkörpers entsprechen oder geringfügig größer sein als der Innendurchmesser des Ringkörpers. Der Außendurchmesser des Schrägrohrs kann gegebenenfalls aber auch kleiner sein als der Innendurchmesser des Ringkörpers.

10 Durch die Verwendung des Schrägrohrs und das anschließende Abstreifen des Ringkörpers von dem Schrägrohr können sich selbst Ringkörper auf das Kabel aufbringen lassen, die später mit großer Haltekraft auf dem Kabel haften. Grundsätzlich weist das Schrägrohr zwar einen noch größeren Außendurchmesser auf als das Kabel; durch die geneigte Stirnfläche wird allerdings das Aufschieben des Ringkörpers auf das Schrägrohr wiederum erleichtert. Ferner kann das Material des Schrägrohrs vorteilhaft gewählt werden, um ein leichtes Verschieben des Ringkörpers auf der Oberfläche des Schrägrohrs zu ermöglichen.

15 Das Einzelbestückungsmodul kann unter anderem eine äußerst exakte Positionierung des Ringkörpers auf dem Kabel ermöglichen, da das Kabel nahezu kräftefrei in dem Schrägrohr positionierbar sein kann. Der Ringkörper kann ferner auch sehr leicht an axialen Positionen des Kabels befestigt werden, die vergleichsweise weit von dem Kabelende beabstandet sind, beispielsweise bis zu 300 mm oder mehr von dem Kabelende beabstandet sind.

20 Das Einzelbestückungsmodul kann ein Abstreifmittel aufweisen, um den Ringkörper auf das Kabel abzustreifen. Das Abstreifmittel kann beispielsweise teilringförmig oder ringförmig um das Schrägrohr umlaufen. Das Abstreifmittel kann außerdem optional an seinem dem Ringkörper zugewandten Ende einen sich in Richtung auf den Ringkörper verjüngenden Abschnitt aufweisen, insbesondere einen sich konisch verjüngenden Abschnitt.

30 Die Zustelleinrichtung kann ausgebildet sein, um den Ringkörper von dem Schrägrohr unter Verwendung des Abstreifmittels auf das Kabel abzustreifen. Hierzu kann vorgesehen sein, das mit dem Ringkörper bestückte Schrägrohr nach dem Positionieren des Kabels in dem Schrägrohr wieder entgegen der Zustellrichtung zurückzubewegen. Insbesondere wenn das Abstreifmittel eine Ausnehmung mit einem ausreichend großen Innendurchmesser zum Durchführen des Schrägrohrs aufweist, jedoch mit einem kleineren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des Ringkörpers, kann der Ringkörper an der die Ausnehmung des Abstreifmittels umgebenden Wandung bzw. Stirnfläche anschlagen und schließlich an dieser axialen Position verbleiben, bis das Schrägrohr vollständig aus dem Ringkörper herausgezogen wurde.

Das Einzelbestückungsmodul kann einen Stützkörper aufweisen, vorzugsweise einen Stützkörper mit einer Durchgangsbohrung. Der Stützkörper kann ausgebildet sein, um den Ringkörper während des Einfüh-

rens des Schrägrohrs an seiner von dem Schrägrohr abgewandten Seite abzustützen. Vorzugsweise stützt der Stützkörper den Ringkörper dabei derart ab, dass sich der Ringkörper während des Einführens des Schrägrohrs in Richtung auf seine von dem Schrägrohr abgewandte Seite neigt.

- 5 Der Stützkörper kann mehrteilig ausgebildet sein, vorzugsweise wenigstens zwei Halbschalen aufweisen, die geöffnet werden können, um das bestückte Kabel leichter aus der Vorrichtung entnehmen zu können.

Das Einzelbestückungsmodul kann ein Magazin aufweisen, um weitere Ringkörper zur Bestückung weiterer Kabel vorzuhalten.

10

Das Einzelbestückungsmodul kann ferner Mittel aufweisen, um auf das Schrägrohr und/oder auf den Ringkörper ein Schmiermittel aufzutragen, vorzugsweise einen Alkohol oder ein Silikonöl.

15

Im Rahmen der Erfindung kann der Ringkörper als Teil der Vorrichtung, insbesondere des Einzelbestückungsmoduls betrachtet werden – zumindest bis dieser auf das Kabel aufgebracht wurde.

20

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Bestückungsmoduls (insbesondere des Mehrfachbestückungsmoduls und/oder des Einzelbestückungsmoduls) kann geeignete Sensorik vorgesehen sein die eingerichtet ist, um die Position des Kabels in dem Bestückungsmodul, beispielsweise in den Kammern oder in dem Schrägrohr zu überwachen. Die Überwachung kann vollständig oder auch nur abschnittsweise erfolgen. Es kann vorgesehen sein, beispielsweise unter Verwendung einer oder mehrerer Lichtschranken, diskrete Positionen des Kabels zu erfassen. Beispielsweise kann durch die Sensorik erfasst werden, ob das elektrische Kabel bis zu einer gewissen Länge in das Schrägrohr des Einzelbestückungsmoduls eingeführt wurde, bereits wieder bis zu einer gewissen Länge aus dem der Eintrittsstelle gegenüberliegenden Ende des Schrägrohrs ausgetreten ist, bis in eine definierte Kammer des Mehrfachbestückungsmoduls eingeführt wurde und/oder aus der letzten Kammer des Mehrfachbestückungsmoduls wieder ausgetreten ist.

25

30

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Einpressmodul ausgebildet ist, um das mit einem Innenleiterkontaktelement vorkonfektionierte Kabelende des Kabels entlang der Zustellrichtung in einen korrespondierenden Steckplatz einer Gehäusebaugruppe bzw. eines Steckverbindergehäuses des Steckverbinders einzupressen. Das Einpressmodul kann vorzugsweise von der vierten Modulgruppe umfasst sein.

35

Im Rahmen einer Steckverbindermontage werden in der Regel Stützhülsen, Press- bzw. Crimphülsen und/oder Innenleiterkontaktelemente mit den elektrischen Leitern des Kabels verbunden, insbesondere verpresst, verschweißt oder verlötet. Dieser Vorgang wird mitunter als "Vorkonfektionierung" des Kabels bezeichnet. Die Stützhülsen und Press- bzw. Crimphülsen sind dabei zur Verbindung mit einem Außen-

leiter des Kabels vorgesehen (insbesondere zur Montage auf einem Außenleiterschirmgeflecht), während die Inneneiterkontaktelemente mit dem Innenleiter bzw. den Innenleitern des Kabels verbunden sind.

5 Im Anschluss an die Vorkonfektionierung wird das Kabel dann in der Regel in einer Gehäusebaugruppe bzw. in einem Steckverbindergehäuse des späteren Steckverbinders montiert. Dabei können in einer Gehäusebaugruppe gegebenenfalls auch mehrere Kabel montiert werden, je nach Steckverbindertyp. Häufig müssen die vorkonfektionierten Kabel hierzu mit einer ausreichenden Presskraft in entsprechende Steckplätze der Gehäusebaugruppe eingepresst werden.

10 Insbesondere im Rahmen einer Massenfertigung ist das Einpressen der vorkonfektionierten Kabel in eine Gehäusebaugruppe bzw. in ein Steckverbindergehäuse vergleichsweise aufwändig. Außerdem muss das Einpressen zur Sicherstellung eines qualitativ hochwertigen und robusten Steckverbinders mit hoher Präzision und akkurater Prozessüberwachung erfolgen.

15 Das vorgeschlagene Einpressmodul kann vorzugsweise die nachfolgend noch beschriebenen Merkmale aufweisen. Grundsätzlich kann das Einpressmodul aber auch alternative Merkmale und/oder zusätzliche Merkmale aufweisen.

20 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Einpressmodul ausgebildet ist, aufweisend eine Vorschubeinrichtung die ausgebildet ist, um das mit einem Innenleiterkontaktelement vorkonfektionierte Kabelende des Kabels entlang einer Vorschubrichtung in einen korrespondierenden Steckplatz einer Gehäusebaugruppe (auch als "Steckverbindergehäuse" bezeichnet) des Steckverbinders einzupressen, bis das Innenleiterkontaktelement eine Sollposition innerhalb der Gehäusebaugruppe erreicht hat.

25 Bei der Vorschubeinrichtung kann es sich auch um die Zustelleinrichtung handeln. Vorzugsweise ist allerdings eine von der Zustelleinrichtung separate Vorschubeinrichtung vorgesehen.

Bei der Vorschubrichtung kann es sich um die Zustellrichtung handeln.

30 Vorzugsweise weist das vordere Ende des Kabels eine Stützhülse und/oder eine Press- bzw. Crimphülse auf, die auf dem vorderen Ende des Kabels mit einem Außenleiter des Kabels, insbesondere einem Außenleiterschirmgeflecht des Kabels, verpresst ist. Besonders bevorzugt weist das Kabel eine Stützhülse auf, die auf dem Kabelmantel des Kabels und/oder auf dem Außenleiterschirmgeflecht des Kabels montiert ist, wobei das Außenleiterschirmgeflecht über die Stützhülse nach hinten umgeschlagen und zwischen der Crimphülse und der Stützhülse verpresst ist.

35 Die Stützhülse und/oder Press- bzw. Crimphülse kann vorteilhaft zum Verpressen des Kabels innerhalb des Steckplatzes der Gehäusebaugruppe dienen.

Bei der Sollposition handelt es sich vorzugsweise um eine Position des Innenleiterkontaktelements innerhalb der Gehäusebaugruppe in der das Innenleiterkontaktelement mit einem Rastmittel der Gehäusebaugruppe verrastet und/oder eine für die spätere Verwendung des Steckverbinders vorgesehene Steckposition eingenommen hat, um mit einem korrespondierenden Gegensteckverbinder verbunden zu werden.

Es kann vorgesehen sein, mittels des Einpressmoduls genau ein elektrisches Kabel einzupressen oder genau zwei elektrische Kabel einzupressen. Grundsätzlich können aber auch noch mehr als zwei elektrische Kabel eingepresst werden, beispielsweise drei elektrische Kabel oder mehr elektrische Kabel, vier elektrische Kabel oder mehr elektrische Kabel, fünf elektrische Kabel oder mehr elektrische Kabel, sechs elektrische Kabel oder noch mehr elektrische Kabel.

Die jeweiligen Kabel können nacheinander oder gleichzeitig eingepresst werden, wie dies nachfolgend noch näher beschrieben wird.

Sofern im Rahmen des Einpressmoduls nachfolgend von "dem" elektrischen Kabel oder von "einem" elektrischen Kabel gesprochen wird so ist dies nicht einschränkend zu verstehen sondern soll lediglich der besseren Lesbarkeit dienen. Grundsätzlich können sich alle nachfolgend beschriebenen Ausgestaltungen und Varianten des Einpressmoduls auf genau ein elektrisches Kabel, auf genau zwei elektrische Kabel oder auf noch mehr elektrische Kabel beziehen, auch wenn dies nicht explizit angegeben ist. Insbesondere können sich Merkmale und Varianten, die sich auf das elektrische Kabel beziehen auch auf das nachfolgend als "zweites" elektrisches Kabel bezeichnete Kabel beziehen – und umgekehrt.

Das Einpressmodul kann vorzugsweise eine optische Sensoreinheit aufweisen, die zur Erfassung der Istposition des Innenleiterkontaktelements innerhalb der Gehäusebaugruppe während des Einpressens des Kabels ausgebildet ist.

Vorzugsweise ist die optische Sensoreinheit als Kamera, insbesondere Hochgeschwindigkeitskamera, und/oder als Lichtband bzw. Lichtschranke ausgebildet.

Die optische Sensoreinheit kann ausgebildet sein um die Istposition des Innenleiterkontaktelements kontinuierlich oder in schneller Abfolge zu erfassen. Beispielsweise können 20 bis 50 Auswertungen pro Sekunde, vorzugsweise 50 bis 200 Auswertungen pro Sekunde, besonders bevorzugt 200 bis 400 Auswertungen pro Sekunde, ganz besonders bevorzugt 400 bis 600 Auswertungen pro Sekunde, noch weiter bevorzugt 600 bis 1000 Auswertungen pro Sekunde, beispielsweise 800 Auswertungen pro Sekunde, oder sogar noch mehr als 1000 Auswertungen pro Sekunde vorgesehen sein.

Dadurch, dass die optische Sensoreinheit die Istposition des Innenleiterkontaktelements während des Einpressens des Kabels entlang der Vorschubrichtung überwacht kann eine hohe Präzision bei der Montage des Steckverbinders sichergestellt werden. Insbesondere kann das Innenleiterkontaktelement mit hoher Genauigkeit innerhalb der Gehäusebaugruppe positioniert werden.

5

Das Einpressmodul kann vorzugsweise einen Kraftaufnehmer zur Erfassung der beim Einpressen des Kabels aufgetragenen Presskraft aufweisen.

10

Der Kraftaufnehmer kann beispielsweise in der Vorschubeinrichtung oder der Zustelleinrichtung integriert sein.

Durch die Überwachung der Presskraft kann der Montagevorgang des Steckverbinders vorteilhaft überwacht und damit besonders Prozesssicher ausgestaltet werden.

15

Insbesondere kann eine Überwachung der Presskraft und ein Abgleich mit der von der optischen Sensoreinrichtung gleichzeitig erfassten Istposition vorteilhaft sein, um den Montagevorgang zu überprüfen. Die Presskraft kann damit beispielsweise in Abhängigkeit der Istposition des Innenleiterkontaktelements erfasst und ausgewertet werden.

20

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Einpressmoduls kann vorgesehen sein, dass die Vorschubeinrichtung oder die Zustelleinrichtung eine Halteeinrichtung zum Fixieren des Kabels während des Einpressens aufweist. Die Halteeinrichtung kann vorzugsweise zumindest eine an einen Kabelmantel des Kabels zustellbare Klemmbacke aufweisen.

25

Die Halteeinrichtung ist von der Vorschubeinrichtung oder von der Zustelleinrichtung vorzugsweise zusammen mit dem darin fixierten Kabel entlang der Vorschubrichtung oder Zustellrichtung bewegbar, um das vordere Ende des Kabels bzw. das Kabelende des Kabels in den Steckplatz der Gehäusebaugruppe einzupressen.

30

Vorzugsweise weist die Halteeinrichtung genau eine Klemmbacke oder genau zwei Klemmbacken auf, die in Richtung auf die Mittelachse des Kabels zustellbar sind, um das Kabel an seinem Kabelmantel zu fixieren.

35

Sofern genau eine zustellbare Klemmbacke vorgesehen ist kann diese das Kabel zu dessen Fixierung gegen eine der Klemmbacke entlang des Kabelmantels gegenüberliegende Auflage pressen.

Vorzugsweise fixiert die Halteeinrichtung das Kabel verdrehsicher.

Die Transporteinrichtung und/oder die Zustelleinrichtung können ausgebildet sein, um das Kabel in die Vorschubeinrichtung, insbesondere in die Halteeinrichtung der Vorschubeinrichtung, zuzustellen. Die Zustelleinrichtung kann beispielsweise antreibbare Transportrollen aufweisen, um das Kabel tangential zueinander zu führen. Insbesondere kann die Zustelleinrichtung eine erste Zustellung des Kabels entlang der Zustellrichtung übernehmen, wonach die Vorschubeinrichtung den Weitertransport und das Einpressen des Kabels entlang der Vorschubrichtung übernimmt.

Gemäß einer Ausgestaltung des Einpressmoduls kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit des Einpressmoduls zur Überwachung der Montage eingerichtet ist, insbesondere zur Auswertung der erfassten Istposition und der erfassten Presskraft im Rahmen einer Qualitätssicherung.

Insbesondere kann die Steuereinheit des Einpressmoduls eingerichtet sein, um die erfasste Presskraft mit einer Vorgabe für die Presskraft abzugleichen und den Steckverbinder entsprechend zu klassifizieren. Der Steckverbinder kann in Abhängigkeit der Klassifizierung markiert bzw. gekennzeichnet werden. Der Steckverbinder kann in Abhängigkeit der Klassifizierung in verschiedene Güteklassen eingeteilt und gegebenenfalls auch aus der Produktion entfernt werden.

Die Steuereinheit des Einpressmoduls kann insbesondere auch ausgebildet sein um die Vorschubeinrichtung und/oder die Zustelleinrichtung zu veranlassen, das Einpressen des Kabels bzw. den Vorschub des Kabels zu stoppen, sobald die von der optischen Sensoreinrichtung erfasste Istposition der vorgesehenen Sollposition entspricht. Die Steuereinheit kann den Vorschub des Kabels gegebenenfalls auch in Abhängigkeit der Istposition und/oder der erfassten Presskraft regeln, beispielsweise verlangsamen während sich die Istposition der Sollposition annähert.

Gemäß einer Ausgestaltung des Einpressmoduls kann vorgesehen sein, dass das Einpressmodul eine Fixiereinrichtung zum Fixieren der Gehäusebaugruppe an einer Montageposition entlang der Vorschubrichtung oder der Zustellrichtung aufweist.

Die Fixiereinrichtung kann insbesondere an die Gehäusebaugruppe zustellbar sein. Hierdurch kann die Gehäusebaugruppe vor dem Einpressen des Kabels oder der Kabel in das Einpressmodul eingelegt werden und nach dem Einpressen des Kabels oder der Kabel wieder aus dem Einpressmodul entnommen werden.

Die Fixiereinrichtung kann eine oder mehrere Pressbacken aufweisen.

In einer Ausgestaltung des Einpressmoduls kann vorgesehen sein, dass das Einpressmodul eine Ausrichtungshilfe mit einer Aufnahme und/oder mit einem Anschlag für das vordere Ende des Kabels aufweist. Die Ausrichtungshilfe kann eingerichtet sein, um das Kabel vor dem Einpressen an einer Ausgangsposition entlang der Vorschubrichtung und/oder der Zustellrichtung lagerichtig auszurichten.

Die Ausrichtungshilfe kann außerdem ausgebildet sein um nach dem Ausrichten des Kabels aus dem Verschiebeweg des Kabels entfernt zu werden, insbesondere orthogonal zu der Vorschubrichtung und/oder der Zustellrichtung.

5

Die Aufnahme bzw. der Anschlag der Ausrichtungshilfe kann insbesondere gabelförmig ausgebildet sein. Somit kann die Ausrichtungshilfe vorteilhaft in einer geradlinigen Bewegung seitlich bzw. orthogonal zur Vorschubrichtung bzw. Zustellrichtung entfernt werden.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Einpressmoduls kann vorgesehen sein, dass das Einpressmodul eine Vorspanneinrichtung aufweist die eingerichtet ist, um ein zur Verrastung des Innenleiterkontaktelements vorgesehenes Rastmittel innerhalb der Gehäusebaugruppe orthogonal zu der Vorschubrichtung mechanisch vorzuspannen.

15 Hierdurch kann das Einführen des Innenleiterkontaktelements in die Gehäusebaugruppe vereinfacht werden.

Die Vorspanneinrichtung weist vorzugsweise einen orthogonal zu der Vorschubrichtung und/oder Zustelleinrichtung verfahrbaren Teleskopstößel auf. Der Teleskopstößel kann in einen zum Verbinden des Steckverbinders mit einem Gegensteckverbinder vorgesehenen Steckbereich der Gehäusebaugruppe eingeführt werden, um das Rastmittel vorzuspannen.

20 Die Vorspanneinrichtung, insbesondere ein vorderes Ende des Teleskopstößels, kann ein Tasterelement, einen Näherungsschalter oder einen elektrischen Kontakt aufweisen um eine Berührung des Innenleiterkontaktelements oder eine anstehende Kollision des Innenleiterkontaktelements mit der Vorspanneinrichtung bzw. dem Teleskopstößel zu erkennen. Bei einer erkannten Kollision oder einer anstehenden Kollision kann die Vorspanneinrichtung, insbesondere der Teleskopstößel, schließlich aus dem Verschiebeweg des Innenleiterkontaktelements entfernt werden.

25 In einer Ausgestaltung des Einpressmoduls kann vorgesehen sein, dass die Vorschubeinrichtung und/oder die Zustelleinrichtung ausgebildet sind, um ein mit einem Innenleiterkontaktelement vorkonfektioniertes, vorderes Ende eines zweiten elektrischen Kabels entlang der Vorschubrichtung und/oder der Zustellrichtung in einen korrespondierenden zweiten Steckplatz der Gehäusebaugruppe einzupressen.

30 Dies erfolgt vorzugsweise nachdem das erste Kabel bis in seine Sollposition eingepresst wurde.

Es kann aber auch vorgesehen sein, dass eine zweite Vorschubeinrichtung das zweite Kabel einpresst, während das erste Kabel eingepresst wird oder nachdem das erste Kabel eingepresst wurde.

Es kann auch vorgesehen sein, dass zwei Vorschubeinrichtungen mit einem gemeinsamen Antrieb vorgesehen sind, wobei der Antrieb zunächst die erste Vorschubeinrichtung antreibt um das erste Kabel einzupressen und anschließend die zweite Vorschubeinrichtung antreibt um das zweite Kabel einzupressen.

5

Im Rahmen einer automatischen Steckverbindermontage gestaltet sich insbesondere auch der Transport des Kabels als aufwändig. Ganz besonders problematisch ist dabei die Zustellung des Kabels in ein Bearbeitungsmodul zum Bestücken des Kabelmantels des Kabels mit Steckverbinderkomponenten (beispielsweise in eines der vorstehend genannten Bestückungsmodule), da zum Einschieben des Kabels in die Steckverbinderkomponenten mitunter eine vergleichsweise hohe Kraft erforderlich ist. Gleichzeitig besteht das Problem, das mit den Steckverbinderkomponenten bestückte Kabel ohne Kollision mit den Transporteinheiten eines Transportmoduls wieder aus dem Bestückungsmodul zu entnehmen und nachfolgend in weitere Bearbeitungsmodule einzuführen / aus diesen zu entnehmen.

10

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann deshalb vorgesehen sein, dass die Zustelleinrichtung ein erstes Transportmodul und ein zweites Transportmodul aufweist, wobei das erste Transportmodul ausgebildet ist um das Kabelende entlang der Zustellrichtung in eines der Bearbeitungsmodule zur Bearbeitung des Kabelendes zu transportieren oder entgegen der Zustellrichtung aus dem Bearbeitungsmodul hinaus zu transportieren.

20

Die Zustelleinrichtung kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 128 918.1 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

Die Transportmodule können jeweils ausgebildet sein um genau ein elektrisches Kabel zu transportieren. Die Transportmodule können aber auch ausgebildet sein um genau zwei elektrische Kabel zu transportieren (oder noch mehr Kabel). Insbesondere wenn der Steckverbinder mehrere elektrische Kabel aufweist können die Transportmodule dann zum Transport einer entsprechenden Anzahl elektrischer Kabel ausgebildet sein.

30

Sofern mehr als ein elektrisches Kabel vorgesehen ist bzw. durch ein jeweiliges Bearbeitungsmodul bearbeitet werden soll kann vorgesehen sein, dass die Transportmodule die Kabel gleichzeitig nebeneinander transportieren. Es kann aber auch ein gleichzeitiger Transport vorgesehen sein, bei dem die Kabel stirnseitig axial zueinander versetzt sind. Außerdem können die Kabel gegebenenfalls auch nacheinander transportiert werden, dies ist jedoch weniger bevorzugt.

35

Sofern im Rahmen der Zustelleinrichtung vorstehend oder nachfolgend von "dem" elektrischen Kabel oder von "einem" elektrischen Kabel gesprochen wird so ist dies nicht einschränkend zu verstehen sondern soll lediglich der besseren Lesbarkeit dienen. Grundsätzlich können sich alle nachfolgend beschrie-

benen Weiterbildungen und Varianten der Erfindung auf genau ein elektrisches Kabel, auf genau zwei elektrische Kabel oder auf noch mehr elektrische Kabel beziehen, auch wenn dies nicht explizit angegeben ist.

- 5 Das zweite Transportmodul ist vorzugsweise an einer in Zustellrichtung von dem ersten Transportmodul beabstandeten Position angeordnet und ausgebildet ist, um das Kabelende entlang oder entgegen der Zustellrichtung zu transportieren.

Vorzugsweise ist das zweite Transportmodul unabhängig von dem ersten Transportmodul antreibbar.

- 10 Das zweite Transportmodul kann gegebenenfalls aber auch mit dem ersten Transportmodul synchronisiert bewegbar sein.

In vorteilhafter Weise kann aufgrund der erfindungsgemäßen Verwendung von zwei antreibbaren Transportmodulen die Flexibilität beim Transport des elektrischen Kabels bzw. bei der Zustellung des zu bearbeitenden Kabelabschnitts in ein jeweiliges Bearbeitungsmodul verbessert sein. Das elektrische Kabel kann dabei gleichzeitig von beiden Transportmodulen, vorzugsweise aber wahlweise von dem ersten Transportmodul oder dem zweiten Transportmodul transportiert werden. Der Transport des Kabels kann dabei ideal auf die Art der Bearbeitung des Kabelabschnitts bzw. auf das Bearbeitungsmodul abgestimmt werden.

- 20 Vorzugsweise weist das erste Transportmodul an das Kabel zustellbare Transporteinheiten auf die derart umpositionierbar sind, dass auf dem zu bearbeitenden Kabelende aufgebrachte Steckverbinderkomponenten des Steckverbinders durch das erste Transportmodul passieren können, während das zweite Transportmodul den Transport des Kabels durchführt.

- 25 Die Transporteinheiten des ersten Transportmoduls können in Richtung auf die Mittelachse des Kabels zustellbar sein.

- 30 Insbesondere kann das zweite Transportmodul den Transport des Kabels übernehmen, wenn ein Weitertransport durch das erste Transportmodul aufgrund einer anstehenden Kollision des ersten Transportmoduls mit einer Steckverbinderkomponente nicht mehr möglich ist. Die Transporteinheiten des ersten Transportmoduls können dann umpositioniert und damit aus dem Verschiebeweg der Steckverbinderkomponente entfernt werden.

- 35 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Zustelleinrichtung kann vorgesehen sein, dass die Transporteinheiten bezogen auf die Mittelachse des Kabels radial geöffnet werden, um die Steckverbinderkomponenten passieren zu lassen.

Vorzugsweise sind genau zwei Transporteinheiten vorgesehen, die jeweils in Richtung auf die Mittelachse des Kabels aufeinander zustellbar sind. Das Kabel kann somit im Falle der geschlossenen bzw. zugestellten Transporteinheiten zwischen den Transporteinheiten verlaufen.

- 5 Grundsätzlich können auch noch weitere Transporteinheiten vorgesehen sein, beispielsweise insgesamt drei Transporteinheiten, vier Transporteinheiten oder noch mehr Transporteinheiten.

10 Gemäß einer Ausgestaltung der Zustelleinrichtung kann vorgesehen sein, dass die Transporteinheiten als antreibbare Transportrollen ausgebildet sind, die das Kabel tangential zwischeneinander zu führen vermögen.

Vorzugsweise sind genau zwei Transportrollen vorgesehen, zwischen denen das Kabel verläuft.

15 Die Transportrollen können eine aufgeraute Oberfläche aufweisen, um die Reibung zwischen der Transportrolle und dem Kabel zu erhöhen. Die Transportrollen können außerdem entlang des Umfangs Einkerbungen oder ein Negativ eines Kabelmantelabschnitts enthalten, um die Führung des Kabels zu verbessern.

20 Sofern das erste Transportmodul zum gemeinsamen Transport von mehr als einem Kabel vorgesehen ist, beispielsweise zum Transport von zwei Kabeln, können die Kabel entlang der Drehachse der Transportrollen axial versetzt durch die Transportrollen verlaufen. Die Transportrollen können optional für jedes der Kabel jeweils eine Einkerbung oder ein Negativ des Kabelmantels aufweisen, insbesondere auch um ein axiales Verrutschen der Kabel zu vermeiden und einen definierten Abstand zwischen den Kabeln vorzugeben.

25 Sofern das erste Transportmodul zum gemeinsamen Transport von mehr als einem Kabel vorgesehen ist, beispielsweise zum Transport von zwei Kabeln, können auch für jedes der Kabel eigene Transporteinheiten, beispielsweise Transportrollen, vorgesehen sein (insbesondere zwei Transportrollen pro Kabel). Die Transportrollen können coaxial zueinander angeordnet sein, wobei der Abstand und die axiale Länge der Transportrollen derart bestimmt sein können, dass ein definierter Abstand zwischen den Kabeln vorgegeben wird. Die Transportrollen der verschiedenen Kabel können ausgebildet sein um die Kabel synchron oder jeweils einzeln zu transportieren.

30 Die Transportrollen sind vorzugsweise antreibbar, wodurch das Kabel durch eine rotative Antriebsbewegung des ersten Transportmoduls linear entlang oder entgegen der Zustellrichtung bewegbar ist. Das Transportmodul kann somit als Rollenfördereinrichtung ausgebildet sein.

Das Transportmodul kann allerdings auch als Bandfördereinrichtung mit einem oder mehreren als Transportbänder ausgebildeten Transporteinheiten oder als Greifereinrichtung mit einer oder mehreren als

Greifer ausgebildeten Transporteinheiten ausgebildet sein. Vorzugsweise ist allerdings eine Rollenfördereinrichtung mit genau zwei Transportrollen vorgesehen.

5 Gemäß einer Ausgestaltung der Zustelleinrichtung kann vorgesehen sein, dass das zweite Transportmodul einen Linearantrieb aufweist, um den zu bearbeitenden Kabelabschnitt entlang oder entgegen der Zustellrichtung zu transportieren.

Der Linearantrieb des zweiten Transportmoduls kann beispielsweise ein Schienensystem aufweisen.

10 In einer Ausgestaltung der Zustelleinrichtung kann vorgesehen sein, dass das zweite Transportmodul in Richtung auf die Mittelachse des Kabels zustellbare Klemmkörper aufweist.

Vorzugsweise sind zwei Klemmkörper vorgesehen, die in Richtung auf die Mittelachse des Kabels aufeinander zustellbar sind. Die Klemmkörper können das Kabel somit zwischeneinander aufnehmen.

15 Es kann somit vorgesehen sein, dass das zweite Transportmodul das Kabel zusammen mit den an das Kabel zugestellten Klemmkörpern linear in Richtung auf das erste Transportmodul bzw. auf das Bearbeitungsmodul zu transportieren vermag (oder in die entgegengesetzte Richtung).

20 Grundsätzlich kann allerdings eine beliebige Anzahl Klemmkörper vorgesehen sein, beispielsweise auch drei Klemmkörper, vier Klemmkörper oder noch mehr Klemmkörper.

In einer Ausgestaltung der Zustelleinrichtung kann vorgesehen sein, dass die Klemmkörper als Rollenkörper ausgebildet sind, die das Kabel tangential zwischeneinander zu führen vermögen.

25 Vorzugsweise sind genau zwei Rollenkörper vorgesehen, zwischen denen das Kabel tangential verläuft.

Die Rollenkörper können eine aufgeraute Oberfläche aufweisen, um die Reibung zwischen dem Rollenkörper und dem Kabel zu erhöhen. Die Rollenkörper können außerdem entlang des Umfangs Einkerbungen oder ein Negativ eines Kabelmantelabschnitts enthalten, um die Führung des Kabels zu verbessern.

30 Sofern das zweite Transportmodul zum gemeinsamen Transport von mehr als einem Kabel vorgesehen ist, beispielsweise zum Transport von zwei Kabeln, können die Kabel entlang der Drehachse der Rollenkörper axial versetzt durch die Rollenkörper verlaufen. Die Rollenkörper können optional für jedes der
35 Kabel jeweils eine Einkerbung oder ein Negativ des Kabelmantels aufweisen, insbesondere auch um ein axiales Verrutschen der Kabel zu vermeiden und einen definierten Abstand zwischen den Kabeln vorzugeben.

5 Sofern das zweite Transportmodul zum gemeinsamen Transport von mehr als einem Kabel vorgesehen ist, beispielsweise zum Transport von zwei Kabeln, können auch für jedes der Kabel eigene Klemmkörper, beispielsweise Rollenkörper, vorgesehen sein (insbesondere zwei Rollenkörper pro Kabel). Die Rollenkörper können coaxial zueinander angeordnet sein, wobei der Abstand und die axiale Länge der Rollenkörper derart bestimmt sein können, dass ein definierter Abstand zwischen den Kabeln vorgegeben wird.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Zustelleinrichtung kann vorgesehen sein, dass die Rollenkörper durch eine Bremseinheit blockierbar sind, um das Kabel wahlweise zwischen den Rollenkörpern in einem blockierten Zustand in Zustellrichtung zu fixieren oder in einem freigegebenen Zustand in Zustellrichtung beweglich zu lagern.

15 Die Rollenkörper bzw. Klemmkörper des zweiten Transportmoduls können somit wahlweise zur Fixierung oder zur – möglichst kräftefreien – tangentialen Führung des Kabels verwendbar sein.

Vorzugsweise sind die Rollenkörper des zweiten Transportmoduls nicht antreibbar.

20 Sofern die Rollenkörper durch die Bremseinheit blockiert sind, ist es möglich, das Kabel unter Verwendung des Linearantriebs des zweiten Transportmoduls entlang oder entgegen der Zustellrichtung zu transportieren. Sofern die Rollenkörper durch die Bremseinheit nicht blockiert bzw. freigegeben sind und sich damit frei drehen können, ist hingegen ein Transport durch das erste Transportmodul möglich.

25 Mehrere Rollenkörper können gemeinsam oder jeweils einzeln durch die Bremseinheit blockierbar sein. Vorzugsweise sind alle Rollenkörper gemeinsam blockierbar. Grundsätzlich kann eine beliebige Anzahl Bremseinheiten vorgesehen sein, beispielsweise eine Bremseinheit für jeden Rollenkörper. Es kann allerdings auch eine gemeinsame Bremseinheit für alle Rollenkörper vorgesehen sein.

30 In einer Ausgestaltung der Zustelleinrichtung kann vorgesehen sein, dass das erste Transportmodul in Zustellrichtung näher an dem Bearbeitungsmodul (insbesondere an einem Bearbeitungswerkzeug des Bearbeitungsmoduls) angeordnet ist als das zweite Transportmodul, wobei das erste Transportmodul vorzugsweise unmittelbar an das Bearbeitungsmodul (insbesondere an ein Bearbeitungswerkzeug des Bearbeitungsmoduls) angrenzend angeordnet ist.

35 Vorzugsweise kann das erste Transportmodul in Zustellrichtung so nah wie technisch realisierbar an dem Bearbeitungsmodul angeordnet sein.

Dadurch, dass das erste Transportmodul in Zustellrichtung näher an dem Bearbeitungsmodul, vorzugsweise möglichst nah bzw. unmittelbar an das Bearbeitungsmodul angrenzend angeordnet ist, kann das erste Transportmodul das Kabel – sofern erforderlich – auch mit sehr hohen Kräften in das Bearbei-

tungsmodul einführen (oder wieder aus dem Bearbeitungsmodul hinausbewegen), ohne beispielsweise ein Abknicken des Kabels zu verursachen. Insbesondere kann es somit von Vorteil sein, den Abstand bzw. die Kabellänge zwischen dem ersten Transportmodul und einem oder mehreren Werkzeugen des Bearbeitungsmoduls zu verkürzen.

- 5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Zustelleinrichtung kann vorgesehen sein, dass zumindest eine von dem ersten Transportmodul und von dem zweiten Transportmodul in Zustellrichtung beabstandete Führungseinrichtung zur Führung des Kabels vorgesehen ist.
- 10 Es kann beispielsweise eine erste Führungseinrichtung vorgesehen sein, die in Zustellrichtung vor dem zweiten Transportmodul (d. h. weiter von dem Bearbeitungsmodul beabstandet als das zweite Transportmodul) angeordnet ist, um das Kabel beispielsweise in einem Einführbereich der Zustelleinrichtung abzustützen.
- 15 Beispielsweise kann auch eine zweite Führungseinrichtung zwischen dem ersten Transportmodul und dem zweiten Transportmodul vorgesehen sein. Hierdurch kann das Kabel zwischen den beiden Transportmodulen vorteilhaft abgestützt werden.
- 20 Beispielsweise kann außerdem eine dritte Führungseinrichtung zwischen dem ersten Transportmodul und dem Bearbeitungsmodul vorgesehen sein, um das Kabel beim Einführen oder Hinausbewegen aus dem Bearbeitungsmodul zusätzlich abzustützen. Vorzugsweise ist allerdings keine Führungseinrichtung zwischen dem ersten Transportmodul und dem Bearbeitungsmodul vorgesehen um den Abstand zwischen dem ersten Transportmodul und dem Bearbeitungsmodul noch zu verringern.
- 25 Die Führungseinrichtung kann frei drehbare Rollen oder Kugellkörper aufweisen, um das Kabel möglichst kräftefrei bzw. reibungsfrei zu lagern.
- 30 Die Verwendung einer Zustelleinrichtung mit den beschriebenen zwei Transportmodulen zusammen mit einem Bestückungsmodul (insbesondere mit dem Mehrfachbestückungsmodul und/oder dem Einzelbestückungsmodul) eignet sich in ganz besonderer Weise, da die Bestückung des Kabels mit einer oder mehreren Steckverbinderkomponenten in der Regel eine vergleichsweise exakte Führung des Kabels bei gleichzeitig hohen Einführkräften zum Einschieben des Kabels in die Steckverbinderkomponenten erfordert.
- 35 Aufgrund der hohen Flexibilität durch Verwendung von zwei voneinander unabhängig ausgebildeten Transportmodulen kann sich insbesondere das erste Transportmodul gut eignen, um das Kabel mit dem zu bearbeiteten Kabelabschnitt bzw. mit dem entsprechenden Kabelende durch auf den Kabelmantel aufzubringende Steckverbinderkomponenten hindurchzuführen, wofür hohe Kräfte erforderlich sein können, insbesondere wenn die Durchgangsbohrungen im Hinblick auf den Durchmesser des Kabelmantels

klein sind (wie dies beispielsweise bei Dichtungen naturgemäß der Fall ist). Durch Aufteilen der Transportaufgabe auf zwei Transportmodule ist es möglich, das erste Transportmodul möglichst nah an dem Bestückungsmodul anzuordnen, wodurch ein Abknicken und eine fehlerhafte Positionierung während des Einführens des Kabels in die Steckverbinderkomponenten verhindert werden kann.

5

Die Zustelleinrichtung mit den zwei Transportmodulen eignet sich auch vorteilhaft zur Bestückung des Kabels mit einer vorzugsweise von dem Steckverbinder unabhängigen Mantelklemme, beispielsweise durch eine nachfolgend noch beschriebene Bestückungseinheit.

10 Die Bestückungseinheit kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 119 726.0 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

15 In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Vorrichtung eine Bestückungseinheit aufweist die ausgebildet ist, um eine von dem auf dem Kabel im Rahmen der Montage zu montierenden Steckverbinder unabhängige Mantelklemme an einer definierten axialen Position entlang der Mittelachse bzw. Längsachse des Kabels kraftschlüssig auf dem Kabel (insbesondere auf dem Kabelmantel des Kabels) zu befestigen.

20 Die Bestückungseinheit kann im Rahmen der Erfindung auch als Bearbeitungsmodul bezeichnet werden und vorzugsweise von der ersten Modulgruppe umfasst sein.

25 Die Mantelklemme ist von dem auf dem Kabel im Rahmen der Steckverbindermontage zu montierenden Steckverbinder unabhängig. Insbesondere handelt es sich bei der Mantelklemme somit nicht um eine Steckverbinderkomponente, die später Teil des Steckverbinders ist.

30 Es können grundsätzlich beliebig viele Mantelklemmen vorgesehen sein, beispielsweise eine Mantelklemme an jedem Kabelende, um das Kabel an beiden Kabelenden vorteilhaft identifizieren zu können. Es können aber auch noch mehr Mantelklemmen vorgesehen sein, die entlang der Längsachse bzw. Mittelachse des Kabels auf dem Kabelmantel verteilt sind. Die Mantelklemmen können auch dazu dienen, den Verschiebeweg von auf dem Kabelmantel des Kabels aufgebrauchten Steckverbinderkomponenten formschlüssig zu blockieren.

35 Vorzugsweise kann es sich bei der Mantelklemme um eine Klammer zum kraftschlüssigen Zusammenhalten von Gegenständen handeln.

Die Mantelklemme kann einen Klemmbereich zur Befestigung an dem Kabelmantel aufweisen. Der Klemmbereich kann beispielsweise zwei oder mehr Klemmbacken aufweisen, beispielsweise Klemmbacken aus einem Kunststoff, zum Beispiel Gummi. Der Klemmbereich kann gegebenenfalls auch eine o-

der mehrere Krallen aufweisen, um die Befestigung an dem Kabelmantel noch zu verstärken. Die Verwendung von Krallen ist allerdings aufgrund der damit einhergehenden Beeinträchtigung des Kabelmantels nicht bevorzugt.

5 Die Mantelklemme kann ferner einen Betätigungsbereich aufweisen. Der Betätigungsbereich kann insbesondere von einem Benutzer oder einem Modul zur Handhabung und/oder Befestigung der Mantelklemme betätigt werden. Insbesondere kann der Betätigungsbereich dazu dienen, die Mantelklemme zur Befestigung auf dem Kabelmantel des Kabels zumindest teilweise zu öffnen – vorzugsweise entgegen einer Federkraft zum Schließen der Mantelklemme.

10 Die Mantelklemme kann vorzugsweise zwei in einem mittleren Abschnitt miteinander verbundene Klemmschenkel aufweisen, wobei die ersten Enden der Klemmschenkel den Betätigungsbereich und die zweiten Ende der Klemmschenkel den Klemmbereich ausbilden. Am Verbindungsbereich der beiden Klemmschenkel kann eine Feder angeordnet sein, die die beiden Klemmschenkel mit ihren jeweiligen
15 zweiten Enden zusammendrückt.

Grundsätzlich kann die Mantelklemme einen beliebigen Aufbau aufweisen. Die Mantelklemme kann beispielsweise auch einen oder mehrere elastische Befestigungsringe aufweisen oder aus einem oder mehreren elastischen Befestigungsringen bestehen. Beispielsweise kann ein elastischer Befestigungsring
20 aus einem Kunststoff, vorzugsweise Gummi, ausgebildet sein (in der Art einer Gummidichtung), um kraftschlüssig auf dem Kabelmantel verspannt zu werden. Auch federnde, teilringförmige Befestigungsringe, beispielsweise aus einem Metall, können vorgesehen sein.

Ferner kann die Mantelklemme beispielsweise auch magnetisch ausgebildet sein. Die Mantelklemme
25 kann hierzu beispielsweise zwei magnetisch miteinander verbindbare Halbschalen aufweisen.

Insofern wenigstens eine Mantelklemme auf dem Kabelmantel des Kabels befestigt wird, ergeben sich diverse Vorteile bei der Steckverbindermontage, insbesondere bei der Handhabung und Identifizierung des Kabels im Rahmen der Bearbeitung durch die voneinander unabhängigen Bearbeitungsmodule.
30

Die Bestückungseinheit kann ergänzend ausgebildet sein, um die Mantelklemme(n) nach der Bearbeitung durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule wieder von dem Kabel zu entfernen. Hierzu kann allerdings auch ein separates Bearbeitungsmodul vorgesehen sein.

35 Sofern die Mantelklemme einen oder mehrere Befestigungsringe oder irreversibel geschlossene Verzurrelemente aufweist, können diese gegebenenfalls aufgeschnitten werden. Vorzugsweise wird die Mantelklemme jedoch zerstörungsfrei von dem Kabel entfernt.

Grundsätzlich kann allerdings auch vorgesehen sein, zumindest eine der Mantelklemmen nicht zu entfernen und beispielsweise zusammen mit dem konfektionierten elektrischen Kabel auszuliefern.

5 Vorzugsweise ist die wenigstens eine Mantelklemme dem Kabel während des gesamten Verfahrens zur Konfektionierung zugeordnet.

10 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Sensormodul zur Vermessung und/oder Prüfung des Kabels, der Kabelkomponenten, des Steckverbinders und/oder der Steckverbinderkomponenten ausgebildet. Das Sensormodul kann vorzugsweise von der ersten Modulgruppe und/oder von der fünften Modulgruppe umfasst sein.

15 Im Rahmen der Steckverbindermontage wird ein Innenleiter oder werden mehrere Innenleiter des Kabels in der Regel mit entsprechenden Innenleiterkontaktelementen, beispielsweise Buchsenkontakten, verbunden. Anschließend werden die mit Innenleiterkontaktelementen versehenen elektrischen Innenleiter in entsprechende Aufnahmen einer Gehäusekomponente des späteren Steckverbinders (beispielsweise in den bereits erwähnten Kontaktteilträger) eingeführt und in den Aufnahmen verrastet. Hierfür ist in der Regel eine sogenannte Primärverrastung (auch als "Primärsicherung" bezeichnet) vorgesehen. Bevor das elektrische Kabel anschließend weiterverarbeitet wird gilt es sicherzustellen, dass die Innenleiterkontaktelemente bis in ihre vorgesehene axiale Endposition in die Aufnahmen bzw. in die Gehäusekomponente eingeführt wurden und ordnungsgemäß primärverrastet sind.

25 Im Rahmen der üblichen, manuellen Steckverbindermontage erfolgt diese Prüfung in der Regel durch den Versuch, eine sogenannte Sekundärsicherung zu schließen. Eine Sekundärsicherung ist zumeist ausgelegt, dass sie sich nur dann schließen lässt, wenn sich die Innenleiterkontaktelemente in ihrer axialen Endposition befinden bzw. ordnungsgemäß mit der Primärverrastung verrastet sind. Sofern sich also die Sekundärsicherung ordnungsgemäß betätigen lässt, wird dem Monteur aufgezeigt, dass sich die Innenleiterkontaktelemente in ihrer axialen Endposition befinden.

30 Diese Art der Prüfung der axialen Endposition der Innenleiterkontaktelemente eignet sich für eine vollautomatisierte Kabelkonfektionierung jedoch nur bedingt.

35 Das vorgeschlagene Sensormodul kann vorzugsweise die nachfolgend noch beschriebenen Merkmale aufweisen. Grundsätzlich kann das Sensormodul aber auch alternative Merkmale und/oder zusätzliche Merkmale aufweisen.

Das Sensormodul kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 108 322.2 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein Sensormodul vorgesehen und eingerichtet ist, um eine axiale Istposition wenigstens eines auf einem der Innenleiter des Kabels befestigten Innenleiterkontaktelements innerhalb eines Kontaktteilträgers des Steckverbinders relativ zu einer vorgesehenen axialen Endposition zu erfassen.

5

Im Rahmen der Erfindung können beliebig viele Innenleiterkontaktelemente vorgesehen sein, die mit einer entsprechenden Anzahl elektrischer Leiter bzw. Innenleiter des elektrischen Kabels verbunden sind. Entsprechend kann das Sensormodul ausgebildet sein, um eine axiale Istposition eines Innenleiterkontaktelements, zweier Innenleiterkontaktelemente oder noch mehr Innenleiterkontaktelemente zu erfassen.

10

Eine Erfassung der Istposition relativ zu der Endposition kann im Rahmen des Sensormoduls die Erfassung eines (analogen oder digitalen) Zahlenwerts betreffen. Die Erfassung der Istposition relativ zu der Endposition kann allerdings auch die binären Zustände "Istposition entspricht der Endposition" und "Istposition entspricht nicht der Endposition" betreffen.

15

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Sensormoduls kann vorgesehen sein, dass das Sensormodul ein Betätigungsmittel aufweist, um eine Sekundärsicherung zu betätigen, welche zur Sicherung einer Primärverrastung des Innenleiterkontaktelements vorgesehen ist.

20

Eine Sekundärsicherung, insbesondere auch unter dem Begriff "Terminal Position Assurance" (TPA) bekannt, ist in der Regel eine in Radialrichtung durch das Steckverbindergehäuse bzw. durch den Kontaktteilträger verschiebbares Blockierelement für die Primärverrastung. Im Falle einer verrasteten Primärverrastung kann die Sekundärsicherung durch eine Ausnehmung des Kontaktteilträgers in Richtung auf die Längs- bzw. Mittelachse des Kontaktteilträgers verschoben werden, um die geschlossene Primärverrastung formschlüssig zu blockieren.

25

Das Betätigungsmittel kann ausgebildet sein, um einen Linearhub zur Betätigung der Sekundärsicherung auszuführen. Auch eine Exzenterlösung kann vorgesehen sein.

30

Gemäß einer Ausgestaltung des Sensormoduls kann vorgesehen sein, dass das Sensormodul über einen Signalpfad mit dem Betätigungsmittel verbunden und eingerichtet ist, um ein Betätigungssignal an das Betätigungsmittel zu übertragen, wenn das Sensormodul eine Übereinstimmung der Istposition mit der Endposition erfasst hat, und wobei das Betätigungsmittel eingerichtet ist, die Sekundärsicherung zu betätigen, wenn das Betätigungssignal empfangen wird.

35

Somit kann auf vorteilhafte Weise eine Weiterbearbeitung des elektrischen Kabels erfolgen, sofern das Sensormodul festgestellt hat, dass die Innenleiterkontaktelemente ausreichend tief in den Kontaktteilträger eingeschoben sind.

Sofern das Sensormodul erfasst, dass die Istposition nicht mit der Endposition übereinstimmt kann vorgesehen sein, das entsprechende elektrische Kabel auszusortieren, beispielsweise für eine (manuelle oder automatische) Nachbesserung.

5

Gemäß einer Ausgestaltung des Sensormoduls kann vorgesehen sein, dass das Sensormodul eingerichtet ist, um die Position eines vorderen, freien Endes des wenigstens einen Innenleiterkontaktelements innerhalb des Kontaktteilträgers zu erfassen.

10 Insbesondere die vordere Position des wenigstens einen Innenleiterkontaktelements kann messtechnisch einfach erfassbar sein. Alternativ kann allerdings auch vorgesehen sein, ein von dem vorderen Ende des Innenleiterkontaktelements abgewandtes hinteres Ende zu erfassen oder einen zwischen den beiden Enden liegenden Bereich, beispielsweise einen Bereich zur Verrastung mit der Primärverrastung (zum Beispiel eine Nut oder einen Rücksprung in dem Innenleiterkontaktelement).

15

In einer Variante kann vorgesehen sein, dass die axiale Endposition der Position des vorderen, freien Endes des Innenleiterkontaktelements entspricht, wenn das Innenleiterkontaktelement mit der Primärverrastung vollständig verrastet ist.

20 In der Regel ist die Primärverrastung derart positioniert bzw. ausgerichtet, dass diese mit dem wenigstens einen Innenleiterkontaktelement verrastet, wenn sich dieses in der axialen Endposition befindet. Gegebenenfalls kann allerdings auch eine hiervon abweichende axiale Position des Innenleiterkontaktelements innerhalb des Kontaktteilträgers im Rahmen des Sensormoduls als vorgesehene axiale Endposition vorgesehen sein.

25

In einer Ausgestaltung des Sensormoduls kann vorgesehen sein, dass das Sensormodul eingerichtet ist, um die Istposition wenigstens zweier Innenleiterkontaktelemente separat zu erfassen.

30 Vorzugsweise wird die Position jedes Innenleiterkontaktelements innerhalb des Kontaktteilträgers mittels des Sensormoduls erfasst. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, nur einen Teil der Innenleiterkontaktelemente mittels des Sensormoduls auf das Erreichen der axialen Endposition hin zu überprüfen.

Zur Erfassung der Istposition des wenigstens einen Innenleiterkontaktelements kann das Sensormodul einen oder mehrere Sensoren aufweisen. Vorzugsweise ist für die Erfassung der Istposition jedes Innenleiterkontaktelements ein jeweiliger Sensor vorgesehen.

35

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass der Begriff "Sensor" nicht auf Sensoren beschränkt ist, sondern alle Elemente und Mittel umfasst, die zum Erfassen der axialen Istposition beitragen können.

In einer Ausgestaltung des Sensormoduls kann vorgesehen sein, dass das Sensormodul einen taktilen Sensor aufweist, vorzugsweise einen Messtaster oder einen Kraftaufnehmer, der durch eine vordere, zur Einführung eines Gegenkontaktelements vorgesehene Öffnung des Kontaktteilträgers einführbar ist.

5

Da die Innenleiterkontaktelemente zur Kontaktierung mit einem späteren Gegensteckverbinder vorgesehen sind, sind diese in der Regel über eine vordere Öffnung des Kontaktteilträgers komfortabel zugänglich, was für die Erfassung der Istposition durch das Sensormodul vorteilhaft ausgenutzt werden kann.

Insbesondere das vordere, der vorderen Öffnung des Kontaktteilträgers zugewandte Ende des Innenleiterkontaktelements kann hierdurch vorteilhaft erfassbar sein.

10

Beispielsweise kann durch Verwendung eines Messtasters eine vordere Stirnfläche des Innenleiterkontaktelements taktil und beschädigungsfrei erfasst werden.

Es kann auch vorgesehen sein, mittels eines Kraftaufnehmers eine Druckprüfung oder Zugprüfung durchzuführen um zu ermitteln, ob die Primärverrastung ausreichend mit dem jeweiligen Innenleiterkontaktelement verrastet ist. Eine korrekte Verrastung der Primärverrastung mit dem jeweiligen Innenleiterkontaktelement lässt indirekt auf die axiale Istposition schließen bzw. insbesondere darauf, ob die Istposition der vorgesehenen Endposition entspricht. Sofern sich das Innenleiterkontaktelement aus dem Kontaktteilträger herausschieben lässt, war die Verrastung nicht ausreichend und das Innenleiterkontaktelement befand sich nicht in seiner axialen Endposition. Bei Verwendung eines Kraftaufnehmers bzw. im Rahmen einer Druck- oder Zugprobe sollte allerdings sichergestellt sein, dass das Innenleiterkontaktelement nicht beschädigt wird.

20

In einer Ausgestaltung des Sensormoduls kann vorgesehen sein, dass das Sensormodul einen optischen, induktiven oder kapazitiven Sensor aufweist, um die Istposition des wenigstens einen Innenleiterkontaktelements innerhalb des Kontaktteilträgers berührungslos zu erfassen.

25

Beispielsweise kann eine Erfassung der axialen Istposition des Innenleiterkontaktelements mittels einer Kamera und/oder eines Lasersystems zur Abstandsmessung durch die vordere Öffnung des Kontaktteilträgers erfolgen. Auch eine optische Erfassung durch eine oder mehrere Ausnehmungen in dem Kontaktteilträger bzw. durch entsprechende Sichtfenster in dem Kontaktteilträger kann vorgesehen sein.

30

Grundsätzlich können auch verschiedene Sensortypen zur Erfassung eines einzelnen Innenleiterkontaktelements oder zur Erfassung mehrerer Innenleiterkontaktelemente kombiniert werden. Es können taktile, optische, induktive und/oder kapazitive Sensoren in beliebigen Kombinationen vorgesehen sein.

35

Die Zustelleinrichtung kann vorzugsweise zur Zuführung des Kontaktteilträgers an das wenigstens eine Innenleiterkontaktelement ausgebildet sein.

Das Sensormodul kann vorzugsweise in dem Montagemodul zur Montage des Kontaktteilträgers integriert sein oder dem Montagemodul zur Montage des Kontaktteilträgers entlang der Transportrichtung unmittelbar nachgeordnet sein.

5

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Qualitätsüberwachungsmodul zur Qualitätsüberwachung der Bearbeitung des Kabelendes ausgebildet ist. Das Qualitätsüberwachungsmodul kann vorzugsweise von der fünften Modulgruppe umfasst sein.

10 Das Qualitätsüberwachungsmodul kann die nachfolgend noch beschriebenen Merkmale aufweisen. Grundsätzlich kann das Qualitätsüberwachungsmodul aber auch alternative Merkmale und/oder zusätzliche Merkmale aufweisen.

15 Das Qualitätsüberwachungsmodul kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 119 725.2 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

20 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein Qualitätsüberwachungsmodul zur Qualitätsüberwachung der Bearbeitung des Kabelendes vorgesehen ist, aufweisend zumindest einen optischen Sensor der ausgebildet ist, um den Zustand des Kabelendes vor und/oder nach dem Bearbeiten durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule zu erfassen.

25 Dadurch, dass eine optische Qualitätsüberwachung vorgesehen ist, um den Qualitätszustand bzw. den Bearbeitungszustand des Kabels optisch, insbesondere durch Erfassen und Auswerten einer oder mehrerer optischen Abbildungen des zu bearbeitenden Kabelendes, zu erfassen, lässt sich das Qualitätsüberwachungsmodul vorteilhaft zur Überwachung verschiedener Qualitätsmerkmale verwenden. Eine Anpassung des Qualitätsüberwachungsmoduls kann insbesondere im Rahmen einer modularen Vorrichtung, bei dem beispielsweise auch die Bearbeitungsmodule modular aufgebaut sind, vorteilhaft möglich sein.

30

Gemäß einer Ausgestaltung des Qualitätsüberwachungsmoduls können ein erster optischer Sensor und/oder ein zweiter optischer Sensor vorgesehen sein, deren Sichtlinien auf das Kabelende ausgerichtet sind.

35 Vorzugsweise sind die optischen Sensoren als Kameras ausgebildet, vorzugsweise als elektronische Kameras.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Qualitätsüberwachungsmoduls kann eine erste Beleuchtungseinheit vorgesehen sein, die entlang der Sichtlinie des ersten Sensors hinter dem Kabelende angeordnet

ist, um für die Erfassung des Zustands des Kabelendes Durchlicht zu erzeugen und/oder kann eine zweite Beleuchtungseinheit vorgesehen sein, die entlang der Sichtlinie des zweiten Sensors vor dem Kabelende angeordnet ist, um für die Erfassung des Zustands des Kabelendes Auflicht zu erzeugen.

5 In einer Ausgestaltung des Qualitätsüberwachungsmoduls kann vorgesehen sein, dass der zweite optische Sensor um einen definierten Winkel zu dem ersten optischen Sensor versetzt angeordnet ist, vorzugsweise um 10° bis 170° versetzt angeordnet ist, besonders bevorzugt um 45° bis 135° versetzt angeordnet ist, weiter bevorzugt um 80° bis 100° versetzt angeordnet ist, und ganz besonders bevorzugt um 90° versetzt angeordnet ist.

10 Gemäß einer Ausgestaltung des Qualitätsüberwachungsmoduls kann vorgesehen sein, dass das Qualitätsüberwachungsmodul eine Rotationseinrichtung aufweist die ausgebildet ist, um den ersten optischen Sensor, den zweiten optischen Sensor, die erste Beleuchtungseinheit und/oder die zweite Beleuchtungseinheit während der Erfassung des Zustands des Kabelendes um eine Mittelachse des Kabels herum zu
15 drehen und/oder um das Kabel um die Mittelachse zu drehen, während der erste optische Sensor und/oder der zweite optische Sensor den Zustand des Kabelendes erfasst.

Die Rotationseinrichtung kann beispielsweise einen Elektromotor, insbesondere einen Servomotor oder einen Schrittmotor aufweisen, um die relative Drehbewegung zwischen dem Kabelende und dem oder
20 den Sensoren zu erzeugen.

Gemäß einer Ausgestaltung des Qualitätsüberwachungsmoduls kann die Steuereinheit des Qualitätsüberwachungsmoduls eingerichtet sein, um den Zustand des Kabelendes auf Basis der erfassten optischen Daten auszuwerten.
25

Das Qualitätsüberwachungsmodul kann auch noch weitere Sensoren aufweisen, um die Qualität des wenigstens einen Kabelendes zu überwachen, beispielsweise taktile, induktive und/oder kapazitive Sensoren. Ferner kann im Rahmen der Qualitätsüberwachung auch ein elektronischer Funktionstest von Steckverbinderkomponenten und/oder des vollständig montierten Steckverbinders vorgesehen sein.
30

In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel, eine auf dem Kabel befestigte Mantelklemme und/oder ein dem Kabel während dessen Bearbeitung zugeordneter Werkstückträger einen Informationsträger zur Identifizierung aufweist, und wobei eine Dokumentation der Montage des Steckverbinders für die Bearbeitung durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule dem Kabel mittels
35 des Informationsträgers zugeordnet ist.

Vorzugsweise erfolgt die Zuordnung der Dokumentation der Bearbeitung des Kabels unter Berücksichtigung von auf dem Informationsträger aufgeprägten bzw. eingepprägten Informationen.

Die Dokumentation kann insbesondere im Rahmen eines Dokumentationsmoduls vorgenommen werden. Das Dokumentationsmodul kann vorzugsweise von der ersten Modulgruppe umfasst sein.

Das Dokumentationsmodul kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 119 723.6 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

Für die Zuordnung der Dokumentation kann eine oder können mehrere der Steuereinheiten und/oder die Steuereinrichtung vorgesehen sein.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eines der Bearbeitungsmodule als Reinigungsmodul ausgebildet ist. Das Reinigungsmodul kann vorzugsweise von der fünften Modulgruppe umfasst sein.

Bekanntermaßen treten während der Bearbeitung von elektrischen Kabeln im Rahmen der Steckverbindermontage Verunreinigungen auf, insbesondere Partikel verschiedenster Art, die schließlich zu einem gewissen Grad an dem Kabel, an den Steckverbinderkomponenten und/oder in der Fertigungsanlage zurück bleiben. Um eine ausreichend hohe Qualität der Steckverbinder sicherzustellen und Fehlerquellen in dem fertigen Produkt ausschließen zu können (beispielsweise Kurzschlüsse durch metallische Partikel, mechanische Blockade und Undichtigkeit etc.), gilt es den Partikeleintrag zu reduzieren und die sogenannte technische Sauberkeit als Qualitätsmerkmal im Rahmen der Konfektionierung elektrischer Kabel heranzuziehen.

Das Reinigungsmodul kann hierzu vorzugsweise die nachfolgend noch beschriebenen Merkmale aufweisen. Grundsätzlich kann das Reinigungsmodul aber auch alternative Merkmale und/oder zusätzliche Merkmale aufweisen.

Das Reinigungsmodul kann insbesondere auch beliebige Merkmale aufweisen, die in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2019 119 453.9 beschrieben sind, deren Offenbarungsgehalt durch die vorliegende Bezugnahme vollständig in diese Patentanmeldung integriert sei.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zumindest einem der Bearbeitungsmodule ein Reinigungsmodul nachgeordnet ist das ausgebildet ist, um im Bereich des Kabelendes anhaftende Partikel zu entfernen.

Als Partikel im Rahmen der Erfindung können unter anderem metallische Partikel, nicht metallische Partikel, Fasern (insbesondere Kunststofffasern), Folienstücke (einer metallischen Folie, einer nicht metallischen Folie oder einer Verbundfolie) und Staubpartikel betrachtet werden. Auch ein pulverisiertes Mineral, beispielsweise Talkum, kann als Partikel im Sinne der Erfindung behandelt werden. Durch das Reini-

gungsmodul können insbesondere Partikel oder Fasern aus Metallspäne, Harzen, Kunststoffen, Mineralen oder Staub vorteilhaft entfernt werden.

5 Durch das Reinigungsmodul kann vorteilhaft die technische Sauberkeit im Rahmen der Steckverbinder-
montage bzw. der Konfektionierung eines elektrischen Kabels, insbesondere im Rahmen einer automati-
sierten oder vollautomatisierten Steckverbindermontage, etabliert werden.

10 Wenn der Reinigungsprozess nach wenigstens einem Bearbeitungsvorgang, vorzugsweise einem me-
chanischen Bearbeitungsvorgang durch eines der Bearbeitungsmodule erfolgt, kann insbesondere die di-
rekte Verschmutzung, die erst bei dem Fertigungsprozess entsteht, entfernt werden. Es kann allerdings
auch die sogenannte indirekte Verschmutzung durch die Umwelt, beispielsweise die Umgebungsluft oder
den Transport und die Handhabung des Kabels oder der Steckverbinderkomponenten, entfernt werden.

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Reinigungsmoduls kann vorgesehen sein, dass das Reini-
gungsmodul eine Düse umfasst, vorzugsweise eine Ringdüse, die zum Abblasen der Partikel ausgebildet
ist.

Beispielsweise kann auch eine Flachstrahldüse vorgesehen sein.

20 Es können auch mehrere Düsen vorgesehen sein. Beispielsweise können mehrere Ringdüsen koaxial
zueinander ausgerichtet sein und einen Luftkanal zum Abblasen der Partikel ausbilden.

25 Das elektrische Kabel kann an oder in die Düse zustellbar sein, beispielsweise mittels einer verstellbaren
Greifeinrichtung oder der Zustelleinrichtung. Alternativ oder zusätzlich kann auch die Düse, beispielswei-
se die Ringdüse, zustellbar sein. Das elektrische Kabel kann beispielsweise während dem Abblasen
durch die Ringdüse hindurchführbar sein, um den Luftstrahl axial über die Oberfläche des Kabels zu lei-
ten, um möglichst alle Partikel zu entfernen.

30 Gemäß einer Ausgestaltung des Reinigungsmoduls kann vorgesehen sein, dass das Reinigungsmodul
eine Absaugeinrichtung aufweist.

Es kann eine Absaugeinrichtung mit einem oder mit mehreren Absaugkanälen vorgesehen sein. Es kann
auch eine Absaugeinrichtung mit einer ringförmigen Absaugdüse vorgesehen sein.

35 Gemäß einer Ausgestaltung des Reinigungsmoduls kann vorgesehen sein, dass das Reinigungsmodul
eine Bürste oder mehrere Bürsten, vorzugsweise zwei Bürsten oder mehr Bürsten, besonders bevorzugt
drei Bürsten oder mehr Bürsten, und ganz besonders bevorzugt vier Bürsten oder noch mehr Bürsten
aufweist, die radial um das zu bearbeitende Ende des elektrischen Kabels verteilt angeordnet sind, um
die Partikel abzubürsten.

Vorzugsweise sind die Bürsten antreibbar.

5 In einer Ausgestaltung des Reinigungsmoduls kann vorgesehen sein, unabhängig von der Art des von dem Reinigungsmodul durchgeführten Reinigungsprozesses, das elektrische Kabel während der Bearbeitung bzw. während dem Reinigungsprozess zu drehen, insbesondere um die Mittelachse des elektrischen Kabels. Es kann auch vorgesehen sein, das Reinigungsmodul oder Komponenten des Reinigungsmoduls, beispielsweise eine Düse, Absaugeinrichtung oder Bürste, um das elektrische Kabel herum zu drehen.

10

In einer Ausgestaltung des Reinigungsmoduls kann vorgesehen sein, dass das Reinigungsmodul einen Ionisator aufweist, um dem Kabelende ionisierte Luft zuzuführen.

15 Der Ionisator kann insbesondere in Verbindung mit einer Düse zum Abblasen der Partikel vorteilhaft sein. Der Ionisator kann beispielsweise derart angeordnet sein, dass die erzeugte ionisierte Luft von dem durch die Düse zum Abblasen erzeugten Luftstrom mitgerissen und damit an das Kabel geleitet wird. Beispielsweise kann auch ein mit einer Düse kombinierter Ionisator vorgesehen sein.

20 In einer Ausgestaltung des Reinigungsmoduls kann vorgesehen sein, dass das Reinigungsmodul einen Rüttler aufweist, um das Kabelende definiert in Vibrationen zu versetzen.

Der Rüttler kann unmittelbar an dem elektrischen Kabel anliegen oder das elektrische Kabel mittels einer mit dem Rüttler verbundenen Greifeinrichtung greifen, um die Vibrationen auf das Kabel zu übertragen.

25 Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders auf einem ersten Kabelende und/oder auf einem zweiten Kabelende eines einen oder mehrere Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels, wonach das Kabel von wenigstens zwei voneinander unabhängigen Bearbeitungsmodulen bearbeitet wird, und wobei eine gemeinsame Transporteinrichtung das Kabel zwischen zumindest zwei der Bearbeitungsmodule entlang einer Transportrichtung transportiert.

30

Es kann vorgesehen sein, dass das vorstehend und nachfolgend beschriebene Verfahren unter Verwendung der bereits beschriebenen Vorrichtung durchgeführt wird.

35 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine Steuereinheit die Bearbeitung des Kabels durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule steuert und/oder überwacht.

In einer Weiterbildung der Erfindung kann außerdem vorgesehen sein, dass das Kabel zu dessen Bearbeitung entlang einer Zustellrichtung an zumindest eines der Bearbeitungsmodule durch eine Relativbewegung zwischen dem Kabel und dem Bearbeitungsmodul zugestellt wird.

In einer Weiterbildung kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Zustellrichtung von der Transportrichtung abweicht, vorzugsweise im Wesentlichen orthogonal und besonders bevorzugt orthogonal zu der Transportrichtung verläuft.

5

In einer Weiterbildung der Erfindung kann außerdem vorgesehen sein, dass die wenigstens zwei Bearbeitungsmodule synchronisiert getaktet werden.

Vorzugsweise werden alle Bearbeitungsmodule synchronisiert getaktet.

10

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit für die Bearbeitung des einadrigen Kabels eine Ist-Ausrichtung und eine Soll-Ausrichtung einer auf dem zweiten Kabelende montierten Steckverbinderkomponente eines zweiten Steckverbinders bestimmt, und wobei das erste Kabelende ausgerichtet wird, um die Ist-Ausrichtung an die Soll-Ausrichtung anzugleichen.

15

In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass für die Bearbeitung des einadrigen Kabels die Soll-Ausrichtung der Steckverbinderkomponente des zweiten Steckverbinders von der Steuereinheit unter Berücksichtigung einer Montage-Ausrichtung einer auf dem ersten Kabelende zu montierenden Steckverbinderkomponente eines ersten Steckverbinders und einer vorgesehenen Sollverdrehung zwischen dem ersten Steckverbinder und dem zweiten Steckverbinder bestimmt wird.

20

Vorzugsweise ist die Montage-Ausrichtung für alle elektrischen Kabel einer zu konfektionierenden Kabelserie identisch.

25

Vorzugsweise ist die Sollverdrehung zwischen dem ersten Steckverbinder und dem zweiten Steckverbinder für alle elektrischen Kabel einer zu konfektionierenden Kabelserie identisch.

Unter einer Montage-Ausrichtung ist im Rahmen der Erfindung insbesondere eine radiale Ausrichtung der Steckverbinderkomponente entlang der Mittelachse bzw. Längsachse des Kabels zu verstehen.

30

In der Regel ist die Montage-Ausrichtung von zu montierenden Steckverbinderkomponenten und/oder von einem zu montierenden Steckverbinder im Rahmen eines automatisierten Konfektionierungsverfahrens bzw. einer Vorrichtung zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels technisch vorgegeben oder zumindest bekannt. In der Regel sind die Steckverbinderkomponenten oder der Steckverbinder beispielsweise in der Montage-Ausrichtung fest eingespannt, insbesondere verdrehsicher fixiert. Dies gilt vor allem wenn es sich um unsymmetrische Steckverbinderkomponenten handelt, deren Ausrichtung zur Befestigung auf dem Kabel, beispielsweise an dem Innenleiter / den Innenleitern oder im Rahmen der Befestigung mit weiteren Steckverbinderkomponenten relevant ist.

35

Die vorstehenden Definitionen der Montage-Ausrichtung gelten für die Konfektionierung des einadrigen Kabels und für die Konfektionierung des mehradrigen Kabels gleichermaßen.

5 Es kann in vorteilhafter Weise somit eine prozessbedingte Orientierung bzw. Bestimmung der Soll-Ausrichtung gemäß der Montage-Ausrichtung vorgesehen sein. Da die Montage-Ausrichtung von auf den Kabelenden zu montierenden Steckverbinderkomponenten in der Regel auch die Ausrichtung des späteren Steckverbinders bedingt, kann es von Vorteil sein, die Montage-Ausrichtung bei der Bestimmung der Soll-Ausrichtung zu berücksichtigen.

10 Durch das Ausrichten des ersten Kabelendes (insbesondere durch das Ausrichtungsmodul) und das im Rahmen der Konfektionierung des einadrigen Kabels damit einhergehende Verdrehen der auf dem zweiten Kabelende montierten Steckverbinderkomponente des zweiten Steckverbinders kann bei einer bekannten bzw. definierten Montage-Ausrichtung der auf dem ersten Kabelende zu montierenden Steckverbinderkomponente des ersten Steckverbinders auf vorteilhafte Weise eine gewünschte bzw. vorgegebene Sollverdrehung zwischen den späteren Steckverbindern vorgegeben werden.

15 Die Soll-Ausrichtung kann für die Konfektionierung des einadrigen Kabels somit von der Steuereinheit derart bestimmt werden, dass sich diese aus der Montage-Ausrichtung zuzüglich (oder abzüglich) der vorgesehenen Sollverdrehung zwischen den beiden Steckverbindern ergibt.

20 Im Rahmen der Bearbeitung des einadrigen Kabels kann insbesondere vorgesehen sein, dass an dem zweiten Kabelende ein Innenleiterkontaktelement des zweiten Steckverbinders verdrehsicher in einer ersten Orientierung befestigt wird, wonach anschließend das erste Kabelende bearbeitet wird, um ein Innenleiterkontaktelement des ersten Steckverbinders verdrehsicher zu befestigen. Die Steuereinheit kann nach der Befestigung des Innenleiterkontaktelements an dem zweiten Kabelende und vor der Befestigung des Innenleiterkontaktelements an dem ersten Kabelende vorzugsweise zunächst die Ist-Ausrichtung des zweiten Innenleiterkontaktelements des zweiten Kabelendes erfassen bzw. bestimmen und dessen Soll-Ausrichtung anhand der vorgesehenen Sollverdrehung zwischen den beiden Innenleiterkontaktelementen bestimmen, um das erste Kabelende dementsprechend auszurichten (bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Montage-Ausrichtung des Innenleiterkontaktelements des ersten Steckverbinders).

30 In einer vorteilhaften Ausgestaltung im Rahmen der Bearbeitung des einadrigen Kabels kann vorgesehen sein, dass das Innenleiterkontaktelement des ersten Steckverbinders nach dem Ausrichten des ersten Kabelendes verdrehsicher an dem ersten Kabelende befestigt wird. Hierdurch kann vorteilhaft die Sollverdrehung zwischen beiden Innenleiterkontaktelemente zueinander fest vorgegeben werden.

Die Sollverdrehung zwischen beiden Innenleiterkontaktelementen bzw. Steckverbinderkomponenten kann insbesondere den Spezialfällen von $22,5^\circ$, 45° , 60° , 90° , 120° , 180° , 240° und 300° entsprechen.

Grundsätzlich kann die Sollverdrehung zwischen beiden Innenleiterkontaktelementen bzw. Steckverbinderkomponenten allerdings beliebig sein.

5 Insbesondere kann für das einadrige Kabel vorgesehen sein, dass das erste Innenleiterkontaktelement und/oder das zweite Innenleiterkontaktelement stoffschlüssig an dem aus dem zugeordneten Kabelende austretenden Innenleiterende befestigt wird. Insbesondere eine stoffschlüssige Befestigung wenigstens eines der Innenleiterkontaktelemente kann von Vorteil sein, beispielsweise wenn das elektrische Kabel hohe Ströme übertragen soll und einen vergleichsweise großen Querschnitt aufweist. Es kann allerdings auch ein Verpressen, beispielsweise Vercrimpen, vorgesehen sein.

10 Es kann im Rahmen der Konfektionierung des einadrigen Kabels auch vorgesehen sein, dass das erste Innenleiterkontaktelement und/oder das zweite Innenleiterkontaktelement stoffschlüssig durch ein Ultraschallschweißverfahren oder ein Widerstandsschweißverfahren an dem aus dem zugeordneten Kabelende austretenden Innenleiterende befestigt wird. Ein Ultraschallschweißverfahren bzw. ein Widerstandsschweißverfahren hat sich für eine stoffschlüssige Befestigung als besonders vorteilhaft herausgestellt.

15 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit für die Bearbeitung des mehradrigen Kabels eine Ist-Ausrichtung und eine Soll-Ausrichtung der Innenleiter des ersten Kabelendes bestimmt, und wobei das erste Kabelende ausgerichtet wird, um die Ist-Ausrichtung an die Soll-Ausrichtung anzugleichen.

25 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass für die Konfektionierung des mehradrigen Kabels die Soll-Ausrichtung der Innenleiter des ersten Kabelendes von der Steuereinheit entsprechend der Montage-Ausrichtung einer auf dem ersten Kabelende zu montierenden Steckverbinderkomponente eines ersten Steckverbinders bestimmt wird.

30 Insbesondere auch bezüglich der Bearbeitung des mehradrigen Kabels ist die Montage-Ausrichtung von auf dem ersten Kabelende zu montierenden Steckverbinderkomponenten in der Regel vorgegeben oder zumindest bekannt. Es kann demnach von Vorteil sein, das erste Kabelende entsprechend der Montage-Ausrichtung der Steckverbinderkomponente oder der Steckverbinderkomponenten auszurichten, um nachfolgende Konfektionierungsschritte zu vereinfachen. Ein kompliziertes Verdrehen bzw. Ausrichten der Steckverbinderkomponente(n) im Rahmen der späteren Montageschritte kann hierdurch gegebenenfalls vermieden werden, was den technischen Aufwand einer Vorrichtung zur Steckverbindermontage und deren Fehleranfälligkeit verringern kann.

35 Das erste Kabelende kann für die Bearbeitung des mehradrigen Kabels somit vorzugsweise ausgerichtet werden, damit die Innenleiter beispielsweise durch axiale Zuführung eines sich in der Montage-

Ausrichtung befindlichen Kontaktteilträgers eingeführt werden können, ohne dass der Kontaktteilträger oder das Kabelende hierzu separat aufeinander abgestimmt neu orientiert werden muss.

5 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass für die Bearbeitung des mehradrigen Kabels die Soll-Ausrichtung der Innenleiter des ersten Kabelendes von der Steuereinheit unter Berücksichtigung einer Farbcodierung der Innenleiter bestimmt wird.

10 In der Regel ist die Pinbelegung eines mehradrigen Steckverbinders gemäß einem Standard fest vorgegeben, weshalb es im Rahmen der Konfektionierung eines mehradrigen elektrischen Kabels in der Regel auf eine definierte Kontaktierung der einzelnen Innenleiter des Kabels mit den Kontakten des Steckverbinders ankommt. Um die korrekte Verdrahtung der Steckverbinder sicherzustellen, sind die Innenleiter eines mehradrigen Kabels häufig farblich codiert, beispielsweise durch verschiedenfarbige Isolationen.

15 Es kann demnach von Vorteil sein, das erste Kabelende derart auszurichten, dass die Farbcodierung der Innenleiter in der Soll-Ausrichtung einer Vorgabe entspricht (beispielsweise rot/schwarz von links nach rechts), insbesondere unter Berücksichtigung der Montage-Ausrichtung der anschließend auf dem Kabelende zu montierenden Steckverbinderkomponente.

20 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass für die Bearbeitung des mehradrigen Kabels die Soll-Ausrichtung der Innenleiter des ersten Kabelendes von der Steuereinheit unter Berücksichtigung einer Ausrichtung der Innenleiter des zweiten Kabelendes bestimmt wird.

25 Es kann im Rahmen der Bearbeitung des mehradrigen Kabels auch vorgesehen sein, die Ausrichtung der Innenleiter des zweiten Kabelendes bei der Bestimmung der Soll-Ausrichtung zu berücksichtigen.

30 Beispielsweise kann im Rahmen der Steckverbindermontage eine nachfolgend noch beschriebene Angleichung einer Istverdrehung an eine Sollverdrehung zwischen aus den jeweiligen Kabelenden austretenden Innenleitern der Innenleiter vorgesehen sein. Durch diese nachfolgende – im Rahmen der Erfindung optionale – Verdrehung des ersten Kabelendes und/oder des zweiten Kabelendes verändert sich folglich auch die radiale Ausrichtung der Innenleiter bezüglich der Längsachse bzw. Mittelachse des Kabels. Hierdurch kann wiederum die Montage nachfolgender Steckverbinderkomponenten erschwert werden, die gegebenenfalls in einer definierten Montage-Ausrichtung montiert werden müssen. Somit kann gegebenenfalls vorgesehen sein, die Soll-Ausrichtung bereits unter Berücksichtigung einer späteren Verdrehung der Innenleiter der beiden Kabelenden relativ zueinander zu bestimmen, damit die Ausrichtung der Innenleiter des ersten Kabelendes nach dem Verdrehen der Montage-Ausrichtung wenigstens einer auf dem ersten Kabelende zu montierenden Steckverbinderkomponente entspricht.

35

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Soll-Ausrichtung für die Bearbeitung des mehradrigen Kabels auf Grundlage der Montage-Ausrichtung abzüglich (oder zuzüglich) der später noch vorgesehenen Verdrehung des ersten Kabelendes und/oder des zweiten Kabelendes bestimmt wird, gegebenenfalls auch unter Berücksichtigung einer elastizitätsbedingten Rückverdrehung und/oder von Toleranzen.

5

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit eine Istverdrehung und eine Sollverdrehung zwischen aus dem jeweiligen Kabelende austretenden Enden der Innenleiter erfasst, wobei die Istverdrehung an die Sollverdrehung angeglichen wird, indem die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden verdreht werden, und wobei die Verdrehung fixiert wird, indem

10 ein die Enden der Innenleiter in sich aufnehmender Kontaktteilträger des auf dem zugeordneten Kabelende zu montierenden elektrischen Steckverbinders an dem Kabel verdrehsicher festgelegt wird.

15

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kontaktteilträger verdrehsicher festgelegt wird, indem der Kontaktteilträger auf dem entsprechenden Kabelende verpresst wird und/oder indem eine Schirmhülse verdrehsicher auf dem Kontaktteilträger montiert und anschließend auf dem entsprechenden Kabelende verpresst wird.

20

Der Kontaktteilträger kann somit beispielsweise unmittelbar auf dem entsprechenden Kabelende verpresst, vorzugsweise vercrimpt werden. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass der Kontaktteilträger nur mittelbar an dem entsprechenden Kabelende befestigt wird, indem zum Beispiel eine Schirmhülse auf dem Kontaktteilträger montiert, beispielsweise in einer vorgegebenen Orientierung aufgeschoben und anschließend die Schirmhülse mit dem entsprechenden Kabelende verpresst, vorzugsweise vercrimpt wird.

25

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden verdreht werden, indem das Kabelende gedreht wird.

30

Beispielsweise kann der Kabelmantel im Bereich des Kabelendes mittels eines Aktuatormoduls verdreht werden. Vorzugsweise kann der Kontaktteilträger dabei verdrehsicher gehalten werden, wodurch sich die Innenleiter ausgehend von dem jeweiligen Kabelende, aus dem diese austreten, bis zu dem Bereich, in dem sie in den Kontaktteilträger eingeführt sind, verdrillen. Hierdurch ändert sich die relative Orientierung der in dem Kontaktteilträger aufgenommenen Innenleiterenden zu den Innenleiterenden des gegenüberliegenden Kabelendes, wodurch die Istverdrehung an die Sollverdrehung angeglichen werden kann. Somit kann mit einfachen Mitteln eine Verdrehung der Innenleiter erfolgen.

35

Das Drehen des Kabelendes bei gleichzeitigem Fixieren des Kontaktteilträgers kann von Vorteil sein, da sich dann die absolute Orientierung des Kontaktteilträgers in der Vorrichtung zur Konfektionierung des Kabels nicht verändert, was für die (nachfolgende) Steckverbindermontage, beispielsweise das Aufschieben einer Schirmhülse, von Vorteil sein kann, insbesondere im Rahmen einer automatisierten

Steckverbindermontage. Nachfolgende Verfahrensschritte bzw. Vorrichtungen/Module können somit einfacher konstruiert sein, da sie von einer definierten, vorgegebenen Orientierung des Kontaktteilträgers ausgehen können.

- 5 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden verdreht werden, indem der Kontaktteilträger zusammen mit den in dem Kontaktteilträger aufgenommenen Innenleiterenden verdreht wird.

10 Da die Innenleiterenden in dem Kontaktteilträger aufgenommen sind, kann eine Verdrehung der Innenleiterenden bzw. eine Angleichung der Istverdrehung an die Sollverdrehung auch durch Verdrehen des Kontaktteilträgers vorteilhaft erfolgen. Vorzugsweise kann der Kabelmantel im Bereich des entsprechenden Kabelendes gleichzeitig verdrehsicher gehalten werden.

15 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann außerdem vorgesehen sein, dass die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden verdreht werden, indem die Schirmhülse verdrehsicher auf dem Kontaktteilträger montiert und gemeinsam mit dem Kontaktteilträger und den in dem Kontaktteilträger aufgenommenen Innenleiterenden verdreht wird.

20 Es kann von Vorteil sein, zunächst die Schirmhülse auf dem Kontaktteilträger zu montieren und anschließend gemeinsam mit dem Kontaktteilträger zu verdrehen, um mittelbar auch die Innenleiterenden zu verdrehen, um die Istverdrehung an die Sollverdrehung anzugleichen. Vorzugsweise kann der Kabelmantel im Bereich des entsprechenden Kabelendes gleichzeitig verdrehsicher gehalten werden.

25 Insbesondere wenn die Schirmhülse nur in einer oder zwei definierten Orientierungen auf den Kontaktteilträger montierbar ist, kann es von Vorteil sein, den Kontaktteilträger relativ zu der Schirmhülse zunächst nicht zu verdrehen, da dann ein automatisiertes Aufschieben der Schirmhülse in der korrekten Orientierung erschwert werden kann. Das Problem kann durch ein gemeinsames Verdrehen von Schirmhülse und Kontaktteilträger (oder ein Verdrehen des Kabelendes) vermieden werden.

30 Es kann in einer Variante der Erfindung gegebenenfalls auch vorgesehen sein, zunächst die Schirmhülse verdrehsicher auf dem Kabelende zu befestigen, beispielsweise zu verpressen, vorzugsweise zu vercrimpen, anschließend zu verdrehen und wiederum anschließend ausgehend von dem vorderen, freien Ende der Schirmhülse den Kontaktteilträger in einer definierten Orientierung in die Schirmhülse einzuschieben und gleichzeitig die Innenleiterenden in die entsprechenden Aufnahmen des Kontaktteilträgers
35 einzuführen. Diese Vorgehensweise ist in der Regel allerdings eher aufwendig zu realisieren und daher nicht bevorzugt. Das Prinzip kann allerdings in Sonderfällen geeignet sein.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit eine Verdrehung bei-
der Kabelenden nur dann bestimmt, wenn die Istverdrehung der Innenleiterenden an den beiden Kabel-
enden um mehr als 90° von der Sollverdrehung abweicht.

5 In der Regel kann es den Aufwand der Kabelbearbeitung reduzieren, wenn die Istverdrehung an die Soll-
verdrehung angeglichen wird, indem lediglich eines der Kabelenden im Rahmen der Konfektionierung
des elektrischen Kabels verdreht wird. Da es lediglich auf die relative Orientierung der aus den jeweiligen
Kabelenden austretenden Innenleiterenden ankommt, kann eine Verdrehung der Innenleiterenden an le-
diglich einem Kabelende grundsätzlich auch ausreichen.

10 Es kann allerdings auch vorgesehen sein, die mechanische Belastung des elektrischen Kabels, bei-
spielsweise mechanische Verspannungen, durch das Verdrehen bzw. Verdrillen zu verringern, indem die
Verdrehung zwischen den beiden Kabelenden aufgeteilt wird, insbesondere wenn eine vergleichsweise
große Verdrehung (zum Beispiel um mehr als 90°) erforderlich ist.

15 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit die Aktuatereinheit
ansteuert, um die zuvor bestimmte Verdrehung zu bewirken. Die Aktuatereinheit kann mit der Steuerein-
heit kommunikationsverbunden sein.

20 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit eine
elastizitätsbedingte Rückverdrehung der Innenleiterenden bei der Angleichung der Istverdrehung an die
Sollverdrehung berücksichtigt.

25 Dadurch, dass das elektrische Kabel in der Regel verschiedene elastische Komponenten aufweist, bei-
spielsweise einen Kabelmantel aus einem weichen Kunststoff, kann die Verdrehung sich gegebenenfalls
nach der verdrehsicheren Festlegung des Kontaktteilträgers an dem Kabelmantel zumindest teilweise
zurückdrehen. Um zu gewährleisten, dass die Istverdrehung auch nach dem verdrehsicheren Festlegen
des Kontaktteilträgers noch der Sollverdrehung entspricht – gegebenenfalls innerhalb eines möglichen
Toleranzbereiches – kann vorgesehen sein, die Innenleiterenden weiter als durch die Sollverdrehung
30 grundsätzlich vorgegeben zu verdrehen. Die Istverdrehung kann somit an die Sollverdrehung angeglic-
hen werden, indem die Istverdrehung zunächst "überkompensiert" wird.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Innenleiter verdrillt durch das Kabel
verlaufen und die Steuereinheit einen Drall der Innenleiter zur Bestimmung der Istverdrehung berücksich-
35 tig.

Das wesentliche Maß bei elektrischen Kabeln mit verdrillt bzw. "verseilt" durch das Kabel verlaufenden
Innenleitern ist der sogenannte "Drall" (auch als Dralllänge, Drallschritt oder Schlaglänge bezeichnet).

Dabei handelt es sich um die Ganghöhe bzw. Steigung der Schraubenlinie, die sich bei der Verdrillung der Innenleiter ergibt.

5 Unter Berücksichtigung des Dralls der Innenleiter kann bei einer bekannten Kabellänge die Istverdrehung der Innenleiterenden zwischen den beiden Kabelenden erfasst werden, sofern die Orientierung der Innenleiter an einem der Kabelenden bekannt, beispielsweise messtechnisch erfasst oder durch gezieltes Ausrichten der Innenleiterenden an einem der Kabelenden vorgegeben wird.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Drall messtechnisch oder experimentell ermittelt wird.

Es kann von Vorteil sein, den Drall messtechnisch oder experimentell zu ermitteln, um etwaige Toleranzen bei der Kabelfertigung, die zu einer Abweichung des Dralls (lokal oder global) führen, zu erfassen. Beispielsweise kann vorgesehen sein, den Drall des auf einer Kabelrolle aufgewickelten "Endloskabels",
15 von dem die zu konfektionierenden Kabel stückweise abgerollt und abgelängt werden, zuvor zu erfassen, da in der Regel davon ausgegangen werden kann, dass der Drall innerhalb einer auf der Kabelrolle aufgewickelten Produktionseinheit annähernd konstant bleibt. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, den Drall des auf der Kabelrolle aufgewickelten Endloskabels mehrfach zu erfassen oder den Drall für jedes abgelängte elektrische Kabel separat zu erfassen.

20 Es kann eine optische, induktive, kapazitive oder sonstige messtechnische Erfassung des Dralls vorgesehen sein. Insbesondere können Probeschnitte durch das auf der Kabelrolle aufgerollte Endloskabel vorgesehen sein.

25 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass an dem ersten Kabelende ein erstes Innenleiterkontaktelement verdrehsicher in einer ersten Orientierung befestigt wird, wonach anschließend das zweite Kabelende bearbeitet wird, um ein zweites Innenleiterkontaktelement verdrehsicher zu befestigen, wobei die Steuereinheit die erste Orientierung und eine Sollverdrehung zwischen den beiden Innenleiterkontaktelementen erfasst und hieraus eine zweite Orientierung für die Befestigung
30 des zweiten Innenleiterkontaktelements ermittelt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, insbesondere im Rahmen der Bearbeitung des einadrigen Kabels, kann vorgesehen sein, dass das zweite Innenleiterkontaktelement in der zweiten Orientierung verdrehsicher an dem zweiten Kabelende befestigt wird. Hierdurch kann vorteilhaft die relative Orientierung der beiden Innenleiterkontaktelemente zueinander fest vorgegeben werden.
35

Es kann vorgesehen sein, das zweite Innenleiterkontaktelement in einer vorgegebenen bzw. definierten, absoluten Ausrichtung bezogen auf die Vorrichtung oder das Montagemodul an dem zweiten Kabelende

zu befestigen und zum Erreichen der Sollverdrehung zwischen den beiden Innenleiterkontaktelementen zuvor das elektrische Kabel entsprechend zu verdrehen.

5 Es kann allerdings auch vorgesehen sein, zum Erreichen der Sollverdrehung das zweite Innenleiterkontaktelement bereits in der entsprechenden Orientierung an dem zweiten Kabelende zu befestigen. Hierfür ist es allerdings erforderlich, dass das Montagemodul ausgebildet ist, um das Innenleiterkontaktelement auch in der entsprechend verdrehten Ausrichtung befestigen zu können. In der Regel ist ein Verdrehen des elektrischen Kabels aus diesem Grunde einfacher zu realisieren.

10 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das erste Innenleiterkontaktelement und/oder das zweite Innenleiterkontaktelement stoffschlüssig an einem aus dem zugeordneten Kabelende austretenden Innenleiterende befestigt werden.

15 Insbesondere eine stoffschlüssige Befestigung wenigstens eines der Innenleiterkontaktelemente kann von Vorteil sein, beispielsweise wenn das elektrische Kabel hohe Ströme übertragen soll und einen vergleichsweise großen Querschnitt aufweist. Es kann allerdings auch ein Verpressen, beispielsweise Vercrimpen, vorgesehen sein.

20 Das erste Innenleiterkontaktelement und/oder das zweite Innenleiterkontaktelement können auch kraft- und/oder formschlüssig an einem aus dem zugeordneten Kabelende austretenden Innenleiterende befestigt werden. Beispielsweise können das erste Innenleiterkontaktelement und/oder das zweite Innenleiterkontaktelement an dem entsprechenden Innenleiterende angecrimpt werden, vorzugsweise mittels eines Kabelschuhs oder einer Adernhülse.

25 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das erste Innenleiterkontaktelement und/oder das zweite Innenleiterkontaktelement stoffschlüssig durch ein Ultraschallschweißverfahren oder ein Widerstandsschweißverfahren an dem aus dem zugeordneten Kabelende austretenden Innenleiterende befestigt wird.

30 Ein Ultraschallschweißverfahren hat sich für eine stoffschlüssige Befestigung als besonders vorteilhaft herausgestellt. Auch ein Widerstandsschweißverfahren kann sich zur stoffschlüssigen Befestigung allerdings sehr gut eignen.

35 In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel abisoliert wird, indem das Kabel entlang einer Mittelachse in ein Abisoliermodul eingeführt wird, in dem ein Rotationskopf um die Mittelachse rotiert, auf dem ein Messer und ein Gegenhalter für das Kabel einander gegenüberliegen und auf die Mittelachse ausgerichtet angeordnet sind, wobei das Messer in Richtung auf die Mittelachse auf das Kabel zugestellt wird, um an einer definierten Axialposition einen radialen Einschnitt in eine Kabelkomponente des Kabels zu erzeugen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung kann insbesondere vorgesehen sein, dass wenigstens ein auf dem Rotationskopf angeordnetes Abziehwerkzeug in Richtung auf die Mittelachse an das Kabel zugestellt wird, um in den von dem Messer erzeugten Einschnitt einzugreifen, wonach ein Teilstück der Kabelkomponente durch das Abziehwerkzeug zumindest teilweise von dem Kabel abgezogen wird.

5

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das wenigstens eine Abziehwerkzeug in den durch das Messer erzeugten Einschnitt eingreift, ohne dass das Kabel in Axialrichtung neu positioniert wird.

10

In einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das Teilstück durch den radialen Einschnitt nicht vollständig abgetrennt wird.

Grundsätzlich kann vorgesehen sein, dass das Messer nicht radial vollständig durch die Kabelkomponente schneidet, um die darunterliegenden Komponenten des Kabels nicht zu verletzen. Es kann ausreichend sein, lediglich eine Sollbruchstelle, zum Beispiel eine umlaufende Nut, zu erzeugen und das Teilstück mittels des wenigstens einen Abziehwerkzeugs nachfolgend "abzureißen".

15

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Rotationskopf rotiert, während das Messer den Einschnitt erzeugt, um einen radial umlaufenden Einschnitt zu erzeugen.

20

Unter einem radial umlaufenden Einschneiden ist insbesondere zu verstehen, dass die Kabelkomponente umlaufend eingeschnitten wird derart, dass ein ringförmiger Abschnitt der Kabelkomponente bzw. das Teilstück anschließend von dem Kabel in Längsrichtung abgezogen werden kann.

25

Grundsätzlich kann vorgesehen sein, dass der Rotationskopf während des gesamten Abisolierverfahrens kontinuierlich rotiert. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass der Rotationskopf nur dann rotiert, wenn das Messer positioniert ist, um das Kabel einzuschneiden.

Es kann vorgesehen sein, dass das Messer zumindest mit einer vollständigen Umdrehung um das Kabel rotiert wird, um einen vollständig umlaufenden Einschnitt zu erzeugen. Um das Ergebnis noch zu verbessern, kann allerdings auch vorgesehen sein, dass das Messer um mehr als 360 Grad um das Kabel rotiert wird. Gleichzeitig kann das Messer gegebenenfalls auch radial immer weiter bzw. während des Rotierens des Rotationskopfes kontinuierlich radial zugestellt werden.

30

Es kann allerdings auch nur ein teilweise umlaufendes Einschneiden vorgesehen sein, wobei beispielsweise einer oder mehrere Stege zwischen den einzelnen teilringförmigen Einschnitten verbleiben können.

35

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Rotationskopf stillsteht, während das Teilstück durch das Abziehwerkzeug abgezogen wird.

5 Grundsätzlich kann aber auch vorgesehen sein, dass der Rotationskopf (weiter) rotiert, während das Teilstück durch das wenigstens eine Abziehwerkzeug abgezogen wird. Das Rotieren des Rotationskopfs ist während des Abziehens allerdings nicht erforderlich und kann gegebenenfalls auch zu einem "Verkan-

10 ten" des wenigstens einen Abziehwerkzeugs in dem führen und damit unerwünschte Kräfte und Vibrationen auf die Vorrichtung und/oder das Kabel aufbringen. In der Regel ist aus diesem Grund vorgesehen, dass der Rotationskopf während des Abziehens stillsteht.

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel von der Zustelleinrichtung vor dem Erzeugen des Einschnitts in das Abisoliermodul linear entlang der Mittelachse zugestellt wird, vorzugsweise entlang der Zustellrichtung.

20 Der Rotationskopf kann eine zentrale Bohrung aufweisen, durch die das Kabel in vorteilhafter Weise durchführbar ist. Hierdurch kann die Länge des Teilstücks flexibler einstellbar sein, da das vordere Ende des Kabels dann durch die Bohrung hindurchtauchen kann. Ferner können das Messer, der Gegenhalter sowie das wenigstens eine Abziehwerkzeug dann axial näher an dem Rotationskopf befestigt sein, was die Anfälligkeit des Abisoliermoduls gegenüber Toleranzen weiter verringern kann.

25 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel nach der Zustellung des wenigstens einen Abziehwerkzeugs entgegen der Zustellrichtung entlang der Mittelachse zumindest teilweise wieder aus dem Abisoliermodul herausgezogen wird, um das Teilstück zumindest teilweise von dem Kabel abzuziehen (Teilabzug) oder vollständig von dem Kabel abzuziehen (Vollab-

30 Die Zustelleinrichtung kann somit vorteilhaft auch zum Abziehen des Teilstücks verwendet werden, nachdem das wenigstens eine Abziehwerkzeug in den Einschnitt zugestellt wurde bzw. in den Einschnitt eingreift.

35 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit eine Istverdrehung und eine Sollverdrehung zwischen den Enden der Innenleiter des Kabels an den jeweiligen Kabelenden erfasst, wobei eine durch spätere Angleichung der Istverdrehung an die Sollverdrehung bedingte axiale Längenverkürzung der Gesamtlänge des Kabels von der Steuereinheit berechnet wird, und wobei eine vorgegebene Abisolierlänge, entlang der die Innenleiter ausgehend von deren Enden freigelegt werden sollen, an zumindest einem der Kabelenden unter Berücksichtigung der berechneten Längenverkürzung vergrößert wird, um die Längenverkürzung zumindest teilweise zu kompensieren.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die vorgegebene Abisolierlänge, entlang der die Innenleiter freigelegt werden sollen, anteilig für das jeweilige Kabelende unter Berücksichtigung einer definierten Toleranz vergrößert wird.

- 5 Die Abisolierlänge kann sich somit aus der vorgegebenen Abisolierlänge, zuzüglich einer für das Kabelende anteiligen Längenverkürzung +/- der definierten Toleranz ergeben.

Es kann vorgesehen sein, dass die vorgegebene Abisolierlänge und/oder die angepasste Abisolierlänge der freigelegten Innenleiter an beiden Kabelenden identisch sind. Die vorgegebene Abisolierlänge
10 und/oder die angepasste Abisolierlänge kann sich an den beiden Kabelenden jedoch auch voneinander unterscheiden.

Es kann vorgesehen sein, die Längenverkürzung durch Verlängerung der vorgegebenen Abisolierlänge an einem der Kabelenden oder an beiden Kabelenden zu berücksichtigen. Auch wenn die Längenverkürzung nur durch das Verdrehen an einem der Kabelenden bedingt ist, kann die erforderliche Verlängerung
15 gegebenenfalls auf beide Kabelenden verteilt werden. In der Regel wird allerdings eine Längenverkürzung an dem Kabelende (anteilig) korrigiert, an dem diese (anteilig) durch das Verdrehen ausgelöst wird.

Die Verlängerung der vorgegebenen Abisolierlänge an einem der Kabelenden kann insbesondere in direkter Abhängigkeit der jeweils vorgesehenen Verdrehung erfolgen.
20

Die definierte Toleranz kann insbesondere im Hinblick auf den zu konfektionierenden Kabeltyp und/oder den jeweiligen Steckverbinder getroffen werden.

25 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Längenverkürzung berücksichtigt wird, um die axiale Sollposition eines kabelseitigen Endes einer die Innenleiter in sich aufnehmenden Gehäusekomponente eines elektrischen Steckverbinders entlang der Mittelachse des Kabels vorzugeben. In anderen Worten wird zur Bestimmung einer axialen Sollposition entlang der Mittelachse des Kabels eines kabelseitigen Endes einer die Innenleiter in sich aufnehmenden Gehäusekomponente
30 eines elektrischen Steckverbinders die Längenverkürzung berücksichtigt.

Grundsätzlich können durch die Anpassung der vorgegebenen Abisolierlänge neben der durch die Verdrehung bedingten Längenänderung auch weitere Fehler- oder Toleranzquellen berücksichtigt werden, um die axiale Sollposition für eine Gehäusekomponente des Steckverbinders möglichst genau vorzugeben.
35

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass nur die vorgesehene Abisolierlänge der freizulegenden Innenleiter an dem ersten Kabelende vergrößert wird, wenn ausschließlich eine Verdrehung des ersten Kabelendes vorgesehen ist oder nur die vorgesehene Abisolierlänge der freizule-

genden Innenleiter an dem zweiten Kabelende vergrößert wird, wenn ausschließlich ein Verdrehen des zweiten Kabelendes vorgesehen ist.

5 In der Regel kann es von Vorteil sein, die Längenverkürzung unmittelbar an dem ursächlichen Kabelende zu kompensieren, insbesondere wenn die axiale Sollposition von Gehäusekomponenten auf dem Kabel korrigiert werden soll. Kommt es hingegen lediglich auf die Längenverkürzung der Gesamtlänge des Kabels an, kann aber auch eine durch Verdrehen des ersten Kabelendes bedingte Längenverkürzung im Bereich des zweiten Kabelendes kompensiert werden – und umgekehrt. Vorzugsweise werden allerdings die jeweiligen Kabelenden für sich bzw. separat betrachtet.

10 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass sowohl die vorgesehene Abisolierlänge der freizulegenden Innenleiter an dem ersten Kabelende als auch die vorgesehene Abisolierlänge der freizulegenden Innenleiter an dem zweiten Kabelende vergrößert wird, wenn eine Verdrehung beider Kabelenden vorgesehen ist.

15 Grundsätzlich kann allerdings auch vorgesehen sein, dass eine durch Verdrehen beider Kabelenden bedingte Längenverkürzung durch Anpassung der vorgesehenen Abisolierlänge an nur einem der beiden Kabelenden berücksichtigt wird.

20 In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel ausgehend von einem der Kabelenden mit zwei oder mehr Steckverbinderkomponenten des Steckverbinders bestückt wird. Vorzugsweise werden die Steckverbinderkomponenten hierzu einzeln in Kammern derart angeordnet, dass diese einen gemeinsamen Kanal mit einer gemeinsamen Mittelachse ausbilden, wonach das Kabelende des Kabels mit seinem vorderen Ende entlang der Mittelachse durch die Steckverbinderkomponenten
25 hindurchgeführt wird, um die Steckverbinderkomponenten auf das Kabel aufzuschieben.

Es können somit vorteilhaft Steckverbinderkomponenten auf das elektrische Kabel aufgebracht werden, bevor das elektrische Kabel im Rahmen der Steckverbindermontage weiter bearbeitet wird.

30 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steckverbinderkomponenten in den Kammern derart angeordnet werden, dass durch die Steckverbinderkomponenten verlaufende Durchgangsbohrungen zur Aufnahme des Kabels koaxial zueinander ausgerichtet sind.

35 Insbesondere wenn die Steckverbinderkomponenten koaxial ausgerichtet werden, kann das elektrische Kabel vorteilhaft durch alle Steckverbinderkomponenten in einem durchgängigen Bewegungsablauf hindurchgeführt werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine der Steckverbinderkomponenten unter Verwendung eines Schmierstoffs, vorzugsweise eines Alkohols oder eines Silikonöls, auf den Kabelmantel aufgeschoben wird.

- 5 Beispielsweise kann 2-Propanol (auch als Isopropylalkohol oder Isopropanol bekannt) als Schmierstoff verwendet werden.

Ganz besonders bevorzugt kann allerdings ein Silikonöl, also ein synthetisches, siliciumbasiertes Öl, als Schmierstoff verwendet werden. Beispielsweise kann ein Polydimethylsiloxan mit einem hohen Gehalt an
10 Phenyl-Gruppen verwendet werden, insbesondere ein unter den Handelsnamen WACKER® AP 150 der Wacker Chemie AG bekanntes Silikonöl.

Es kann vorgesehen sein, ein Schmiermittel zum Aufschieben einer Steckverbinderkomponente zu verwenden, das in dem Kabel bereits enthalten ist. Beispielsweise werden mitunter selbstschmierende Si-
15 licone zur Ausbildung zum Beispiel des Kabelmantels verwendet, die nach dem Vulkanisieren das Öl an der Oberfläche ausschwitzen. Die Verwendung der zur Selbstausschwitzung in dem Kabel ohnehin bereits eingesetzten Schmiermittel, insbesondere Silikonöle, ist in der Regel sicherheitstechnisch unbedenklich.

- 20 Grundsätzlich kann ein beliebiges Schmiermittel bzw. ein beliebiger Schmierstoff zur Schmierung und damit zur Verringerung der Reibung beim Bestücken des Kabelmantels mit den Steckverbinderkomponenten vorgesehen sein.

Beispielsweise können flüssige Schmierstoffe, Schmierfette, Festschmierstoffe oder gasförmige
25 Schmierstoffe vorgesehen sein, um Verschleiß, Reibungswärme und chemische Wechselwirkungen während des Durchführens des elektrischen Kabels durch die Steckverbinderkomponenten vorteilhaft zu beeinflussen.

Es kann auch vorgesehen sein, einen Druckluftfilm zwischen dem Kabelmantel und der Steckverbinder-
30 komponente zu erzeugen, um das Gleitverhalten beim Aufschieben der Steckverbinderkomponente zu verbessern.

Somit kann beispielsweise auf ein zusätzliches Schmiermittel verzichtet werden.

- 35 Um den Druckluftfilm zu erzeugen kann vorgesehen sein, die Steckverbinderkomponente mit einem Formteil teilweise zu umhüllen und gegebenenfalls auf dem Kabelmantel abzustützen. Die Druckluft kann damit vorzugsweise ausschließlich (oder zumindest im Wesentlichen) durch den Spalt zwischen der Steckverbinderkomponente und dem Kabelmantel strömen und den Spalt hierdurch aufweiten oder überhaupt erst erzeugen. Die Druckluft kann somit eine Durchgangsbohrung der Steckverbinderkompo-

nente vorteilhaft und äußerst schonend aufweiten. Gleichzeitig kann eine axiale Verschiebung der Steckverbinderkomponente auf dem Kabelmantel des Kabels durch den Luftfilm zusätzlich verbessert sein.

5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das mit den Steckverbinderkomponenten bestückte Kabel seitlich zur Zustellrichtung des Kabels oder entgegen der Zustellrichtung des Kabels aus dem Bestückungsmodul entnommen wird.

10 Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Steckverbinderkomponenten den Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls von oben unter Ausnutzung der Schwerkraft zugeführt werden. Nach Durchführen des Kabels durch die Steckverbinderkomponenten kann das elektrische Kabel dann zusammen mit den Steckverbinderkomponenten wieder entgegen der Zustellrichtung des Kabels aus dem Mehrfachbestückungsmodul herausgezogen werden. Auch eine seitliche Entnahme oder ein Herausschwenken des bestückten Kabels aus dem Mehrfachbestückungsmodul kann vorgesehen sein.

15 Grundsätzlich kann vorgesehen sein, das elektrische Kabel auf beliebige Art und Weise aus dem Bestückungsmodul zu entnehmen, beispielsweise auch durch eine vordefinierte Bewegungsabfolge (zum Beispiel zuerst nach oben und schließlich weiter in Zustellrichtung etc.).

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass

- 20 a) eine Haltekappe oder einer Winkelkappe, gefolgt von einer Leitungsdichtung, gefolgt von einem Buchsengehäuse, gefolgt von einer Schirmhülse (insbesondere im Falle eines zwei- oder mehradrigen Kabels); oder
- b) eine Haltekappe oder einer Winkelkappe, gefolgt von einer Kabelfesthaltung, gefolgt von einer Leitungsdichtung (insbesondere im Falle eines einadrigen Kabels)

25 nacheinander ausgehend von dem vorderen Ende bzw. dem jeweiligen Kabelende des Kabels auf den Kabelmantel aufgeschoben werden.

Die vorstehend genannte Reihenfolge hat sich zur Konfektionierung eines einadrigen oder zweiadrigen Kabels als besonders geeignet herausgestellt.

30 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die korrekte Bestückung des Kabelmantels nach dem Aufschieben der Steckverbinderkomponenten überprüft wird. Es kann auch vorgesehen sein, die Unversehrtheit der auf dem Kabel aufgeschobenen Steckverbinderkomponenten zu überprüfen.

35 Die Überprüfung kann insbesondere eine Überprüfung hinsichtlich eines grundsätzlichen Vorhandenseins einer oder mehrerer Steckverbinderkomponenten, der richtigen Reihenfolge der aufgeschobenen Steckverbinderkomponenten und/oder der korrekten Orientierung bzw. Ausrichtung der Steckverbinderkomponenten umfassen. Ein nicht korrekt bestücktes Kabel kann beispielsweise von der nachfolgenden

Steckverbindermontage ausgeschlossen, als fehlerhaft gekennzeichnet bzw. markiert und/oder nachbearbeitet werden.

5 Es kann auch vorgesehen sein, im Rahmen der Bestückung mittels des Mehrfachbestückungsmoduls einzelne Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls nur optional mit Steckverbinderkomponenten zu versehen, um die Bestückung wahlweise an die Montage verschiedener Steckverbinder und/oder an verschiedenen Kabeldurchmesser anpassen zu können.

10 Es kann vorgesehen sein, dass im Rahmen der Bestückung eine Expansion der Steckverbinderkomponenten unterbleibt. Beispielsweise kann im Rahmen der Erfindung vorgesehen sein, auf einen Expansionsgreifer zur Aufweitung der Durchgangsbohrungen der Steckverbinderkomponenten zu verzichten.

15 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel an einer definierten axialen Position mit einem elastischen Ringkörper bestückt wird, indem ein Schrägrohr mit einer gegenüber einem Rohrquerschnitt des Schrägrohrs um einen Anstellwinkel geneigten Stirnfläche in eine Durchgangsbohrung des Ringkörpers eingeführt wird, wobei das Kabel derart in dem Schrägrohr positioniert wird, dass sich der Ringkörper an der definierten axialen Position auf dem Kabel befindet, wenn der Ringkörper von dem Schrägrohr auf das Kabel abgestreift wird.

20 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Ringkörper eine Steckverbinderkomponente eines auf dem Kabel zu montierenden Steckverbinders, vorzugsweise eine Leitungsdichtung, oder eine von dem Steckverbinder unabhängige Mantelklemme zur Befestigung auf dem Kabel ist.

25 Bei den Steckverbinderkomponenten kann es sich grundsätzlich um beliebige elastische Komponenten des auf dem entsprechenden Kabelende zu montierenden elektrischen Steckverbinders handeln, die vorzugsweise eine jeweilige Durchgangsbohrung zur Aufnahme des Kabels aufweisen. Das Kabel kann somit durch die Steckverbinderkomponente hindurchführbar sein.

30 Besonders bevorzugt ist der elastische Ringkörper als Leitungsdichtung ausgebildet. Insbesondere die Montage einer Leitungsdichtung gestaltet sich im Rahmen des bekannten Standes der Technik als vergleichsweise schwierig. Gemäß den bekannten Verfahren kann beispielsweise vorgesehen sein, die Leitungsdichtung punktuell aufzuspreizen, beispielsweise mittels eines Dreipunktgreifers, was die Leitungsdichtung allerdings beschädigen kann.

35 Es kann vorgesehen sein, dass im Rahmen der Erfindung keine Expansion des Ringkörpers durch einen Expansionsgreifer zur Aufweitung der Durchgangsbohrungen des Ringkörpers erfolgt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Ringkörper zur Konfektionierung eines zweiten elektrischen Kabels zumindest eine zweite Durchgangsbohrung zur Aufnahme zumindest eines der zweiten elektrischen Kabel aufweist.

- 5 Im Rahmen der Steckverbindermontage können somit auch Ringkörper, insbesondere Leitungsdichtungen, verwendet werden, die auf mehrere elektrische Kabel, beispielsweise auf ein zweites elektrisches Kabel, aufgeschoben werden können. Ein derartiger Ringkörper kann sich insbesondere zur Montage eines Steckverbinders der zwei oder mehr elektrische Kabel aufweist, eignen.
- 10 Vorzugsweise weist der Ringkörper nur eine einzige Durchgangsbohrung zur Konfektionierung nur eines einzigen elektrischen Kabels bzw. zur Montage eines ein einziges elektrisches Kabel aufweisenden Steckverbinders auf. In einer ebenfalls bevorzugten Variante der Erfindung weist der Ringkörper allerdings genau zwei Durchgangsbohrungen zur Konfektionierung von genau zwei elektrischen Kabeln bzw.
- 15 der Ringkörper aber sogar auch mehr als zwei Durchgangsbohrungen aufweisen um weitere elektrische Kabel zu konfektionieren (bzw. um einen mehr als zwei elektrische Kabel aufweisenden Steckverbinder zu montieren), beispielsweise drei Durchgangsbohrungen oder mehr, vier Durchgangsbohrungen oder mehr, fünf Durchgangsbohrungen oder mehr, sechs Durchgangsbohrungen oder mehr, sieben Durchgangsbohrungen oder mehr, acht Durchgangsbohrungen oder mehr, neun Durchgangsbohrungen oder
- 20 mehr, zehn Durchgangsbohrungen oder noch mehr Durchgangsbohrungen.

Die vorstehend und nachfolgend beschriebene Bestückung des Kabels kann beispielsweise sequentiell oder parallel mehrfach durchgeführt werden, sofern mehr als ein elektrisches Kabel mit dem Ringkörper, insbesondere mit einem gemeinsamen Ringkörper, bestückt werden soll. Vorzugsweise erfolgt die Bestückung parallel, wobei beispielsweise eine entsprechende Anzahl Schrägrohre eingesetzt wird, die

25 mehrteilig, gegebenenfalls aber auch einteilig ausgebildet sein können.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Ringkörper auf einen Kabelmantel des Kabels abgestreift wird.

- 30 Grundsätzlich kann allerdings auch vorgesehen sein, dass der Ringkörper auf eine sonstige Kabelkomponente abgestreift wird, beispielsweise auf ein unter dem Kabelmantel verlaufendes Kabelschirmgeflecht, auf eine auf oder unter dem Kabelschirmgeflecht verlaufende Kabelfolie, auf eine mehrere Innenleiter in sich führende Füllschicht (auch als "Filler" bezeichnet), auf eine Isolation eines Innenleiters
- 35 und/oder auf einen Innenleiter. In der Regel wird der Ringkörper allerdings auf den Kabelmantel des Kabels abgestreift, insbesondere wenn es sich bei dem Ringkörper um eine Leitungsdichtung oder um eine Mantelklemme handelt.

In vorteilhafter Weise kann ein Abstreifmittel vorgesehen sein, um den Ringkörper von dem Schrägrohr abzustreifen.

5 Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass der Ringkörper ohne Verwendung eines Abstreifmittels auf das Kabel abgestreift wird, beispielsweise auf händische Weise von einem Monteur. Auch das Abstreifen mittels Druckluft kann gegebenenfalls vorgesehen sein.

10 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Ringkörper durch axiales Verschieben eines teilringförmig oder ringförmig um das Schrägrohr umlaufenden Abstreifmittels in Richtung auf die geneigte Stirnfläche (bzw. den Endabschnitt) des Schrägrohrs von dem Schrägrohr abgestreift wird, wobei das Abstreifmittel und/oder das Schrägrohr bewegt wird.

15 Sofern ein Ringkörper mit mehreren Durchgangsbohrungen gleichzeitig auf mehrere elektrische Kabel abgestreift werden soll kann vorgesehen sein, ein geeignetes Abstreifmittel zu verwenden, um den Ringkörper gleichzeitig auf die mehreren Kabel abzustreifen.

20 Bei dem Abstreifmittel kann es sich beispielsweise um einen metallischen Ring oder um einen Kunststoffring handeln. Es kann sich bei dem Abstreifmittel allerdings auch um eine Wandung mit einer Ausnehmung zur Durchführung des Schrägrohrs handeln, wodurch der Ringkörper durch Herausziehen des Schrägrohrs aus der Aufnahme abgestreift werden kann.

25 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Abstreifmittel an seinem dem Ringkörper zugewandten Ende einen sich in Richtung auf den Ringkörper verjüngenden Abschnitt aufweist, vorzugsweise einen sich konisch in Richtung auf den Ringkörper verjüngenden Abschnitt.

30 Ein sich (konisch) verjüngender Abschnitt kann den Prozess des Abstreifens unterstützen, beispielsweise indem der Abschnitt zumindest teilweise zwischen den Ringkörper und das Schrägrohr eingeschoben wird und den Ringkörper dadurch noch etwas weiter aufspreizt und gleichzeitig ein bereichsweises Umstülpen und/oder Verkanten des Ringkörpers auf der Oberfläche des Schrägrohrs vermeiden kann.

35 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Anstellwinkel zwischen dem Rohrquerschnitt und der Stirnfläche des Schrägrohrs 10° bis 80° , vorzugsweise 20° bis 70° , besonders bevorzugt 30° bis 60° und ganz besonders bevorzugt 40° bis 50° , beispielsweise 45° , beträgt.

Je kleiner bzw. spitzer der Anstellwinkel zwischen dem Rohrquerschnitt und der Stirnfläche (bzw. dem abgeschrägten Endabschnitt) des Schrägrohrs ausgebildet ist, desto leichter lässt sich das Schrägrohr in der Regel in den Ringkörper einführen. Gleichzeitig kann es aber vorgesehen sein darauf zu achten, mit dem Schrägrohr nicht in den Ringkörper einzuschneiden. Aus diesem Grunde kann ein mittlerer Anstellwinkel, beispielsweise von 45° , bevorzugt sein.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Stirnfläche einen linearen oder gewölbten Verlauf, vorzugsweise einen konkaven Verlauf, aufweist.

- 5 Insbesondere eine konkav gewölbte Stirnfläche kann ein Einschleiben des Schrägrohrs in den Ringkörper weiter unterstützen. Grundsätzlich kann ein beliebiger kurvenförmiger Verlauf der Stirnfläche vorgesehen sein.

10 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel in dem Schrägrohr derart positioniert wird, dass sich das Kabel mit der definierten axialen Position an der geneigten Stirnseite des Schrägrohrs oder an einer Stirnseite des Abstreifmittels befindet.

15 Insbesondere wenn das Kabel und das Schrägrohr während des Abstreifens des Ringkörpers relativ zueinander unverändert gehalten werden, kann die Positionierung des Kabels mit der definierten axialen Position an der Stirnseite des Schrägrohrs (insbesondere an einem vorderen Ende des Schrägrohrs) geeignet sein, um den Ringkörper positionsgenau abzustreifen. Sofern sich die Position des Kabels relativ zu dem Schrägrohr während des Abstreifens allerdings verändert, beispielsweise indem das Kabel auf seiner Position gehalten wird und das Schrägrohr zum Abstreifen des Ringkörpers mittels des Abstreifmittels von dem Kabel wegbewegt wird, kann eine Positionierung des Kabels hinsichtlich der Stirnseite
20 des Abstreifmittels geeignet sein.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Schrägrohr zu dem Ringkörper vor und zumindest zeitweise während des Einführens des Schrägrohrs in den Ringkörper achsversetzt positioniert wird.

25 Eine achsversetzte Positionierung kann die zum Einführen des Schrägrohrs in den Ringkörper notwendige Kraft weiter verringern. Grundsätzlich ist aber auch eine koaxiale Ausrichtung des Schrägrohrs und des Ringkörpers möglich.

30 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Ringkörper und/oder das Schrägrohr vor und zumindest zeitweise während des Einführens des Schrägrohrs in den Ringkörper verkippt zueinander ausgerichtet sind derart, dass sich der Ringkörper in Richtung auf seine von dem Schrägrohr abgewandte Seite neigt.

35 Eine verkippte Ausrichtung zwischen dem Ringkörper und dem Schrägrohr kann ebenfalls zu einem kräfteschonenden Einführen des Schrägrohrs in den Ringkörper führen. Beispielsweise kann die Mittelachse des Ringkörpers zu der Mittelachse des Schrägrohrs um einen Winkel von bis zu 80° verkippt sein, vorzugsweise um einen Winkel von bis zu 60° verkippt sein, besonders bevorzugt um einen Winkel von bis zu 45° verkippt sein, ganz besonders bevorzugt um einen Winkel von bis zu 30° verkippt sein, weiter be-

vorzugt um einen Winkel von bis zu 20° verkippt sein, und noch weiter bevorzugt um einen Winkel von bis zu 10° verkippt sein, beispielsweise auch um einen Winkel von bis zu 5° oder weniger verkippt sein.

5 In vorteilhafter Weise kann ein Stützkörper verwendet werden, an den sich der Ringkörper während des Einführens des Schrägrohrs mit seiner von dem Schrägrohr abgewandten Seite abstützen kann.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein Stützkörper mit einer Durchgangsbohrung verwendet wird, an den sich der Ringkörper während des Einführens des Schrägrohrs mit seiner von dem Schrägrohr abgewandten Seite abstützen kann.

10

Insbesondere ein Stützkörper mit einer Durchgangsbohrung, durch die das Kabel von einem dem Schrägrohr gegenüberliegenden Ende des Stützkörpers durchführbar ist, um das Kabel schließlich auch in das Schrägrohr einzuführen, kann geeignet sein.

15 Die Verwendung eines Stützkörpers kann sich insbesondere auch eignen, um die Verkipfung zwischen dem Ringkörper und dem Schrägrohr gezielt vorzugeben.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Stützkörper zwei Halbschalen aufweist, die nach dem Einführen des Schrägrohrs in den Ringkörper geöffnet werden. Vorzugsweise werden die Halbschalen nach dem Positionieren des Kabels in dem Schrägrohr geöffnet. Besonders bevorzugt werden die Halbschalen nach dem Abstreifen des Ringkörpers auf das Kabel geöffnet, um das fertig bestückte Kabel entnehmen zu können.

25

Der Stützkörper kann aber auch einteilig ausgebildet sein.

Es kann auch vorgesehen sein, dass der Stützkörper drei Schalenelemente, vier Schalenelemente oder noch mehr Schalenelemente aufweist, die nach dem Einführen des Schrägrohrs geöffnet werden können.

30 Die Verwendung eines mehrteiligen Stützkörpers, insbesondere die Verwendung eines Stützkörpers, der aus zwei Halbschalen besteht, kann geeignet sein, um das mit dem wenigstens einen Ringkörper bestückte Kabel nach der Bestückung vorteilhaft aus dem Einzelbestückungsmodul entnehmen zu können.

35 Es kann aber auch vorgesehen sein, den Stützkörper anderweitig zu entfernen derart, dass das Kabel zusammen mit dem Ringkörper aus dem Einzelbestückungsmodul entnehmbar ist. Beispielsweise kann auch vorgesehen sein, das Kabel seitlich aus dem Einzelbestückungsmodul zu entnehmen, wenn der Stützkörper hierzu eine entsprechende seitliche Öffnung aufweist.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass auf das Schrägrohr und/oder auf den Ringkörper ein Schmiermittel aufgetragen wird, vorzugsweise ein Alkohol oder ein Öl, insbesondere ein Silikonöl.

5 Grundsätzlich kann ein beliebiges Schmiermittel vorgesehen sein, insbesondere die vorstehend bereits erwähnten Schmiermittel. Es kann auch vorgesehen sein, einen Druckluftfilm zwischen dem Schrägrohr und dem Ringkörper zu erzeugen, um das Gleitverhalten beim Einführen des Schrägrohrs in den Ringkörper zu verbessern, was vorstehend ebenfalls bereits erwähnt wurde.

10 Gegebenenfalls kann auch vorgesehen sein, den Ringkörper und/oder das Schrägrohr zu erwärmen, um die Elastizität des Ringkörpers für ein Einführen des Schrägrohrs in den Ringkörper positiv zu beeinflussen.

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein Magazin verwendet wird, um weitere Ringkörper zur Bestückung weiterer Kabel vorzuhalten. Somit kann vorteilhaft ein Magazinieren der Ringkörper vorgesehen sein. Grundsätzlich können beliebige Magazinarten vorgesehen sein, beispielsweise die zuvor bereits erwähnten Magazinarten.

20 Es kann vorgesehen sein, das Vorhandensein und/oder die Unversehrtheit des auf das Kabel aufgeschobenen Ringkörpers zu überprüfen, nachdem der Ringkörper auf das Kabel abgestreift wurde. Beispielsweise kann eine optische Qualitätsprüfung mit einer oder mehreren Kameras vorgesehen sein. Ein nicht korrekt bestücktes Kabel kann beispielsweise von der nachfolgenden Konfektionierung ausgeschlossen, als fehlerhaft gekennzeichnet bzw. markiert und/oder nachbearbeitet werden.

25 Die vorstehend beschriebenen Bestückungsprozesse können auch mehrfach verwendet werden, um mehrere elektrische Kabel mit gemeinsamen Steckverbinderkomponenten zu bestücken.

30 Zur Bestückung mehrerer Kabel, beispielsweise zweier Kabel, mit einem gemeinsamen elastischen Ringkörper kann vorgesehen sein, dass für jedes der Kabel ein dem Kabel zugeordnetes Schrägrohr mit einer gegenüber einem Rohrquerschnitt des Schrägrohrs um einen Anstellwinkel geneigten Stirnfläche in eine Durchgangsbohrung des Ringkörpers eingeführt wird, wobei die Kabel derart in dem jeweils zugeordneten Schrägrohr positioniert werden, dass sich der Ringkörper an der definierten axialen Position auf dem jeweiligen Kabel befindet, wenn der Ringkörper von den Schrägrohren auf die Kabel abgestreift wird.

35 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Schrägrohre definiert zueinander ausgerichtet und/oder positioniert werden, vorzugsweise an einem gemeinsamen Halterahmen befestigt oder über einen Verbindungssteg miteinander verbunden werden.

Die Schrägrohre können einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein. Insbesondere im Falle mehrteiliger Schrägrohre können die einzelnen Schrägrohre aneinander befestigt sein, um die Handhabung und Ausrichtung zu vereinfachen.

- 5 In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das mit einem Innenleiterkontaktelement vorkonfektionierte Kabelende entlang einer Vorschubrichtung in einen korrespondierenden Steckplatz einer Gehäusebaugruppe des Steckverbinders eingepresst wird, bis das Innenleiterkontaktelement eine Sollposition innerhalb der Gehäusebaugruppe erreicht hat, wobei eine optische Sensoreinheit während des Einpressens des Kabels die Istposition des Innenleiterkontaktelements innerhalb der Gehäusebaugruppe erfasst.
- 10

Es kann somit eine besonders genaue und prozesssichere Montage des Steckverbinders erfolgen.

- 15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das vordere Ende bzw. das Kabelende des Kabels vor dem Einpressen in die Gehäusebaugruppe zunächst in einer Ausgangsposition entlang der Vorschubrichtung und/oder der Zustellrichtung lagerichtig ausgerichtet wird, indem das vordere Ende des Kabels zumindest teilweise in eine Aufnahme einer Ausrichtungshilfe eingeführt und/oder an einem Anschlag der Ausrichtungshilfe angeschlagen wird.

- 20 Ein Monteur, die Transporteinrichtung und/oder die Zustelleinrichtung können das Kabel somit mittels der Ausrichtungshilfe vorteilhaft positionieren und/oder ausrichten.

Somit befindet sich das Kabel vor dem Einpressen in einer bekannten Ausgangsposition und außerdem auch bereits in einer definierten Orientierung.

- 25 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Ausrichtungshilfe nach dem lagerichtigen Ausrichten des vorderen Endes des Kabels aus dem Verschiebeweg des Kabels entfernt wird.

- 30 Die Ausrichtungshilfe kann vorzugsweise orthogonal zu der Vorschubrichtung und/oder der Zustellrichtung in einer linearen Bewegung entfernt werden. Die Ausrichtungshilfe kann aber auch durch eine Schwenkbewegung aus dem Verschiebeweg bewegt werden.

Vorzugsweise wird die Ausrichtungshilfe automatisch aus dem Verschiebeweg bewegt.

- 35 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Gehäusebaugruppe vor dem Einpressen des Kabels von einer Fixiereinrichtung in einer Montageposition fixiert wird.

Hierdurch befindet sich die Gehäusebaugruppe vorteilhaft in einer bekannten Montageposition, was die Überwachung der Istposition des Innenleiterkontaktelements vereinfachen kann.

5 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine Vorspanneinrichtung ein zur Verrastung des Innenleiterkontaktelements innerhalb der Gehäusebaugruppe vorgesehenes Rastmittel in der Gehäusebaugruppe orthogonal zu der Vorschubrichtung und/oder zu der Zustellrichtung mechanisch vorspannt.

10 Hierdurch kann das Rastmittel insbesondere aus dem Verschiebeweg des Innenleiterkontaktelements bewegt werden, um eine Kollision des Innenleiterkontaktelements mit dem Rastmittel zu vermeiden. Eine Kollision des Innenleiterkontaktelements mit dem Rastmittel kann beispielsweise bei der Messung bzw. Überwachung der Presskraft zu einem verfälschten Resultat führen.

15 Anstelle eines Rastmittels können grundsätzlich beliebige elastische oder federgelagerte Komponenten der Gehäusebaugruppe durch die Vorspanneinrichtung vorgespannt bzw. aus dem Verschiebeweg des Innenleiterkontaktelements bewegt werden.

20 In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Vorspanneinrichtung das Rastmittel durch das Ausfahren eines Teleskopstößels vorspannt.

Anstelle eines Teleskopstößels können grundsätzlich aber beliebige Mittel zum Vorspannen des Rastmittels vorgesehen sein.

25 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Vorspanneinrichtung bei Berührung mit dem Innenleiterkontaktelement des elektrischen Kabels aus dem Verschiebeweg des Innenleiterkontaktelements entfernt wird.

30 Vorzugsweise wird die Vorspanneinrichtung, insbesondere der Teleskopstößel der Vorspanneinrichtung, aus dem Verschiebeweg des Kabels bzw. des Innenleiterkontaktelements entfernt, sobald das Innenleiterkontaktelement ausreichend tief in die Gehäusebaugruppe eingeschoben wurde, um das Rastmittel selbst vorzuspannen (bzw. sobald das Innenleiterkontaktelement zumindest teilweise "über" das Rastmittel bewegt wurde). Ein weiteres Einpressen des Kabels kann schließlich dazu führen, dass das Rastmittel in eine korrespondierende Aufnahme in dem Innenleiterkontaktelement einrastet und sich dabei wieder entspannt.

35 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Vorschubeinrichtung den Vorschub des Kabels stoppt, sobald die von der optischen Sensoreinrichtung erfasste Istposition des Innenleiterkontaktelements der Sollposition entspricht.

Der Vorschub der Vorschubeinrichtung kann in Abhängigkeit der Istposition und/oder der erfassten Presskraft geregelt werden.

5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit (beispielsweise des Einpressmoduls) und/oder die Steuereinrichtung die während des Einpressens von dem Kraftaufnehmer erfasste Presskraft auswertet und mit einer Vorgabe für die Presskraft abgleicht, um das Kabel im Rahmen einer Qualitätssicherung zu klassifizieren.

10 Der Steckverbinder kann insbesondere aussortiert werden, wenn die Presskraft nicht der Vorgabe entspricht bzw. nicht ausreichend der Vorgabe entspricht.

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass nach dem Erreichen der Sollposition des Innenleiterkontaktelements des Kabels ein mit einem Innenleiterkontaktelement vorkonfektioniertes, vorderes Ende eines zweiten elektrischen Kabels entlang der Vorschubrichtung und/oder der Zustellrichtung in einen korrespondierenden zweiten Steckplatz der Gehäusebaugruppe eingepresst wird.

20 Das zweite Kabel kann grundsätzlich aber auch gleichzeitig mit dem ersten Kabel eingepresst werden. Ein sequentielles Einpressen der Kabel kann allerdings zur Überwachung des Montageprozesses, insbesondere der auftretenden Presskräfte, von Vorteil sein.

25 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabelende mittels eines ersten Transportmoduls entlang einer Zustellrichtung in eines der Bearbeitungsmodule zur Bearbeitung des Kabelendes transportiert wird, wobei das Kabelende außerdem mittels eines zweiten Transportmoduls, das an einer in Zustellrichtung von dem ersten Transportmodul beabstandeten Position angeordnet ist, entlang oder entgegen der Zustellrichtung transportiert wird, wobei an das Kabel zustellbare Transporteinheiten des ersten Transportmoduls derart umpositioniert werden, dass auf dem zu bearbeitenden Kabelende aufgebrauchte Steckverbinderkomponenten des Steckverbinders durch das erste Transportmodul passieren können, während das zweite Transportmodul den Transport des Kabels durchführt.

Es kann somit ein äußerst flexibler Transport des Kabels im Rahmen einer Steckverbindermontage erfolgen.

35 Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Transporteinheiten des ersten Transportmoduls geöffnet werden, um auf dem zu bearbeitenden Kabelabschnitt aufgebrauchte Steckverbinderkomponenten durch das erste Transportmodul passieren zu lassen, während das zweite Transportmodul den Transport des Kabels durchführt.

Insbesondere kann das zweite Transportmodul den Transport des Kabels übernehmen, wenn ein Weitertransport durch das erste Transportmodul aufgrund einer Kollision des ersten Transportmoduls mit der Steckverbinderkomponente nicht mehr möglich ist.

- 5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel durch Zustellen von zumindest zwei Klemmkörpern in Richtung auf die Mittelachse des Kabels in dem zweiten Transportmodul gehalten wird, nachdem ein Benutzer das Kabel in das zweite Transportmodul eingelegt hat.

Optional kann eine mehrstufige Klemmkraft zum Halten des Kabels in dem zweiten Transportmodul vorgesehen sein, insbesondere eine zweistufige Klemmkraft. So kann beispielsweise eine erste Klemmkraft für die Klemmkörper durch eine oder mehrere mechanische Federelemente bereitgestellt werden und eine zweite Klemmkraft, die gegenüber der ersten Klemmkraft erhöht ist, durch einen pneumatischen oder hydraulischen Aktor.

- 15 Die erste Klemmkraft kann dann beispielsweise vorteilhaft auf die Klemmkörper aufgebracht werden, solange sich der das Kabel einlegende Benutzer noch in Zugriffsreichweite der Klemmkörper befindet bzw. noch keinen ausreichenden Sicherheitsabstand zu den Klemmkörpern einhält. Eine Überwachung des Benutzers oder dessen Hände kann zum Beispiel durch einen Lichtvorhang erfolgen. Erst wenn der Benutzer einen ausreichenden Sicherheitsabstand zu den Klemmkörpern einhält können die Klemmkörper mit der höheren, zweiten Klemmkraft beaufschlagt werden. Eine Verletzung des Benutzers kann somit ausgeschlossen werden, während gleichzeitig die Zugänglichkeit und die Benutzerfreundlichkeit für das Einlegen des Kabels besonders hoch ist.

25 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel von dem zweiten Transportmodul linear entlang der Zustellrichtung in das erste Transportmodul eingeführt wird, wonach anschließend zumindest zwei Transporteinheiten des ersten Transportmoduls in Richtung auf die Mittelachse des Kabels zugestellt werden.

30 Vorzugsweise kann somit eine erste Transportbewegung des Kabels durch das zweite Transportmodul erfolgen, die das Kabel hierdurch zur weiteren Transportierung an das erste Transportmodul übergibt.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Transport des Kabels wahlweise von dem ersten Transportmodul oder von dem zweiten Transportmodul übernommen wird.

- 35 Somit sind die Transportmodule vorzugsweise unabhängig voneinander ansteuerbar. Die Transportmodule können aber auch gleichzeitig, vorzugsweise synchronisiert, angesteuert werden und das Kabel dadurch synchron transportieren – dies ist aufgrund des erhöhten Aufwands und der Belastung des Kabelmantels bei einer unzureichenden Synchronisation allerdings nicht bevorzugt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Klemmkörper des zweiten Transportmoduls als Rollenkörper ausgebildet sind, die mittels einer Bremseinheit blockiert werden, während das zweite Transportmodul den zu bearbeitenden Kabelabschnitt linear zustellt, und die von der Bremseinheit frei drehbar freigegeben werden, während das erste Transportmodul den Kabelabschnitt zustellt.

5

Es kann somit vorgesehen sein, dass das zweite Transportmodul während der Zustellung des Kabels durch das erste Transportmodul die Funktion einer möglichst kräftefreien Lagerung des Kabels übernimmt.

10

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Zustellung des zu bearbeitenden Kabelabschnitts in das jeweilige Bearbeitungsmodul durch das erste Transportmodul erfolgt, während das zweite Transportmodul in Zustellrichtung stillsteht.

Vorzugsweise ist die Bremseinheit der Klemmkörper des zweiten Transportmoduls freigegeben, während das zweite Transportmodul in Zustellrichtung stillsteht. Hierdurch kann sich das Kabel frei durch das zweite Transportmodul bewegen, während das erste Transportmodul das Kabel beispielsweise in das Bearbeitungsmodul einführt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass auf dem Kabel wenigstens eine von dem auf dem Kabel im Rahmen der Montage zu montierenden Steckverbinder unabhängige Mantelklemme an einer definierten axialen Position entlang der Mittelachse bzw. Längsachse des Kabels kraftschlüssig befestigt wird.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Mantelklemme ausgehend von einem vorderen, freien Ende des Kabels auf den Kabelmantel des Kabels bis zum Erreichen der definierten axialen Position aufgeschoben wird.

Für das Aufschieben der wenigstens einen Mantelklemme auf den Kabelmantel des Kabels kann das Kabel an die Mantelklemme und/oder die Mantelklemme an das Kabel zugestellt werden.

30

Um die Mantelklemme vorteilhaft auf den Kabelmantel aufzuschieben zu können, kann der Klemmbereich der Mantelklemme, beispielsweise zwei oder mehr Klemmbacken der Mantelklemme oder ein elastischer Befestigungsring der Mantelklemme, zuvor zumindest teilweise aufgespreizt werden.

35

Um das Aufschieben zu unterstützen kann auch die Verwendung, eines Schmierstoffs vorgesehen sein, der auf die Mantelklemme und/oder auf den Kabelmantel des Kabels aufgetragen wird. Bei dem Schmierstoff kann es sich beispielsweise um einen der zuvor bereits genannten Schmierstoffe handeln.

Es kann auch vorgesehen sein, einen Druckluftfilm zwischen dem Kabelmantel und der Mantelklemme zu erzeugen, um das Gleitverhalten beim Aufschieben der Mantelklemme zu verbessern. Somit kann beispielsweise auf ein zusätzliches Schmiermittel verzichtet werden.

- 5 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Mantelklemme an der definierten axialen Position radial in Richtung auf die Mittelachse des Kabels auf den Kabelmantel des Kabels aufgebracht wird.

10 Es kann somit auch vorgesehen sein, die Mantelklemme zunächst derart aufzuspreizen, dass sich diese radial auf den Kabelmantel aufbringen lässt. Insbesondere ein axiales Aufschieben über einen längeren Abschnitt des Kabelmantels und der damit einhergehende Aufwand kann dadurch vermieden werden.

Ein radiales Aufschieben der Mantelklemme kann sich insbesondere für Mantelklemmen eignen, die teilingförmig oder in der Art einer Klammer ausgebildet sind.

15 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Mantelklemme mit einem Informationsträger identifizierbar gemacht wird, um das Kabel während dessen Bearbeitung eindeutig identifizieren zu können. Hierauf wird nachfolgend noch näher eingegangen.

20 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Mantelklemme wenigstens einer auf dem Kabel aufgeschobenen Steckverbinderkomponente axial benachbart angeordnet wird, um den Verschiebeweg der Steckverbinderkomponente auf dem Kabelmantel formschlüssig zu blockieren.

25 Mitunter sind Steckverbinderkomponenten auf dem Kabelmantel lose bzw. axial verschiebbar, bis sie im Rahmen der Steckverbindermontage mit anderen Steckverbinderkomponenten zusammengefügt und auf dem Kabelmantel oder an einer sonstigen Komponente des Kabels befestigt werden. Um zu vermeiden, dass sich Steckverbinderkomponenten nach der Bestückung des Kabelmantels im Rahmen der weiteren Bearbeitung und/oder im Rahmen des Transports des Kabels zwischen einzelnen Bearbeitungsmodulen
30 auf dem Kabelmantel unkontrolliert verschieben (z. B für die nachfolgende Bearbeitung zu nahe aneinanderrücken oder sogar ineinandergleiten) oder sogar von dem Kabelmantel abfallen, können sich die Mantelklemmen vorteilhaft eignen, um die axialen Positionen der Steckverbinderkomponenten zu sichern.

35 Die Mantelklemmen eignen sich demnach insbesondere, wenn das Kabel in voneinander unabhängigen Bearbeitungsmodulen nacheinander bearbeitet werden soll, da das Kabel dann zwischen den einzelnen Bearbeitungsmodulen bewegt werden muss. Somit können mittels der wenigstens einen Mantelklemme Steckverbinderkomponenten vorteilhaft auf dem Kabelmantel des Kabels in Position gehalten werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine axiale Istposition wenigstens eines auf einem der Innenleiter des Kabels befestigten Innenleiterkontaktelements innerhalb eines Kontaktteileträgers des Steckverbinders relativ zu einer vorgesehenen axialen Endposition überprüft wird, bevor eine zur Sicherung einer Primärverrastung des Innenleiterkontaktelements vorgesehene Sekundärsicherung betätigt wird.

5

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Sekundärsicherung zur Sicherung der Primärverrastung betätigt wird, nachdem die Überprüfung der axialen Istposition erfolgt ist.

10 Dadurch, dass die Position der Innenleiterkontaktelemente innerhalb des Kontaktteileträgers zuvor sichergestellt wurde, kann die Sekundärsicherung anschließend prozesssicher geschlossen werden.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zur Überprüfung der Istposition eine Druckprüfung oder eine Zugprüfung erfolgt, um festzustellen, ob das wenigstens eine Innenleiterkontaktetelement durch die Primärverrastung verrastet ist.

15

Mittels einer Druck- oder Zugprüfung kann überprüft werden, ob sich das wenigstens eine Innenleiterkontaktetelement in seiner axialen Endposition befindet, in der das Innenleiterkontaktetelement mit der Primärverrastung verrastet ist. In diesem Falle wird eine axiale Bewegung des Innenleiterkontaktetelements in dem Kontaktteileträger durch die Primärverrastung unterbunden. Eine ausreichende Verrastung kann mittels einer Druck- oder Zugprüfung dadurch technisch vorteilhaft festgestellt werden. Es kann allerdings erforderlich sein sicherzustellen, dass der auf das Innenleiterkontaktetelement aufgebrachte Druck bzw. die aufgebrachte Kraft derart dimensioniert ist, dass das Innenleiterkontaktetelement und/oder der Kontaktteileträger nicht beschädigt wird.

25

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zur Überprüfung der Istposition eine Abstandsmessung eines vorderen, freien Endes des wenigstens einen Innenleiterkontaktetelements durch eine vordere, zur Einführung eines Gegenkontaktetelements vorgesehene Öffnung des Kontaktteileträgers erfolgt.

30

Bei dem Gegenkontaktetelement kann es sich um ein Innenleiterkontaktetelement eines späteren Gegensteckverbinders handeln, der mit dem auf dem elektrischen Kabel im Rahmen der vorliegenden Kabelkonfektionierung montierten Steckverbinder verbunden werden soll.

35 Bei der vorderen Öffnung kann es sich insbesondere um eine Ausnehmung zum Einschieben der Innenleiterkontaktetelemente in den Kontaktteileträger handeln, die vollständig durch den Kontaktteileträger verläuft oder zumindest von der Vorderseite und der Rückseite des Kontaktteileträgers zugänglich ist.

Die Abstandsmessung kann vorteilhaft mittels eines Messtasters erfolgen.

Die Verwendung eines Messtasters kann eine technisch vorteilhafte Erfassung einer vorderen Stirnfläche eines Innenleiterkontaktelements durch die in dem Kontaktteilträger ohnehin vorhandene vordere Öffnung ermöglichen.

5

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zur Überprüfung der Istposition ein optischer Sensor, ein induktiver Sensor oder ein kapazitiver Sensor verwendet wird. Auch die Verwendung sonstiger Sensoren kann zur Überprüfung der Istposition vorgesehen sein.

10 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass vor der Überprüfung der Istposition das wenigstens eine Innenleiterkontaktelement in einer jeweiligen Aufnahme des Kontaktteilträgers montiert wird, insbesondere mittels des vorstehend beschriebenen Montagemoduls.

15 In vorteilhafter Weise kann unmittelbar vor der Überprüfung der Istposition des wenigstens einen Innenleiterkontaktelements die Montage der Innenleiterkontaktelemente in dem Kontaktteilträger erfolgt sein.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Zustand des Kabelendes vor und/oder nach dem Bearbeiten durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule mittels eines optischen Sensors zur optischen Qualitätsüberwachung erfasst wird.

20

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Sichtlinie eines ersten optischen Sensors auf das Kabelende ausgerichtet wird, wobei eine erste Beleuchtungseinheit entlang der Sichtlinie des ersten Sensors hinter dem Kabelende angeordnet wird, um für die Erfassung des Zustands des Kabelendes Durchlicht zu erzeugen.

25

Bei der Sichtlinie des optischen Sensors handelt es sich im Rahmen der Erfindung vorzugsweise um eine Mittelachse des optischen Erfassungsbereichs oder Erfassungskegels, mit dem der Sensor seine Umgebung erfasst bzw. wahrnimmt.

30 Die Sichtlinie des ersten optischen Sensors, des nachfolgend noch genannten zweiten optischen Sensors und/oder gegebenenfalls vorhandener weitere optischer Sensoren kann vorzugsweise orthogonal zu einer Mittelachse bzw. Längsachse des elektrischen Kabels ausgerichtet werden. Die Sichtlinie kann allerdings auch unter einem von 90° abweichenden Winkel zu der Mittelachse des Kabels ausgerichtet werden, beispielsweise unter einem Winkel von 0° (koaxiale Ausrichtung) und 90° (orthogonale Ausrichtung),
35 beispielsweise unter einem Winkel von 10° bis 80°, 20° bis 70°, 30° bis 60°, 40° bis 50° oder 45°. Grundsätzlich kommt es auf den Ausrichtungswinkel der Sichtlinie relativ zu der Mittelachse des Kabels nicht unbedingt an, wobei aber insbesondere eine orthogonale Ausrichtung von Vorteil sein kann.

Die Sichtlinie des ersten optischen Sensors, des zweiten optischen Sensors und/oder gegebenenfalls vorhandener weitere optischer Sensoren kann beispielsweise auf das vordere, freie Ende des elektrischen Kabels ausgerichtet sein. Der Schnittpunkt der Sichtlinie mit der Mittelachse des Kabels kann hiervon jedoch auch abweichen und beispielsweise entlang der Verlängerung des elektrischen Kabels axial verschoben sein oder entlang der Mittelachse des Kabels in Richtung auf das gegenüberliegende Kabelende verschoben sein.

Bei einer Beleuchtungseinheit im Rahmen der Erfindung kann es sich beispielsweise um eine Lichtquelle mit einem einzelnen Leuchtmittel oder um eine Lichtquelle mit mehreren Leuchtmitteln handeln. Sofern die Beleuchtungseinheit mehrere Leuchtmittel aufweist, können diese beispielsweise nebeneinander in einer Reihe angeordnet sein, wobei außerdem auch mehrere Reihen untereinander angeordnet werden können (Matrixanordnung).

Bei einem Leuchtmittel kann es sich vorzugsweise um ein elektrisches Leuchtmittel handeln, beispielsweise um eine Glühlampe, Gasentladungslampe und/oder um eine Leuchtdiode. Die Helligkeit und/oder Lichtfarbe des Leuchtmittels kann in Stufen oder stufenlos einstellbar sein.

Die erste Beleuchtungseinheit kann vorzugsweise koaxial zu der Sichtlinie des ersten Sensors ausgerichtet und hinter dem Kabelende angeordnet sein. Die erste Beleuchtungseinheit kann allerdings auch parallel zu der ersten Sichtlinie des ersten optischen Sensors versetzt hinter dem Kabelende angeordnet sein. Es kann auch vorgesehen sein, dass die erste Beleuchtungseinheit zu der Sichtlinie des ersten optischen Sensors verkippt ist, beispielsweise in einem Winkelbereich zwischen 1° und 45° , um zusätzlich zur Erzeugung von durch Licht bzw. Gegenlicht auch zu einem gewissen Teil Streiflicht bzw. Seitenlicht zu erzeugen.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Sichtlinie eines zweiten optischen Sensors auf das Kabelende ausgerichtet wird, wobei eine zweite Beleuchtungseinheit entlang der Sichtlinie des zweiten Sensors vor dem Kabelende angeordnet wird, um für die Erfassung des Zustands des Kabelendes Auflicht zu erzeugen.

Die zweite Beleuchtungseinheit kann koaxial zu der Sichtlinie des zweiten optischen Sensors ausgerichtet und vor dem Kabelende angeordnet sein, wobei die Beleuchtungseinheit dann vorzugsweise eine Ausnehmung und/oder einen transparenten oder teiltransparenten zentralen Bereich aufweist, um die Sicht des optischen Sensors auf das Kabelende durch die Beleuchtungseinheit hindurch freizugeben.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die zweite Beleuchtungseinheit parallel zu der Sichtlinie des zweiten optischen Sensors versetzt angeordnet ist. Eine Ausnehmung bzw. ein transparenter / teiltransparenter Bereich kann dann gegebenenfalls entfallen. Es kann ferner vorgesehen sein, dass die zweite Beleuchtungseinheit zu der Sichtlinie des zweiten optischen Sensors verkippt angeordnet ist, beispielsweise

um einen Winkel zwischen 1° und 45° , um neben der Erzeugung von Auflicht auch zu einem gewissen Teil Streiflicht bzw. Seitenlicht zu erzeugen.

5 Es können grundsätzlich auch noch weitere optische Sensoren vorgesehen sein, beispielsweise ein dritter optischer Sensor, ein vierter optischer Sensor, ein fünfter optischer Sensor oder noch mehr optische Sensoren. Sofern nachfolgend auf den ersten optischen Sensor und/oder den zweiten optischen Sensor Bezug genommen wird, so ist die Bezugnahme gegebenenfalls auch auf weitere optische Sensoren erweiterbar.

10 Es kann ferner vorgesehen sein, dass neben der ersten Beleuchtungseinheit und/oder der zweiten Beleuchtungseinheit auch noch weitere Beleuchtungseinheiten, beispielsweise eine dritte Beleuchtungseinheit, eine vierte Beleuchtungseinheit, eine fünfte Beleuchtungseinheit oder noch mehr Beleuchtungseinheiten, vorgesehen sind, die in Kombination mit dem ersten optischen Sensor, dem zweiten optischen Sensor und/oder gegebenenfalls vorhandenen weiteren optischen Sensoren oder auch unabhängig von
15 den optischen Sensoren vorgesehen sind, um Durchlicht, Auflicht und/oder Streiflicht zu erzeugen, um das zu bearbeitende Kabelende zu beleuchten.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste optische Sensor und/oder der zweite optische Sensor als Kamera (vorzugsweise als elektronische Kamera) ausgebildet
20 sind oder eine Kamera aufweisen.

Die optischen Sensoren, insbesondere die Kameras, können beispielsweise ausgebildet und eingerichtet sein, um wenigstens ein Einzelbild, vorzugsweise mehrere Einzelbilder, oder eine Videosequenz zu erfassen. Die Einzelbilder oder die Videosequenz können nachfolgend von einer Steuereinheit ausgewertet
25 werden.

Die optischen Sensoren bzw. Kameras können eine Datenschnittstelle aufweisen, um die erfassten optischen Informationen an die Steuereinheit oder an eine sonstige Einrichtung zu übertragen.

30 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der zweite optische Sensor um einen definierten Winkel zu dem ersten optischen Sensor versetzt angeordnet wird, vorzugsweise um 10° bis 170° versetzt angeordnet wird, besonders bevorzugt um 45° bis 135° versetzt angeordnet wird, weiter bevorzugt um 80° bis 100° versetzt angeordnet wird, und ganz besonders bevorzugt um 90° versetzt angeordnet wird.
35

Ganz besonders bevorzugt sind der erste optische Sensor und der zweite optische Sensor jeweils orthogonal zu der Mittelachse bzw. Längsachse des elektrischen Kabels ausgerichtet und um etwa 90° oder exakt 90° zueinander versetzt angeordnet. Insbesondere eine gleichzeitige Erfassung des Kabels durch

beide optische Sensoren kann hierdurch vergleichsweise störungsfrei bzw. unabhängig voneinander erfolgen.

5 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die erste Beleuchtungseinheit Licht in einer ersten Lichtfarbe und/oder in einer ersten Lichtpolarisation aussendet, das überwiegend bis ausschließlich von dem ersten optischen Sensor wahrnehmbar ist und überwiegend nicht bis nicht von dem zweiten optischen Sensor wahrnehmbar ist.

10 Dadurch, dass das Licht der ersten Beleuchtungseinheit überwiegend bis ausschließlich von dem ersten optischen Sensor wahrnehmbar ist, beeinflusst die Qualitätsüberwachung durch den ersten optischen Sensor und die erste Beleuchtungseinheit die Qualitätsüberwachung durch den zweiten optischen Sensor vorzugweise nicht.

15 Beispielsweise kann der zweite optische Sensor einen optischen Farbfilter aufweisen, der die Lichtfarbe der ersten Beleuchtungseinheit herausfiltert. Es kann vorgesehen sein, dass die erste Beleuchtungseinheit Licht in einer der Spektralfarben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett oder einer Kombination der Spektralfarben aussendet und der zweite optische Sensor einen entsprechenden Farbfilter aufweist.

20 Ferner kann vorgesehen sein, dass die erste Beleuchtungseinheit Licht mit einer ersten linearen Polarisation aussendet, die mittels eines Polarisationsfilters von dem zweiten optischen Sensor herausgefiltert wird. Es kann auch vorgesehen sein, dass die erste Beleuchtungseinheit Licht mit einer spezifischen zirkularen oder elliptischen Polarisation aussendet, die von dem zweiten optischen Sensor herausgefiltert wird.

25 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die zweite Beleuchtungseinheit Licht in einer zweiten Lichtfarbe und/oder in einer zweiten Lichtpolarisation aussendet, das überwiegend bis ausschließlich von dem zweiten optischen Sensor wahrnehmbar ist und überwiegend nicht bis nicht von dem ersten optischen Sensor wahrnehmbar ist.

30 Dadurch, dass das Licht der zweiten Beleuchtungseinheit überwiegend bis ausschließlich von dem zweiten optischen Sensor wahrnehmbar ist, beeinflusst die Qualitätsüberwachung durch den zweiten optischen Sensor und die zweite Beleuchtungseinheit die Qualitätsüberwachung durch den ersten optischen Sensor vorzugweise nicht.

35 Beispielsweise kann der erste optische Sensor einen optischen Farbfilter aufweisen, der die Lichtfarbe der zweiten Beleuchtungseinheit herausfiltert. Es kann vorgesehen sein, dass die zweite Beleuchtungseinheit Licht in einer der Spektralfarben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett oder einer Kombination der Spektralfarben aussendet und der erste optische Sensor einen entsprechenden Farbfilter aufweist.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die zweite Beleuchtungseinheit Licht mit einer zweiten linearen Polarisation aussendet, die mittels eines Polarisationsfilters von dem ersten optischen Sensor herausgefiltert wird. Es kann auch vorgesehen sein, dass die zweite Beleuchtungseinheit Licht mit einer spezifischen zirkularen oder elliptischen Polarisation aussendet, die von dem ersten optischen Sensor herausgefiltert wird.

5

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die erste Beleuchtungseinheit Licht in einer ersten linearen Polarisation und die zweite Beleuchtungseinheit Licht in einer zweiten linearen Polarisation aussendet, die zu der ersten Polarisation orthogonal ausgerichtet ist, wodurch der erste optische Sensor und der zweite optische Sensor durch Vorschalten entsprechend ausgerichteter Polarisationsfilter nur den jeweils vorgesehenen Lichtanteil der ihnen zugeordneten Beleuchtungseinheit wahrzunehmen vermag.

10

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste optische Sensor und der zweite optische Sensor zeitlich versetzte Messungen durchführen, wobei die erste Beleuchtungseinheit das Kabelende nur in Zeitintervallen beleuchtet, in denen der erste optische Sensor die Messung durchführt, und wobei die zweite Beleuchtungseinheit das Kabelende nur in Zeitintervallen beleuchtet, in denen der zweite optische Sensor die Messung durchführt.

15

Die Beleuchtung durch die Beleuchtungseinheit und eine Erfassung durch die optischen Sensoren kann beispielsweise in der Art der aus der 3D-Technik bekannten Shutter-3D-Systeme vorgesehen sein. Ein spezifisches Filter vor den jeweiligen optischen Sensoren kann gegebenenfalls entfallen, wenn die Bildfassung der optischen Sensoren derart zeitgesteuert wird, dass eine Erfassung lediglich in den Zeitintervallen erfolgt, in denen die dem optischen Sensor zugeordnete Beleuchtungseinheit das Kabelende beleuchtet.

20

25

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste optische Sensor und/oder der zweite optische Sensor während der Erfassung des Zustands des Kabelendes um eine Mittelachse des Kabels herum gedreht wird und/oder dass das Kabel um die Mittelachse gedreht wird, während der erste optische Sensor und/oder der zweite optische Sensor den Zustand des Kabelendes erfasst.

30

Hierdurch kann eine besonders genaue Erfassung des Bearbeitungszustands des entsprechenden Kabelendes erfolgen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste optische Sensor und/oder der zweite optische Sensor eine oder mehrere Einzelaufnahmen des Kabelendes aufnehmen, vorzugsweise während deren Drehung um die Mittelachse des Kabels und/oder während der Drehung des Kabels um die Mittelachse.

35

Vorzugsweise erfassen der erste optische Sensor und/oder der zweite optischen Sensor und/oder gegebenenfalls vorhandene weitere optische Sensoren jeweils mehrere Einzelbilder des elektrischen Kabels.

5 Insbesondere Einzelbilder können nachfolgend gegebenenfalls vorteilhafter und ressourcenschonender ausgewertet werden als eine Videosequenz.

10 Grundsätzlich können die optischen Sensoren während der relativen Drehung zwischen dem Kabelende und dem Sensor eine beliebige Anzahl Einzelbilder erfassen, beispielsweise 2 Einzelbilder bis 24 Einzelbilder (insbesondere alle 15° bis 180° ein Einzelbild), 3 Einzelbilder bis 12 Einzelbilder (insbesondere alle 30° bis 120° ein Einzelbild), 4 Einzelbilder bis 8 Einzelbilder (insbesondere alle 45° bis 90° ein Einzelbild) oder beispielsweise auch 6 Einzelbilder (insbesondere alle 60° ein Einzelbild). Besonders bevorzugt werden 8 Einzelbilder erfasst, insbesondere ein Einzelbild alle 45° .

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die erste Beleuchtungseinheit synchron zu dem ersten optischen Sensor gedreht wird und/oder dass die zweite Beleuchtungseinheit synchron zu dem zweiten optischen Sensor gedreht wird.

20 Die erste Beleuchtungseinheit kann beispielsweise auf einem gemeinsamen Rahmen mit dem ersten optischen Sensor und/oder die zweite Beleuchtungseinheit auf einem gemeinsamen Rahmen mit dem zweiten optischen Sensor befestigt sein, wobei eine Drehung des Rahmens zu einer synchronen Drehung der jeweiligen Beleuchtungseinheit und dem zugeordneten Sensor führt.

25 Grundsätzlich kann allerdings auch vorgesehen sein, dass die dem jeweiligen optischen Sensor zugeordnete Beleuchtungseinheit nicht oder zumindest nicht synchron mit dem optischen Sensor gedreht wird.

30 Der erste Sensor kann außerdem auch synchron zu dem zweiten Sensor gedreht werden. Beispielsweise können beide Sensoren und beide Beleuchtungseinheiten auf einem gemeinsamen Rahmen befestigt sein.

35 Es kann im Rahmen der Qualitätsüberwachung auch vorgesehen sein, dass mehrere Beleuchtungseinheiten ringförmig um das Kabelende herum angeordnet sind, vorzugsweise koaxial zu der Mittelachse des Kabels, und bedarfsweise elektrisch angesteuert bzw. aktiviert werden, um für den ersten optischen Sensor Durchlicht und/oder für den zweiten optischen Sensor Auflicht und/oder um sonstiges Licht zu erzeugen. Eine ringförmige Beleuchtungseinheit kann im Rahmen der Erfindung in einzelne Beleuchtungseinheiten (zum Beispiel die erste Beleuchtungseinheit und die zweite Beleuchtungseinheit) segmentiert werden. Ein Abschnitt der ringförmigen Beleuchtungseinheit kann somit als erste Beleuchtungseinheit und ein weiterer Abschnitt als zweite Beleuchtungseinheit bezeichnet werden. Insbesondere eine Drehung der Beleuchtungseinheit kann somit entfallen.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit, insbesondere die Steuereinheit des Qualitätsüberwachungsmoduls, und/oder die Steuereinrichtung zur Auswertung des Zustands des Kabels auf Basis von mittels der optischen Sensoren erfassten Daten verwendet wird.

5

Die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung können insbesondere zur optischen Signalverarbeitung eingerichtet und mit den optischen Sensoren kommunikationsverbunden sein, um über die Kommunikationsverbindung die optischen Datensignale zu erfassen.

10 Die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung können eingerichtet sein, um die Erfassung der optischen Qualitätsüberwachung durch Ansteuern der Sensoren und/oder Beleuchtungseinheiten zu steuern.

15 Die Steuereinheit und/oder die Steuereinrichtung können auch eingerichtet sein, um die relative Verdrehung zwischen dem Kabelende und den Sensoren durch Ansteuern einer entsprechenden Rotationsrichtung zu verursachen.

20 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die optische Qualitätsüberwachung eine Prüfung auf das Vorhandensein bestimmter Steckverbinderkomponenten eines auf dem Kabelende zu montierenden Steckverbinders umfasst.

Somit kann in vorteilhafter Weise eine Bestückungsprüfung vorgesehen sein. Die optische Qualitätsüberwachung kann somit vorzugsweise nach dem Bestückungsprozess eines Bestückungsmoduls durchgeführt werden.

25

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die optische Qualitätsüberwachung eine Prüfung auf von dem Kabelende abstehende Einzeldrähte umfasst.

30 Die Überprüfung auf abstehende Einzeldrähte kann insbesondere nach einem Bearbeitungsprozess eines Bearbeitungsmoduls zur Bearbeitung eines Kabelschirmgeflechts und/oder eines Innenleiters erfolgen. Die Überprüfung auf abstehende Einzeldrähte kann beispielsweise auch vor dem Aufbringen eines Gewebebands oder einer Steckverbinderkomponente erfolgen, um zunächst sicherzustellen, dass kein Einzeldraht unerwünscht absteht. Abstehende Einzeldrähte können gegebenenfalls später zu einem Kurzschluss oder zu Kriechströmen führen, die die ordnungsgemäße Funktion des Kabels und/oder
35 Steckverbinders negativ beeinflussen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die optische Qualitätsüberwachung die Prüfung einer axialen Position einer Steckverbinderkomponente eines auf dem Kabelende zu montierenden Steckverbinders umfasst.

Beispielsweise kann der Abstand des vorderen Endes eines auf einem Innenleiter des Kabels aufgetragenen Innenleiterkontaktelements zu einer Stützhülse erfasst werden.

- 5 Im Rahmen der Konfektionierung eines elektrischen Kabels werden mitunter definierte axiale Positionen von Steckverbinderkomponenten relativ zu weiteren Steckverbinderkomponenten oder zu bestimmten Kabelabschnitten innerhalb vorgegebener Toleranzen gefordert. Insbesondere im Rahmen eines Qualitätsmanagements kann deshalb vorgesehen sein, die axiale Position zumindest einer Steckverbinderkomponente zu erfassen.

10

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die optische Qualitätsüberwachung eine Prüfung eines Durchmessers eines an das Kabelende angrenzenden Kabelabschnitts umfasst.

- 15 Durch die Prüfung des Durchmessers des Kabelabschnitts kann sichergestellt werden, dass eine nachfolgende Steckverbinderkomponente, beispielsweise eine Stützhülse, tatsächlich auch montiert werden kann.

20 Beispielsweise kann der Durchmesser eines Kabelabschnitts, an dem ein Gewebeband aufgebracht ist, überprüft werden.

Es kann im Rahmen der optischen Qualitätsüberwachung auch die Qualität von beispielsweise Lötstellen oder Crimpprozessen geprüft werden.

- 25 Ferner kann der Verlauf von Nahtstellen oder Kanten überprüft werden.

30 Im Rahmen der optischen Qualitätsüberwachung kann beispielsweise auch eine Beschädigung von Kabelkomponenten des Kabels und/oder Steckverbinderkomponenten des auf dem Kabel zu montierenden Steckverbinders überprüft werden, beispielsweise indem die Kabelkomponenten und/oder Steckverbinderkomponenten auf Risse oder Sprünge überprüft werden.

35 Auch die Erkennung von farbigen Markierungen, die auf Position, Drehlage, Rotation, Verrastung etc. hinweisen, kann im Rahmen der optischen Qualitätsüberwachung vorgesehen sein. Beispielsweise kann vorgesehen sein, die korrekte Ausrichtung von farblich kodierten Innenleitern zu überprüfen bzw. zu überwachen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Zustand des Kabelendes nach einem Reinigungsprozess zum Entfernen von an dem Kabelende anhaftenden Partikeln erfasst wird.

Hierdurch kann die Genauigkeiten der optischen Qualitätsüberwachung verbessert werden.

5 Es kann außerdem von Vorteil sein, Vibrationen während der optischen Qualitätsüberwachung möglichst zu reduzieren. Beispielsweise können bewegliche Komponenten einer Konfektionierungsvorrichtung oder eines Konfektionierungssystems vorübergehend angehalten werden, insbesondere bewegliche Komponenten angrenzender Bearbeitungsmodule.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Zustand des Kabelendes vor und/oder nach der Montage einer Steckverbinderkomponente, insbesondere der Montage eines Innenleiterkontaktelements auf einem Innenleiter des Kabels oder der Montage eines Kontaktteileträgers, erfasst wird.

15 Insbesondere die spezifische Überwachung eines Crimpprozesses, beispielsweise auf nach dem Vercrimpen ungewollt abstehende Einzeldrähte, kann von Vorteil sein.

20 Ferner kann es von Vorteil sein, das vorkonfektionierte elektrische Kabel vor der Montage des Kontaktteileträgers der optischen Qualitätsüberwachung zu unterziehen. Dies kann insbesondere deshalb von Vorteil sein, da anschließend wesentliche Teile des Kabelendes nicht mehr sichtbar sind, was eine noch spätere Überprüfung erschweren kann. Ferner kann insbesondere das Überprüfen korrekter Positionierungen, Durchmesser und gegebenenfalls eine Überprüfung auf abstehende Einzeldrähte vor der Montage des Kontaktteileträgers sinnvoll sein, um sicherstellen zu können, dass der Kontaktteileträger auch korrekt montierbar ist.

25 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Zustand des Kabelendes vor und/oder nach dem Bestücken des Kabelendes mit einer Steckverbinderkomponente eines auf dem Kabelende zu montierenden elektrischen Steckverbinders erfolgt.

30 Insbesondere die Überprüfung einer korrekten und/oder vollständigen Bestückung des Kabels bzw. des Kabelmantels mit den späteren Steckverbinderkomponenten kann vor der weiteren Bearbeitung des Kabels im Rahmen der Steckverbindermontage vorteilhaft sein.

35 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Zustand des Kabelendes im Rahmen eines Qualitätsmanagements erfasst wird, wobei das Kabel in Abhängigkeit des Zustands des Kabelendes sortiert oder nachbearbeitet wird. Insbesondere im Rahmen der Konfektionierung eines elektrischen Kabels für die Automobilindustrie ist Qualitätssicherung bzw. Qualitätskontrolle zur Sicherstellung der definierten Qualitätsanforderungen besonders relevant.

Eine optionale Dokumentation kann hierfür besonders vorteilhaft sein. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das Kabel in Abhängigkeit der in der Dokumentation enthaltenen Informationen in verschiedene Güteklassen einsortiert wird. Es kann auch vorgesehen sein, das Kabel in Abhängigkeit der in der Dokumentation enthaltenen Informationen auszusortieren und aus der Produktionskette zu entfernen.

5

In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel, eine auf dem Kabel befestigte Mantelklemme und/oder ein dem Kabel während dessen Bearbeitung zugeordneter Werkstückträger mit einem Informationsträger identifizierbar gemacht wird, wobei eine Dokumentation der Montage des Steckverbinders für die Bearbeitung durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule erstellt und dem

10

Kabel zugeordnet wird.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein eindeutiger Identifikator für das Kabel in den Informationsträger eingeprägt wird.

15

Das Kabel kann somit anhand des Identifikators im Rahmen der Kabelkonfektionierung – und vorzugsweise auch später – eindeutig identifizierbar sein.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein auf dem Informationsträger eingepägter, eindeutiger Identifikator dem Kabel temporär für dessen Konfektionierung zugeordnet wird.

20

Insbesondere wenn der Informationsträger bereits einen Identifikator aufweist kann die Notwendigkeit des Einprägens eines Identifikators gegebenenfalls entfallen. Der bereits vorhandene Identifikator, beispielsweise eine fortlaufende Stammmnummer von Werkstückträgern oder Mantelklemmen, kann somit verwendet werden, um das Kabel (zumindest im Rahmen der Steckverbindermontage) eindeutig zu identifizieren. Auch eine beispielsweise bereits auf dem Kabel aufgedruckte Seriennummer oder ein ähnlicher

25

Identifikator kann sich als eindeutiger Identifikator eignen.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Dokumentation zumindest teilweise in den Informationsträger eingeprägt wird.

30

Sofern sich der Informationsträger zur Speicherung ergänzender Daten eignet, kann in vorteilhafter Weise die Dokumentation bereits in den Informationsträger eingeprägt bzw. aufgeprägt werden (vollständig oder teilweise). Hierdurch kann die Notwendigkeit einer separaten Datenbank oder eines separaten Datenspeichers gegebenenfalls entfallen.

35

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine globale Datenbank verwendet wird, in der im Rahmen der Kabelkonfektionierung erstellte Dokumentationen einzelnen Kabeln zugeordnet werden, vorzugsweise anhand des eindeutigen Identifikators.

Durch die Verwendung einer globalen Datenbank ist die Flexibilität beim Speichern und Zuordnen der Dokumentation besonders vorteilhaft möglich. Der Informationsträger, insbesondere ein in dem Informationsträger enthaltener Identifikator, kann in der Datenbank als Kennzeichnung des Datensatzes verwendbar sein, der die Dokumentation eines spezifischen Kabels aufweist.

- 5 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel, die Mantelklemme und/oder der Werkstückträger durch Aufbringen und/oder Modifizieren des Informationsträgers identifizierbar gemacht werden.
- 10 Es kann somit vorgesehen sein, den Informationsträger (und gegebenenfalls den Identifikator) beispielsweise zu Beginn der Steckverbindermontage erstmals auf dem Kabel, der Mantelklemme und/oder dem Werkstückträger aufzubringen. Der Informationsträger kann beispielsweise aufgedruckt oder aufgeklebt werden, beispielsweise in der Art eines Etiketts im Rahmen einer Etikettierung.
- 15 Ein bereits vorhandener Informationsträger kann gegebenenfalls aber auch modifiziert werden, um das Kabel bzw. die Mantelklemme bzw. den Werkstückträger identifizierbar zu machen. Beispielsweise können dem Informationsträger Informationen hinzugefügt oder Informationen des Informationsträgers überarbeitet werden.
- 20 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Informationsträger optisch und/oder elektronisch ausgebildet wird.
- 25 Ein optischer oder elektronisch ausgebildeter Informationsträger hat sich als besonders geeignet herausgestellt. Grundsätzlich kann im Rahmen der Erfindung allerdings auch ein magnetischer, haptischer und/oder sonstiger Informationsträger vorgesehen sein.
- 30 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der optische Informationsträger als Strichcode, Zifferncode und/oder 2D-Code, beispielsweise DataMatrix-Code oder QR-Code, ausgebildet wird.
- 35 Die genannten Codes haben sich zur Ausbildung eines optischen Informationsträgers als besonders geeignet herausgestellt.
- Es kann von Vorteil sein, den Informationsträger mit einem Fehlerkorrekturverfahren auszustatten, beispielsweise redundante Informationen vorzusehen. Insbesondere ein optischer Informationsträger kann im Rahmen des Auslesens der Informationen mitunter fehleranfällig sein.
- Ein optischer Informationsträger kann sich insbesondere zur unmittelbaren Identifizierung des Kabels gut eignen, beispielsweise wenn der Informationsträger direkt auf dem Kabel aufgebracht ist.

Der Informationsträger (und gegebenenfalls der Identifikator) kann auch mehrfach auf demselben Kabel aufgebracht werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, einen Informationsträger an beiden Kabelenden aufzubringen und/oder zu modifizieren.

5

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der elektronische Informationsträger wenigstens einen programmierbaren Speicherbaustein umfasst, beispielsweise einen RFID-Transponder, der zur Identifizierung des Kabels und/oder zur Dokumentation der Bearbeitung des Kabels modifiziert bzw. konfiguriert/programmiert wird.

10

Ein elektronischer Informationsträger, beispielweise ein RFID-Transponder kann im Rahmen der Erfindung besonders vorteilhaft verwendet werden, beispielsweise auch um die Dokumentation oder zumindest Teile der Dokumentation elektronisch zu speichern und mit dem Kabel, der Mantelklemme und/oder dem Werkstückträger direkt zu verknüpfen.

15

Ein elektronischer Informationsträger, insbesondere ein RFID-Transponder, kann sich besonders zur mittelbaren Identifizierung des Kabels über die auf dem Kabelmantel befestigte Mantelklemme oder den dem Kabel zugeordneten Werkstückträger gut eignen, wenn der Informationsträger auf der Mantelklemme bzw. auf dem Werkstückträger aufgebracht ist.

20

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Dokumentation im Rahmen eines Qualitätsmanagements verwendet wird.

25

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabel in Abhängigkeit der in der Dokumentation enthaltenen Informationen sortiert oder nachbearbeitet wird.

30

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass in die Dokumentation Informationen bezüglich eines erfolgreichen Bearbeitungsprozesses, eines fehlerhaften Bearbeitungsprozesses, eines fehlgeschlagenen Bearbeitungsprozesses und/oder wenigstens eines Prozessparameters des Bearbeitungsprozesses aufgenommen werden.

35

Beispielsweise kann für jeden der unabhängigen Bearbeitungsprozesse bzw. für jedes der unabhängigen Bearbeitungsmodulen die erfolgreiche Bearbeitung, fehlerhafte Bearbeitung, fehlgeschlagene Bearbeitung und/oder wenigstens ein Prozessparameter in die Dokumentation aufgenommen werden.

Bei dem Prozessparameter kann es sich beispielsweise um einen den Bearbeitungsprozess besonders charakterisierenden Parameter handeln. Bei dem Prozessparameter kann es sich beispielsweise um eine Kraft, um ein Moment und/oder um einen Druck handeln. Beispielsweise kann die vorgesehene

und/oder messtechnisch erfasste, tatsächliche Presskraft eines Crimpprozesses in die Dokumentation aufgenommen werden.

5 Sofern eine fehlgeschlagene und/oder fehlerhafte Bearbeitung dokumentiert wurde, kann vorgesehen sein, die Kabelkonfektionierung des entsprechenden Kabels zu beenden. Ein nachfolgendes Bearbeitungsmodul kann beispielsweise die Dokumentation des zu bearbeitenden Kabels vor Beginn der Kabelbearbeitung auslesen und prüfen, ob das Kabel für die Bearbeitung freigegeben ist. Gegebenenfalls kann das Kabel von den einzelnen Bearbeitungsmodulen jeweils unbearbeitet weitergereicht werden, bis es die Fertigungsstraße verlassen hat.

10 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass in die Dokumentation Informationen bezüglich einer Abfall- und/oder Partikelüberwachung und/oder einer Prüfung auf Beschädigungsfreiheit einer Kabelkomponente des Kabels und/oder einer Prüfung auf Beschädigungsfreiheit einer Steckverbinderkomponente eines auf dem Kabel zu montierenden Steckverbinders und/oder einer Prüfung einer radialen Ausrichtung der Steckverbinderkomponente und/oder einer Prüfung einer axialen Position der Steckverbinderkomponente und/oder einer Prüfung auf das Vorhandensein bestimmter Steckverbinderkomponenten nach einem Bestückungsprozess und/oder einer Prüfung eines Durchmessers eines Kabelabschnitts des Kabels und/oder einer Prüfung auf abstehende Einzeldrähte und/oder einer Prüfung auf ausreichende Befestigung, beispielsweise Verrastung, der Steckverbinderkomponente und/oder einer Prüfung elektrischer Eigenschaften des teilmontierten oder vollständig montierten Steckverbinders aufgenommen werden.

25 Ganz besonders bevorzugt werden in die Dokumentation Informationen bezüglich einer Prüfung einer axialen Position der Steckverbinderkomponente, beispielsweise des Abstands des vorderen Endes eines auf einem Innenleiter des Kabels aufgebrachten Innenleiterkontaktelements zu einer Stützhülse aufgenommen.

30 Ferner ist es besonders bevorzugt, in die Dokumentation Informationen aufzunehmen bezüglich der Prüfung eines Durchmessers eines Kabelabschnitts des Kabels, insbesondere des Durchmessers eines Abschnitts, auf den in einem nachfolgenden Bearbeitungsprozess eine Steckverbinderkomponente aufgeschoben werden soll. Beispielsweise kann der Durchmesser eines Gewebebands, das auf einem nach hinten über den Kabelmantel umgelegten Kabelschirmgeflecht aufgebracht ist, messtechnisch erfasst und das Ergebnis der Messung in die Dokumentation aufgenommen werden.

35 Außerdem ist es besonders bevorzugt, wenn in die Dokumentation Informationen bezüglich der Prüfung auf abstehende Einzeldrähte bzw. Litzen, beispielsweise eines Kabelschirmgeflechts, aufgenommen werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Informationen für die Dokumentation von der Steuereinheit (insbesondere des Dokumentationsmoduls) und/oder der Steuereinrichtung unter Verwendung einer Kommunikationsschnittstelle und/oder einer Sensoreinrichtung erfasst werden.

5

Die für die Dokumentation relevanten Informationen der einzelnen Bearbeitungsprozesse können beispielsweise von einem Controller bzw. einer Steuereinheit eines jeweiligen Bearbeitungsmoduls ausgelesen werden (beispielsweise vorgegebene Prozessparameter und/oder messtechnisch während der Bearbeitung tatsächlich erfasste Prozessparameter). Die jeweiligen Bearbeitungsmodule können eigene

10

Sensorik aufweisen, um die relevanten Informationen zu erfassen.

Insbesondere für eine Prüfung der an dem Kabel durchgeführten Bearbeitungsprozesse im Rahmen eines Qualitätsmanagements kann auch eine gesondert ausgebildete Sensoreinrichtung vorgesehen sein, die mit der Steuereinheit des Dokumentationsmoduls und/oder der Steuereinrichtung kommunikationsverbunden ist und die Ergebnisse der Prüfung, beispielsweise der vorstehend aufgezählten Prüfungen, der Steuereinheit des Dokumentationsmoduls für die Erstellung der Dokumentation übermittelt.

15

In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass nach der Bearbeitung des Kabelendes durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule ein Reinigungsprozess durchlaufen wird, wonach an dem Kabelende anhaftende Partikel entfernt werden.

20

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Reinigungsprozess nach dem mechanischen Bearbeitungsvorgang des Ablängens des elektrischen Kabels durchlaufen wird. In diesem Fall können insbesondere metallische Späne, Kunststofffasern und/oder Folienstücke vorteilhaft entfernt werden.

25

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Reinigungsprozess außerdem nach dem mechanischen Bearbeitungsvorgang des Abisolierens eines Kabelmantels des elektrischen Kabels durchlaufen werden (beispielsweise nach der Bearbeitung des Kabels durch das Abisoliermodul). In diesem Fall können insbesondere Kunststofffasern vorteilhaft entfernt werden.

30

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Reinigungsprozess außerdem nach dem mechanischen Bearbeitungsvorgang des Entfernens einer Kabelfolie von dem elektrischen Kabel durchlaufen werden. In elektrischen Kabeln werden mitunter Kabelfolien zur elektromagnetischen Abschirmung, zum mechanischen Schutz und/oder zum Feuchtigkeitsschutz weiterer Komponenten des Kabels, beispielsweise zum Schutz von elektrischen Leitern, Kabelschirmgeflechten und Isolatoren bzw. Dielektrika, verwendet. Je nach Einsatz können die Kabelfolien auch als "Schirmfolien", "Isolationsfolien" oder "Schutzfolien" bezeichnet werden. In diesem Fall können insbesondere metallische Späne und/oder Folienstücke vorteilhaft entfernt werden.

35

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Reinigungsprozess außerdem nach dem mechanischen Bearbeitungsvorgang zur Bearbeitung eines Kabelschirmgeflechts des elektrischen Kabels durchlaufen werden. Bei dem Kabelschirmgeflecht kann es sich insbesondere um einen Außenleiterschirm bzw. ein Außenleiterschirmgeflecht aus miteinander verflochtenen Einzeldrähten handeln. In diesem Fall können insbesondere metallische Späne vorteilhaft entfernt werden. Die Bearbeitung des Kabelschirmgeflechts kann unter anderem das Ablängen, Ausbürsten, Aufstellen, Zurückschlagen auf eine Stützhülse und/oder Fixieren des Kabelschirmgeflechts auf der Stützhülse, beispielsweise mittels eines Klebebands, umfassen. Die genannten Einzelschritte können in verschiedenen Zusammenstellungen gemeinsam einen oder mehrere mechanische Bearbeitungsvorgänge im Sinne der Erfindung bilden oder jeweils einzelne mechanische Bearbeitungsvorgänge bilden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Reinigungsprozess außerdem nach dem mechanischen Bearbeitungsvorgang des Entfernens einer unter dem Kabelschirmgeflecht des elektrischen Kabels angeordneten Füllschicht (auch als Zwischenmantel oder "Filler" bezeichnet) durchlaufen werden. In diesem Fall können insbesondere Kunststofffasern vorteilhaft entfernt werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Reinigungsprozess außerdem nach dem mechanischen Bearbeitungsvorgang des Entfernens einer Isolation bzw. eines Isolators (auch als "Primärisolation" bezeichnet) von einem elektrischen Leiter des elektrischen Kabels durchlaufen werden. In diesem Fall können insbesondere Kunststofffasern vorteilhaft entfernt werden.

Es kann auch vorgesehen sein, den Reinigungsprozess zum Entfernen eines Schichtsilikats, insbesondere zum Entfernen von Talkum, zu durchlaufen. Talkum ist häufig zwischen der Füllschicht und der Isolation eines Kabels enthalten. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, das Talkum auf mechanische Weise zu entfernen, beispielsweise mittels eines Textils von der Isolation nach dem Entfernen der Füllschicht abzureiben.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Reinigungsprozess außerdem nach dem mechanischen Bearbeitungsvorgang des Verkrimpens eines Bauteils eines späteren Steckverbinders auf dem elektrischen Kabel durchlaufen werden. In diesem Fall können insbesondere metallische Späne und/oder Staubpartikel vorteilhaft entfernt werden.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass ein Reinigungsprozess nach jedem einzelnen der vorstehend genannten Bearbeitungsvorgänge (oder weiterer, nicht aufgezählter Bearbeitungsvorgänge) durchlaufen wird. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, zunächst einige Bearbeitungsvorgänge im Rahmen der Konfektionierung des elektrischen Kabels nacheinander auszuführen bzw. zusammenzufassen und die entstandenen Partikel im Anschluss mittels eines gemeinsamen Reinigungsprozesses zu entfernen. Die Anzahl Reinigungsprozesse kann somit geringer sein, als die Anzahl mechanischer Bearbei-

tungsvorgänge. Insbesondere mechanische Bearbeitungsvorgänge, bei denen eine vorherige Verschmutzung mit Partikeln nicht störend oder schädlich ist, können unmittelbar nacheinander ausgeführt werden, bevor ein Reinigungsprozess durchlaufen wird.

5 Das Entfernen der Partikel kann insbesondere vor dem Aufbringen von Komponenten des späteren Steckverbinders und/oder nach einer abrasiven Behandlung des elektrischen Kabels oder der bereits an dem Kabel befestigten Komponenten des Steckverbinders vorteilhaft vorgesehen sein. Beispielsweise kann der Reinigungsprozess vor dem Aufbringen eines Klebe- bzw. Gewebebands zur Fixierung eines freigelegten und über eine Stützhülse umgelegten Kabelschirmgeflechts vorgesehen sein. Der Reini-
10 gungsprozess kann außerdem vorteilhaft vor dem Aufcrimpen elektrischer Innenleiterkontaktelemente und/oder sonstiger Bauteile bzw. Baugruppen des elektrischen Steckverbinders vorgesehen sein. Der Reinigungsprozess kann außerdem vorteilhaft vor einer Vermessung und/oder Dokumentation des vor-konfektionierten oder vollständig konfektionierten elektrischen Kabels vorgesehen sein. Der Reinigungsprozess kann schließlich insbesondere auch nach Abschluss der Kabelkonfektionierung vorgesehen sein
15 bzw. als letzter Verfahrensschritt ausgeführt werden.

Grundsätzlich kann der Reinigungsprozess auf verschiedene Arten realisiert bzw. umgesetzt werden, von denen nachfolgend einige besonders vorteilhafte aufgezählt sind. Es eignen sich beliebige Kombinationen der nachfolgenden Varianten, gegebenenfalls aber auch Einzellösungen.

20 Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Reinigungsprozess ein Abblasen der Partikel umfasst.

Beispielsweise können Partikel mit einem starken Luftstrahl abgeblasen werden. Hierzu kann zum Beispiel eine Druckluftpistole verwendet werden, insbesondere da Druckluft in der Industrie in der Regel leicht verfügbar ist und eine Druckluftpistole ausreichend flexibel eingesetzt werden kann.

Die Partikel können mit einem Versorgungsdruck zwischen 1,5 bar und 10,0 bar, vorzugsweise zwischen 2,0 bar und 8,0 bar, abgeblasen werden. Der Versorgungsdruck kann allerdings auch geringer sein als
30 1,5 bar oder höher sein als 10,0 bar. In Abhängigkeit der zu entfernenden Partikel kann der Versorgungsdruck im Rahmen der vorstehenden Angaben von dem Fachmann experimentell bestimmt werden.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das elektrische Kabel in eine Ringdüse eingeführt wird, wonach die Partikel mittels der Ringdüse abgeblasen werden.

35 Die Ringdüse kann einen auf das elektrische Kabel und/oder den Steckverbinder abgestimmten Durchmesser aufweisen. Die Ringdüse kann beispielsweise einen Durchmesser von 5 mm bis 100 mm, vorzugsweise 10 mm bis 75 mm und besonders bevorzugt 13 mm bis 50 mm, aufweisen. Die Ringdüse kann allerdings auch einen Durchmesser aufweisen, der kleiner ist als 5 mm oder größer ist als 100 mm.

Die Ringdüse kann einen oder mehrere Zuflüsse für die Luftversorgung aufweisen. Beispielsweise kann ein einziger Zufluss oder können zwei Zuflüsse vorgesehen sein.

- 5 Es kann vorgesehen sein, dass die Ringdüse mehrere einzelne Luftauslässe/Düsen oder einen vollständig oder zumindest teilweise ringförmig umlaufende Luftauslass in der Art eines Ringspalts aufweist.

10 Auch wenn eine Ringdüse besonders bevorzugt ist, kann auch eine herkömmliche Luftdüse oder können mehrere Luftdüsen vorgesehen sein, um die Partikel gegebenenfalls zielgenauer und mit höherer Flexibilität entfernen zu können. Beispielsweise kann eine Flachstrahldüse vorgesehen sein.

15 Eine im Rahmen des Reinigungsprozesses verwendete Düse kann ausgebildet sein, um den sogenannten Venturi-Effekt auszunutzen (Venturi-Düse). Durch eine gezielte Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit der verwendete Druckluft, insbesondere durch eine verjüngte Stelle in einem Rohr, kann im Falle eines angrenzenden Zugangs zur Umgebungsluft die angrenzende Umgebungsluft angesaugt und hierdurch die insgesamt zugeführte Luftmenge erhöht werden. Eine Venturi-Düse kann den Bedarf an Druckluft reduzieren.

20 Eine im Rahmen des Reinigungsprozesses verwendete Düse kann derart auf das elektrische Kabel ausgerichtet werden, dass der Coandă-Effekt, d. h. die Tendenz eines Gasstrahls, an einer Oberfläche entlangzulaufen, zum Abführen der Partikel ausgenutzt werden kann.

25 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Partikel zielgerichtet auf einen Auffangbehälter, eine Filtereinheit und/oder eine Absaugeinrichtung abgeblasen werden, um die abgeblasenen Partikel aufzufangen.

30 Um zu vermeiden, dass die Partikel unkontrolliert weggeschleudert und somit beispielsweise an eine andere Stelle der Fertigungsstraße verschleppt werden, kann es von Vorteil sein, die Partikel zielgerichtet auf einen Auffangbehälter und/oder eine Filtereinheit abzublasen. Um die Partikel noch besser abfangen zu können, kann sich auch eine Absaugeinrichtung eignen, um die abgeblasenen Partikel aktiv aufzufangen.

35 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Reinigungsprozess einen Druckluftstrahlprozess, insbesondere einen Trockeneisstrahlprozess oder einen CO₂-Strahlprozess umfasst.

Die Reinigungskraft kann durch einen Druckluftstrahlprozess weiter erhöht werden. Ein Druckluftstrahlprozess ist allerdings auch entsprechend aufwändiger umzusetzen.

Besonders eignen kann sich ein Trockeneisstrahlprozess oder ein CO₂-Strahlprozess. Der Schmutz bzw. die Partikel können durch die Kälte spröde werden, während sie mit den Trockeneispartikeln beschossen werden. Ferner können die auf die Oberfläche der Partikel auftreffenden CO₂-Partikel bzw. Trockeneispartikel das Volumen der Partikel durch Sublimation vergrößern, was deren Angriffsfläche für ein Ablösen von der Oberfläche des Kabels erleichtert. Schließlich können die Partikel auch durch die auftretenden Spannungen aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten einfacher entfernt werden. Durch einen Druckluftstrahlprozess, insbesondere einen Trockeneisstrahlprozess oder einen CO₂-Strahlprozess, können somit höchste Reinigungsanforderungen schonend und effizient erzielt werden.

5
10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Reinigungsprozess ein Absaugen der Partikel umfasst.

Insbesondere kann ein Unterdruck zum Absaugen der Partikel erzeugt und die Partikel mittels einer Saugdüse eingesaugt und auf einen Filter abgeschieden werden. Ein reines Absaugen zum Entfernen der Partikel eignet sich in der Regel aber nur bedingt bzw. vermag die Partikel nur in begrenztem Maße von der Oberfläche des Kabels abzulösen. Ein Absaugen eignet sich demnach vornehmlich in Kombination mit weiteren Maßnahmen.

20 Zum Absaugen kann eine Runddüse, eine Flachstrahldüse oder eine sonstige Düse vorgesehen sein.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass ein im Rahmen des Reinigungsprozesses erzeugter Luftstrom impuls gesteuert wird.

25 Insbesondere ein gepulster Luftstrahl kann eine hohe Reinigungswirkung bei dem vorliegenden Anwendungsgebiet erzielen. Ein impuls gesteuert er Luftstrom kann sich beispielsweise zum Abblasen und/oder Absaugen der Partikel eignen.

Für die Impulssteuerung kann beispielsweise ein Magnetventil vorgesehen sein, das von einer Steuereinheit entsprechend gepulst angesteuert wird. Beispielsweise kann hierfür eine der elementaren Schwingungsformen (Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn) vorgesehen sein. Grundsätzlich kommt es auf die Art der Schwingungsform allerdings nicht unbedingt an.

35 Durch den gepulsten Luftstrahl können die Partikel besser von der Oberfläche entfernt werden, da sich diese zunächst lockern. Durch das Pulsen kann außerdem eine turbulente Luftströmung entstehen, die das Ablösen der Partikel von dem elektrischen Kabel oder den auf dem Kabel im Rahmen der Konfektionierung aufgebrauchten Bauteilen unterstützt.

Beispielsweise kann eine Impulsfrequenz von 1 Hz bis 100 Hz, vorzugsweise 5 Hz bis 75 Hz, besonders bevorzugt 10 Hz bis 60 Hz und weiter bevorzugt 20 Hz bis 50 Hz vorgesehen sein. Gegebenenfalls kön-

nen auch höhere oder niedrigere Frequenzen vorgesehen sein. Der Fachmann vermag die erforderliche Frequenz unter Berücksichtigung der vorstehenden Abgaben in Abhängigkeit von den zu entfernenden Partikeln experimentell zu ermitteln.

- 5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass dem Kabelende während des Reinigungsprozesses ionisierte Luft zugeführt wird, um die elektrostatische Anziehungskraft der Partikel zu verringern.

10 Das gezielte Reduzieren der Elektrostatik kann insbesondere zum Entfernen von Partikeln aus einem Kunststoff vorteilhaft sein.

15 Um die Ladungen von den Partikel und/oder von dem Kabel abzuführen, können beispielsweise die im Rahmen des Reinigungsprozesses mit den Partikeln in direkten Kontakt kommenden Komponenten des Reinigungsmoduls leitfähig und geerdet ausgebildet sein (beispielsweise die nachfolgend noch beschriebenen Bürsten).

20 Insbesondere kann aber auch, wie vorgeschlagen, ionisierte Luft zugeführt werden. Die Ionen der Luft können die Ladungen der Partikel gleichfalls abführen, wobei der Einsatz ionisierter Luft bzw. deren Zuführung an das Kabel äußerst flexibel möglich ist.

25 Entsprechende Ionisatoren sind bekannt und werden vielfältig eingesetzt. Die Ionisatoren können in der Regel mit Wechselstrom betrieben werden, um die Luftmoleküle zwischen ihren Elektroden abwechselnd positiv und negativ zu laden. Hierzu kann beispielsweise eine Spannung im Bereich von 5 kV vorgesehen sein.

Es kann vorgesehen sein, das elektrische Kabel während der Zuführung der ionisierten Luft zu drehen. Alleine durch die Schwerkraft können somit entsprechend entladene Partikel gegebenenfalls von dem Kabel abfallen.

30 Das Zuführen der ionisierten Luft kann beispielsweise vorteilhaft in Kombination mit einem Abblasen oder Absaugen der Partikel vorgesehen sein. Beispielsweise kann ein Ionisator vor, neben oder hinter einer Düse angeordnet werden. Auch die Verwendung mehrere Ionisatoren kann von Vorteil sein. Insbesondere eine Kombination eines Ionisators mit einer Ringdüse hat sich als geeignet herausgestellt.

35 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Reinigungsprozess ein Abbürsten der Partikel umfasst.

Durch das Bürsten können starke mechanische Kräfte auf die Verschmutzungen bzw. auf die Partikel ausgeübt werden. Hierbei gilt es allerdings zur beachten, dass auch das elektrische Kabel bzw. die im

Rahmen der Konfektionierung auf das elektrische Kabel zu dem Zeitpunkt des Reinigungsprozesses bereits aufgebracht Komponenten des Steckverbinders gleichfalls von den Bürsten beeinflusst werden. Die Borsten müssen somit gegebenenfalls dem Anwendungsfall angepasst werden und können bezüglich ihres Werkstoffs, ihrer Dicke, ihrer Länge, ihrer Härte und/oder ihrer Dichte variieren.

5

Es kann vorgesehen sein, dass die Bürsten einen Nylonbesatz aufweisen. Grundsätzlich kann sich allerdings ein beliebiger Bürstenbesatz eignen, beispielsweise auch ein Bürstenbesatz aus Naturfasern, aus Kunstfasern oder aus Draht. Der Fachmann kann einen zum Bürsten des Kabelschirmgeflechts geeigneten Besatz anwendungsbedingt auswählen.

10

Vorzugsweise sind die Bürsten angetrieben bzw. drehen sich während dem Bürstprozess.

Die Bürsten können radial an das zu bearbeitende Ende des elektrischen Kabels zustellbar ausgebildet sein. Die radiale Zustellung kann beispielsweise mittels eines linearen Schrittmotors erfolgen.

15

Es kann vorgesehen sein, dass die Bürsten als Rundbürsten ausgebildet sind. Unter einer Rundbürste können beliebige Bürsten verstanden werden, die sich um eine Mittelachse antreiben lassen, beispielsweise auch sogenannte Topfbürsten und Kegelbürsten. Die Rundbürsten müssen nicht vollständig rund sondern können zum Beispiel auch oval ausgebildet sein.

20

Die Rundbürsten können auf einer von dem elektrischen Kabel abgewandten Seite während des Bürstens gereinigt werden, um die Partikel definiert abzuführen.

Grundsätzlich können beliebige Bürsten vorgesehen sein, beispielsweise auch Bürsten, die eine Linearbewegung durchführen, oder auch umlaufende Bürsten.

25

Die Geschwindigkeit und/oder der Druck der Bürsten auf das elektrische Kabel können ebenfalls anwendungsspezifisch angepasst werden.

Es kann eine Bürste, aber auch zwei Bürsten oder mehr, drei Bürsten oder mehr, vorzugsweise vier Bürsten, beispielsweise auch fünf, sechs, sieben, acht oder noch mehr Bürsten vorgesehen sein.

30

Grundsätzlich kann die Verwendung einer großen Zahl von Bürsten für eine gleichmäßige Bearbeitung des Kabels entlang des Umfangs des Kabels vorteilhaft sein. Gegebenenfalls kann allerdings der zur Verfügung stehende Platz innerhalb der Vorrichtung begrenzt sein. Für viele Anwendungen können sich demnach vier Bürsten, die gleichmäßig entlang des Umfangs des Kabels verteilt angeordnet sind, als Optimallösung besonders gut eignen.

35

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass der Reinigungsprozess ein Abwischen der Partikel umfasst.

5 Beispielsweise kann ein Abwischen der Partikel mittels eines Tuchs vorgesehen sein. Die Fasern des Tuches können ausgebildet sein, dass diese die Partikel aufnehmen bzw. dass sich die Partikel in dem Tuch verfangen. Das Tuch kann anschließend gereinigt oder entsorgt werden. Das Tuch kann automatisiert über das elektrische Kabel geführt werden.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Reinigungsprozess ein Adhäsionsverfahren für die Partikel umfasst, wonach die Partikel mittels einer Folie oder einem Klebestreifen entfernt werden.

15 Im Rahmen eines Adhäsionsverfahrens kann eine noch stärkere Anziehung auf die Partikel bewirkt werden als die Oberfläche des elektrischen Kabels. Dies kann durch eine klebende und/oder elektrostatisch aufgeladene Folie erreicht werden. Die verschmutzte Folie kann anschließend gereinigt oder entsorgt werden.

20 Ein Adhäsionsverfahren mittels einer Folie und/oder eines Klebestreifens kann sich besonders gut für kleine Partikel und Fasern eignen.

25 Beispielsweise können zwei Folien in eine jeweilige Halbschale eingespannt und zusammen mit den Halbschalen radial an das Kabel zugestellt werden, um die Partikel aufzunehmen. Es kann vorgesehen sein, die Halbschalen nacheinander zuzustellen, insbesondere eine erste Halbschale wieder radial von dem Kabel zu entfernen, bevor eine zweite Halbschale vollständig radial an das Kabel zugestellt ist.

30 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Kabelende während des Reinigungsprozesses definierten Vibrationen ausgesetzt wird, um die Partikel zu lockern.

35 Es kann von Vorteil sein, das elektrische Kabel in Schwingungen zu versetzen. Durch die Vibrationen können sich Mikroverhakungen lösen und die Partikel anschließend leichter entfernt werden. Beispielsweise kann sich ein Vibrationsverfahren besonders gut in Kombination mit einem Abblasen oder Absaugen der Partikel eignen.

Es kann von Vorteil sein, die Vibrationen möglichst nahe an der Verschmutzung einzuleiten.

35 In einer Variante kann gegebenenfalls auch vorgesehen sein, die Partikel abzuwaschen. Vorzugsweise wird zum Abwaschen eine Flüssigkeit verwendet, die nicht korrosiv auf die Bestandteile des elektrischen Kabels und/oder des Steckverbinders wirkt.

In einer Variante kann außerdem vorgesehen sein, magnetische Partikel unter Verwendung eines oder mehrerer Magnete (Permanentmagnete und/oder Elektromagnete) durch die magnetische Anziehungskraft zu entfernen.

- 5 In einer Variante kann außerdem vorgesehen sein, die Partikel nach dem Entfernen auf deren Art, beispielsweise Material, Größe und/oder Gewicht der einzelnen Partikel, Zusammensetzung bzw. Verhältnis der verschiedenen Partikel/Materialien zueinander und/oder Gesamtmenge zu untersuchen. Hierdurch kann eine Analyse und Überwachung der durchlaufenden Arbeitsvorgänge erfolgen und fehlerhafte Prozesse durch Abweichungen der im Regelfall zu erwartenden Partikelabscheidung erkannt werden.

10 Die Erfindung betrifft auch ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen durchzuführen, wenn das Programm auf einer Steuereinheit zumindest eines der Bearbeitungsmodule und/oder auf einer Steuereinrichtung einer Vorrichtung zur Montage eines elektrischen Steckverbinders ausgeführt wird (insbesondere auf einer
15 Vorrichtung gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen).

Merkmale, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben wurden, sind selbstverständlich auch für das Verfahren und das Computerprogrammprodukt vorteilhaft umsetzbar – und umgekehrt. Ferner können Vorteile, die bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vor-
20 richtung genannt wurden, auch auf das Verfahren und das Computerprogrammprodukt bezogen verstanden werden – und umgekehrt.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass Begriffe wie "umfassend", "aufweisend" oder "mit" keine anderen Merkmale oder Schritte ausschließen. Ferner schließen Begriffe wie "ein" oder "das", die auf eine
25 Einzahl von Schritten oder Merkmalen hinweisen, keine Mehrzahl von Merkmalen oder Schritten aus – und umgekehrt.

In einer puristischen Ausführungsform der Erfindung kann allerdings auch vorgesehen sein, dass die in der Erfindung mit den Begriffen "umfassend", "aufweisend" oder "mit" eingeführten Merkmale abschlie-
30 ßend aufgezählt sind. Dementsprechend kann eine oder können mehrere Aufzählungen von Merkmalen im Rahmen der Erfindung als abgeschlossen betrachtet werden, beispielsweise jeweils für jeden Anspruch betrachtet. Die Erfindung kann beispielsweise ausschließlich aus den in Anspruch 1 genannten Merkmalen bestehen.

35 Ferner sei betont, dass die vorliegend beschriebenen Werte und Parameter Abweichungen oder Schwankungen von $\pm 10\%$ oder weniger, vorzugsweise $\pm 5\%$ oder weniger, weiter bevorzugt $\pm 1\%$ oder weniger, und ganz besonders bevorzugt $\pm 0,1\%$ oder weniger des jeweils benannten Wertes bzw. Parameters mit einschließen, sofern diese Abweichungen bei der Umsetzung der Erfindung in der Praxis nicht ausgeschlossen sind. Die Angabe von Bereichen durch Anfangs- und Endwerte umfasst auch all diejeni-

gen Werte und Bruchteile, die von dem jeweils benannten Bereich eingeschlossen sind, insbesondere die Anfangs- und Endwerte und einen jeweiligen Mittelwert.

5 An dieser Stelle sei erwähnt, dass die in den abhängigen Ansprüchen genannten spezifischen Merkmalskombinationen auch für sich genommen eigenständige Erfindungen im Rahmen des beanspruchten erfindungsgemäßen Gesamtkonzepts darstellen können.

Die Anmelderin behält sich insbesondere – aber nicht ausschließlich – vor, die folgenden Gegenstände als unabhängige Erfindungen zu beanspruchen:

- 10 a) ein Ausrichtungsmodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 12 genannten Merkmalen und ein Bearbeitungsverfahren mit den in Patentanspruch 34 genannten Merkmalen;
- b) ein Ausrichtungsmodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 13 genannten Merkmalen und ein Bearbeitungsverfahren mit den in Patentanspruch 35
15 genannten Merkmalen;
- c) ein Montagemodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 15 genannten Merkmalen und ein Bearbeitungsverfahren mit den in Patentanspruch 36 genannten Merkmalen;
- d) ein Montagemodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 16 genannten Merkmalen und ein Bearbeitungsverfahren mit den in Patentanspruch 37
20 genannten Merkmalen;
- e) ein Abisoliermodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 17 genannten Merkmalen und ein Bearbeitungsverfahren mit den in Patentanspruch 38 genannten Merkmalen;
- 25 f) eine Steuereinheit für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 19 genannten Merkmalen und ein Verfahren mit den in Patentanspruch 40 genannten Merkmalen;
- g) ein Mehrfachbestückungsmodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 20 genannten Merkmalen und ein Bearbeitungsverfahren mit den in Patentanspruch 41 genannten Merkmalen;
- 30 h) ein Einzelbestückungsmodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 21 genannten Merkmalen und ein Bearbeitungsverfahren mit den in Patentanspruch 42 genannten Merkmalen;
- i) ein Einpressmodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 22 genannten Merkmalen und ein Bearbeitungsverfahren mit den in Patentanspruch 43
35 genannten Merkmalen;
- j) eine Zustelleinrichtung zur Zustellung eines Kabels an ein Bearbeitungsmodul im Rahmen der Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 23 genannten Merkmalen und ein Verfahren mit den in Patentanspruch 44 genannten Merkmalen;

- k) eine Bestückungseinheit für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 24 genannten Merkmalen und ein Verfahren mit den in Patentanspruch 45 genannten Merkmalen;
- 5 l) ein Sensormodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 25 genannten Merkmalen und ein Verfahren mit den in Patentanspruch 46 genannten Merkmalen;
- m) ein Qualitätsüberwachungsmodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 26 genannten Merkmalen und ein Verfahren mit den in Patentanspruch 47 genannten Merkmalen;
- 10 n) eine Vorrichtung für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 27 genannten Merkmalen und ein Verfahren mit den in Patentanspruch 48 genannten Merkmalen; und
- o) ein Reinigungsmodul für die Montage eines elektrischen Steckverbinders mit den in Patentanspruch 28 genannten Merkmalen und ein Reinigungsverfahren mit den in Patentanspruch 49 genannten Merkmalen.
- 15

Die weiteren Ansprüche, Anspruchsmerkmale und die in der gesamten Beschreibung und Zeichnung offenbarten Merkmale betreffen vorteilhafte Ausführungsformen und Varianten der oben genannten, unabhängigen Erfindungen.

20

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

Die Figuren zeigen jeweils bevorzugte Ausführungsbeispiele, in denen einzelne Merkmale der vorliegenden Erfindung in Kombination miteinander dargestellt sind. Merkmale eines Ausführungsbeispiels sind auch losgelöst von den anderen Merkmalen des gleichen Ausführungsbeispiels umsetzbar und können dementsprechend von einem Fachmann ohne Weiteres zu weiteren sinnvollen Kombinationen und Unterkombinationen mit Merkmalen anderer Ausführungsbeispiele verbunden werden.

25

In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen.

30

Es zeigen schematisch:

Figur 1 ein beispielhaftes zweiadriges elektrisches Kabel in einer Seitenansicht;

35 Figur 2 das elektrische Kabel der Figur 1 in einer Vorderansicht;

Figur 3 ein beispielhaftes einadriges elektrisches Kabel in einer Seitenansicht vor und nach einer Ausrichtung des ersten Kabelendes;

- Figur 4 eine Zustelleinrichtung und eine Schneideeinrichtung, um das Kabel von einer Kabeltrommel abzurollen und gemäß einer Konfektionierungslänge abzulängen;
- 5
Figur 5 das erste Ende des elektrischen Kabels der Figur 1 nach einem Verdrehen der Innenleiter und einer resultierenden Längenverkürzung;
- 10
Figur 6 ein auf einem Werkstückträger mit beiden Kabelenden fixiertes Kabel, einen Laser zur Erzeugung einer Markierung auf dem Kabelmantel des Kabels, eine elektronische Baugruppe zur Konfigurierung eines elektronischen Bauteils auf dem Kabelmantel des Kabels, sowie Sensorik zur Erfassung der Ist-Ausrichtung;
- Figur 7 ein Aktuatormodul zur Angleichung der Istverdrehung der Innenleiter an die Sollverdrehung;
- 15
Figur 8 eine beispielhafte Verschiebung der axialen Position einer Steckverbinderkomponente entlang der Mittelachse des Kabels aufgrund der Längenverkürzung;
- Figur 9 ein Abisoliermodul zum Einschneiden und Abziehen eines Teilstücks einer Kabelkomponente in perspektivischer Ansicht;
- 20
Figur 10 den Rotationskopf des Abisoliermoduls gemäß Figur 9 in einer perspektivischen Ansicht;
- Figur 11 ein beispielhaftes einadriges elektrisches Kabel mit zwei abisolierten Teilstücken;
- 25
Figur 12 ein lineares Messer mit gerader Schneide und einem Anschlag für das Kabel;
- Figur 13 ein Rundmesser mit einem Anschlag für das Kabel;
- Figur 14 ein m-förmiges Formmesser zum Abisolieren einer die Innenleiter gemeinsam einhüllenden Füllschicht;
- 30
Figur 15 ein weiteres vorteilhaftes Messer zum Abisolieren einer die Innenleiter gemeinsam einhüllenden Füllschicht;
- 35
Figur 16 ein mit vier Steckverbinderkomponenten und mehreren Mantelklemmen bestücktes, beispielhaftes zweiadriges elektrisches Kabel in einer Seitenansicht;
- Figur 17 ein mit drei Steckverbinderkomponenten und mehreren Mantelklemmen bestücktes, beispielhaftes einadriges elektrisches Kabel in einer Seitenansicht;

- Figur 18 ein Mehrfachbestückungsmodul in einer seitlichen Schnittdarstellung;
- 5 Figur 19 einen Ausschnitt des Mehrfachbestückungsmoduls gemäß Figur 18 nach dem Durchführen des elektrischen Kabels durch die Steckverbinderkomponenten;
- Figur 20 einen Ausschnitt des Mehrfachbestückungsmoduls gemäß Figur 18 während des Entnehmens des elektrischen Kabels;
- 10 Figur 21 zwei Kammern des Mehrfachbestückungsmoduls der Figur 18 in einer perspektivischen Schnittdarstellung;
- Figur 22 ein Mehrfachbestückungsmodul zur Montage eines mehrere elektrische Kabel aufweisenden elektrischen Steckverbinders;
- 15 Figur 23 eine Erweiterung für ein Bestückungsmodul mit einem Führungsdorn als Einführhilfe für das Kabel;
- Figur 24 ein Einzelbestückungsmodul gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel mit einem Schrägrohr, einem Abstreifmittel und einem Stützkörper, vor dem Einführen des Schrägrohrs in den Ringkörper;
- 20 Figur 25 das Einzelbestückungsmodul der Figur 24 nach dem Einführen des Schrägrohrs in den Ringkörper und nach dem Positionieren des Kabels in dem Schrägrohr;
- 25 Figur 26 ein beispielhaftes Abstreifmittel in einer perspektivischen Darstellung;
- Figur 27 eine Möglichkeit der Vorbehandlung des Kabels vor dem Bestücken;
- 30 Figur 28 ein Einzelbestückungsmodul gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel mit einer Aktuatorbaugruppe zum Einführen des Schrägrohrs in den Ringkörper und mit einem Einzelmagazin für die Ringkörper, vor dem Einführen des Schrägrohrs in den Ringkörper;
- Figur 29 die Vorrichtung der Figur 28 während des Einführens des Schrägrohrs in den Ringkörper;
- 35 Figur 30 die Vorrichtung der Figur 28 nach dem Positionieren des Kabels in dem Schrägrohr;
- Figur 31 die Vorrichtung der Figur 28 nach dem Abstreifen des Ringkörpers auf das Kabel;

- Figur 32 die Vorrichtung der Figur 28 in einer perspektivischen Darstellung mit einem teilweise geöffneten, zweiteiligen Stützkörper;
- 5 Figur 33 ein Einzelbestückungsmodul zur Montage eines mehrere elektrische Kabel aufweisenden elektrischen Steckverbinders, aufweisend zwei Schrägrohre;
- Figur 34 ein Einpressmodul gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel während des Einführens zweier elektrischer Kabel in jeweilige Vorschubeinrichtungen;
- 10 Figur 35 das Einpressmodul der Figur 34 nach dem Fixieren der Kabel in einer jeweiligen Halteeinrichtung;
- Figur 36 das Einpressmodul der Figur 34 nach dem Fixieren der Gehäusebaugruppe durch eine Fixiereinrichtung und während des Zustellens des vorderen Endes des ersten Kabels in die Gehäusebaugruppe durch die erste Vorschubeinrichtung;
- 15 Figur 37 das Einpressmodul der Figur 34 nachdem das Innenleiterkontaktelement des ersten Kabels die Sollposition in der Gehäusebaugruppe erreicht hat;
- 20 Figur 38 eine Vorspanneinrichtung des Einpressmoduls mit einem Teleskopstößel zum mechanischen Vorspannen eines Rastmittels innerhalb der Gehäusebaugruppe;
- Figur 39 die Vorspanneinrichtung der Figur 38, während das Innenleiterkontaktelement durch Berührung eines Tasterelements des Teleskopstößels ein Entfernen des Teleskopstößels aus dem Verschiebeweg des Innenleiterkontaktelements auslöst;
- 25 Figur 40 die Vorspanneinrichtung der Figur 38 während die Sensoreinheit die Istposition des Innenleiterkontaktelements innerhalb der Gehäusebaugruppe im Verlauf des weiteren Einpressens des Kabelendes überwacht;
- 30 Figur 41 die Vorspanneinrichtung der Figur 38, nachdem das Innenleiterkontaktelement die Sollposition innerhalb der Gehäusebaugruppe erreicht hat;
- Figur 42 ein Einpressmodul gemäß einem zweiten, bevorzugten Ausführungsbeispiel während des Einführens des elektrischen Kabels in die Vorschubeinrichtung;
- 35 Figur 43 das Einpressmodul der Figur 42 nach dem lagerichtigen Ausrichten des Kabels in der Ausgangsposition unter Verwendung der Ausrichtungshilfe;

- Figur 44 das Einpressmodul der Figur 42 nach dem Fixieren der Gehäusebaugruppe durch die Fixiereinrichtung und nach dem Fixieren des Kabels in der Halteeinrichtung;
- 5 Figur 45 einen beispielhaften Steckverbinder mit zwei elektrischen Kabeln nach dem Einpressen beider Kabel während der Endmontage;
- Figur 46 eine Zustelleinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zwei Transportmodulen, während des Einlegens eines elektrischen Kabels in das zweite Transportmodul;
- 10 Figur 47 die Zustelleinrichtung der Figur 46 während des Transportierens des elektrischen Kabels durch das zweite Transportmodul in Richtung auf das erste Transportmodul;
- Figur 48 die Vorrichtung der Figur 46 während der Übergabe des Kabels an das erste Transportmodul zum Weitertransport;
- 15 Figur 49 die Vorrichtung der Figur 46 während der Zustellung des Kabels in eines der Bearbeitungsmodule durch das erste Transportmodul;
- Figur 50 die Vorrichtung der Figur 46 während des Hinausbewegens des Kabels aus dem Bearbeitungsmodul durch das erste Transportmodul;
- 20 Figur 51 die Vorrichtung der Figur 46 während des weiteren Hinausbewegens des Kabels aus dem Bearbeitungsmodul durch das zweite Transportmodul, während die Transportrollen des ersten Transportmoduls geöffnet sind, um die Steckverbinderkomponente durch das erste Transportmodul passieren zu lassen;
- 25 Figur 52 die Vorrichtung der Figur 46 während der Öffnens der Klemmkörper des zweiten Transportmoduls zur Freigabe des bestückten Kabels;
- 30 Figur 53 eine vergrößerte Seitendarstellung von Rollenkörpern des zweiten Transportmoduls zum Transport bzw. zur Lagerung eines einzigen elektrischen Kabels;
- Figur 54 eine vergrößerte Seitendarstellung von Rollenkörpern des zweiten Transportmoduls zum gleichzeitigen Transport bzw. zur Lagerung von zwei elektrischen Kabeln gemäß einer ersten Variante;
- 35 Figur 55 eine vergrößerte Seitendarstellung von Rollenkörpern des zweiten Transportmoduls zum Transport bzw. zur Lagerung von zwei elektrischen Kabeln gemäß einer zweiten Variante;

- Figur 56 ein auf einem Werkstückträger befestigtes elektrisches Kabel, zwei beispielhafte Informationsträger sowie eine Steuereinrichtung und eine globale Datenbank zur Zuordnung einer Dokumentation der Steckverbindermontage;
- 5
- Figur 57 ein Montagemodul zur Montage eines Kontaktteileträgers während des Aufschiebens des Kontaktteileträgers auf zwei Innenleiterkontaktelemente des elektrischen Kabels;
- Figur 58 das Montagemodul der Figur 57 zusammen mit einem Sensormodul zur Erfassung einer axialen Istposition der Innenleiterkontaktelemente innerhalb des Kontaktteileträgers;
- 10
- Figur 59 das Montagemodul der Figur 57 während des Montierens einer Schirmhülse auf dem Kontaktteileträger;
- Figur 60 ein von dem Sensormodul angesteuertes Betätigungsmittel zur Betätigung einer Sekundärsicherung des Kontaktteileträgers;
- 15
- Figur 61 ein Qualitätsüberwachungsmodul mit zwei optischen Sensoren und zwei Beleuchtungseinheiten für eine optische Qualitätsüberwachung der Steckverbindermontage;
- 20
- Figur 62 eine Ringdüse eines Reinigungsmoduls in einer Draufsicht;
- Figur 63 eine mit einem Ionisator versehene Ringdüse eines Reinigungsmoduls in Kombination mit einer Absaugeinrichtung in einer Seitenansicht;
- 25
- Figur 64 ein Reinigungsmodul mit einer impulsgesteuerten Düse;
- Figur 65 ein Reinigungsmodul mit einer weiteren Düse in Kombination mit einer weiteren Absaugeinrichtung;
- 30
- Figur 66 ein Reinigungsmodul mit vier antreibbaren Bürsten;
- Figur 67 ein Reinigungsmodul mit einer Spiralbürste;
- Figur 68 ein Reinigungsmodul mit zwei Halbschalen und zwei Folien zur Durchführung eines Adhäsionsverfahrens;
- 35
- Figur 69 ein Reinigungsmodul mit einem Rüttler;

- Figur 70 ein Reinigungsmodul mit einer Düse in Kombination mit einer Absaugereinrichtung in einem geschlossenen Gehäuse;
- 5 Figur 71 ein erster Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Montage des elektrischen Steckverbinders gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel mit beispielhaften, voneinander unabhängigen Bearbeitungsmodulen und mit einer Transporteinrichtung;
- 10 Figur 72 ein sich entlang der Transportrichtung an den ersten Ausschnitt anschließender, zweiter Ausschnitt der erfindungsgemäßen Vorrichtung des ersten Ausführungsbeispiels;
- Figur 73 ein sich entlang der Transportrichtung an den zweiten Ausschnitt anschließender, dritter Ausschnitt der erfindungsgemäßen Vorrichtung des ersten Ausführungsbeispiels;
- 15 Figur 74 ein erster Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Montage des elektrischen Steckverbinders gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel mit beispielhaften, voneinander unabhängigen Bearbeitungsmodulen und mit einer Transporteinrichtung;
- 20 Figur 75 ein sich entlang der Transportrichtung an den ersten Ausschnitt anschließender, zweiter Ausschnitt der erfindungsgemäßen Vorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels; und
- Figur 76 ein sich entlang der Transportrichtung an den zweiten Ausschnitt anschließender, dritter Ausschnitt der erfindungsgemäßen Vorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels.

25 In Figur 1 ist beispielhaft ein mehradriges Kabel 1a in einer Seitenansicht vergrößert dargestellt. Figur 2 zeigt eine Vorderansicht des mehradrigen Kabels 1a.

Wie in Figur 1 dargestellt, erstrecken sich die Innenleiter 2 jeweils von einem ersten Kabelende 3 zu einem zweiten Kabelende 4. Das dargestellte mehradrige elektrische Kabel 1a ist bereits teilweise vorkonfektioniert. Das mehradrige Kabel 1a weist einen Kabelmantel 5 und ein unter dem Kabelmantel 5 verlaufendes Kabelschirmgeflecht 6 auf. Oberhalb des Kabelschirmgeflechts 6 kann optional eine Schirmfolie verlaufen (nicht dargestellt). Unterhalb des Kabelschirmgeflechts 6 verlaufen innerhalb einer Füllschicht 7 die Innenleiter 2. Die beiden Innenleiter 2 weisen jeweils einen elektrischen Leiter 2.1 bzw. eine Ader auf, die von einer Isolation 2.2 umhüllt ist. Im Rahmen der vorhergehenden Konfektionierungsschritte wurden die elektrischen Leiter 2.1 der Innenleiter 2 im Bereich der Innenleiterenden 2.3 an beiden Kabelenden 3, 35 4 bereits freigelegt.

An den freigelegten Leitern 2.1 werden anschließend die Innenleiterkontaktelemente 8 befestigt, insbesondere vercrimpt (für den in Figur 1 dargestellten oberen Innenleiter 2 des ersten Kabelendes 3 beispielhaft dargestellt). Ferner wurde das Kabelschirmgeflecht 6 an dem ersten Kabelende 3 nach hinten

über den Kabelmantel 5, vorzugsweise über eine nicht dargestellte Metallhülse bzw. Stützhülse umgeschlagen und optional mit einem Gewebeband 9 fixiert. Das in Figur 1 dargestellte rechte Kabelende (vorliegend das zweite Kabelende 4) ist bis auf das Freilegen der Innenleiter 2 und das Abisolieren der Leiter 2.1 im Bereich der Innenleiterenden 2.3 noch unbearbeitet.

5

Das im Ausführungsbeispiel dargestellte zweiadrige Kabel 1a ist lediglich beispielhaft zur Verwendung mit der Erfindung zu verstehen. Grundsätzlich eignet sich die Erfindung zur Verwendung mit einer beliebigen Kabelart, beispielsweise auch zur Verwendung mit einem mehradrigen Kabel 1a mit mehr als zwei Innenleitern 2. Die Erfindung eignet sich allerdings auch zur Verwendung mit einem einadrigen Kabel 1b, wie nachfolgend noch aufgezeigt wird.

10

Vorliegend verlaufen die Innenleiter 2 verdrillt durch das Kabel 1a, weshalb in Abhängigkeit der Kabellänge (vorliegend als Konfektionierungslänge L bezeichnet) im unbearbeiteten Zustand eine Istverdrehung V_{IST} zwischen den aus dem jeweiligen Kabelende 3, 4 austretenden Innenleiterenden 2.3 vorliegt.

15

Optional wird die Istverdrehung V_{IST} beispielsweise von einer Steuereinheit 10 (vgl. beispielsweise Figur 7) erfasst. Ferner kann von der Steuereinheit 10 auch die Sollverdrehung V_{SOLL} für die aus dem jeweiligen Kabelende 3, 4 austretenden Innenleiterenden 2.3 erfasst werden.

20

Es kann im Rahmen der erfindungsgemäßen Steckverbindermontage vorgesehen sein, dass die Steuereinheit 10 eine Ist-Ausrichtung A_{IST} und eine Soll-Ausrichtung A_{SOLL} der Innenleiter 2 des ersten Kabelendes 3 bestimmt, wobei das erste Kabelende 3 ausgerichtet wird, um die Ist-Ausrichtung A_{IST} an die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} anzugleichen, und wobei das ausgerichtete erste Kabelende 3 auf einem Werkstückträger 11 (vgl. beispielsweise Figur 6 oder Figur 71) fixiert wird.

25

In Figur 2 sind beispielhaft eine Ist-Ausrichtung A_{IST} und eine Soll-Ausrichtung A_{SOLL} der Innenleiter 2 des mehradrigen Kabels 1a dargestellt, wobei der Zustand bzw. die Ist-Ausrichtung A_{IST} des ersten Kabelendes 3 vor dessen Ausrichtung gestrichelt dargestellt ist. Die Ausrichtungen A_{IST} , A_{SOLL} beziehen sich auf eine radiale Ausrichtung bezogen auf die Längs- bzw. Mittelachse M des Kabels 1. Durch eine Verdrehung des mehradrigen Kabels 1 entlang dessen Mittelachse M kann die Ist-Ausrichtung A_{IST} somit an die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} angeglichen werden, wie in Figur 2 angedeutet.

30

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass für die Konfektionierung des mehradrigen Kabels 1a die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} der Innenleiter 2 des ersten Kabelendes 3 von der Steuereinheit 10 entsprechend einer Montage-Ausrichtung einer auf dem ersten Kabelende 3 zu montierenden Steckverbinderkomponente eines ersten Steckverbinders 12 (vgl. Figur 73) bestimmt wird. Bei der Steckverbinderkomponente kann es sich beispielsweise um einen Kontaktteilträger 13 (vgl. beispielsweise Figur 7, Figur 8 oder Figur 57) handeln, der prozessbedingt nur in einer vorgegebenen Montage-Ausrichtung auf die Innenleiter 2 des mehradrigen Kabels 1a aufschiebbar ist, weshalb eine Ausrichtung des ersten Kabelendes 3 unter Berücksichtigung der Montage-Ausrichtung von Vorteil sein kann.

35

Insbesondere kann für die Konfektionierung des mehradrigen Kabels 1a die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} der Innenleiter 2 des ersten Kabelendes 3 von der Steuereinheit 10 auch unter Berücksichtigung einer Farbcodierung der Innenleiter 2 bestimmt werden (beispielsweise schwarz und rot für die Festlegung der Pinbelegung Masse bzw. "Minus" und "Plus").

Auch eine Berücksichtigung der Ausrichtung der Innenleiter 2 des zweiten Kabelendes 4 bei der Bestimmung der Soll-Ausrichtung A_{SOLL} kann bezüglich des mehradrigen Kabels 1a von Vorteil sein, beispielsweise auch um eine nachfolgend noch beschriebene Verdrehung der Innenleiterenden 2.3 der jeweiligen Kabelenden 3, 4 zu berücksichtigen.

Wie bereits erwähnt, eignet sich die Erfindung auch zur Verwendung bzw. Konfektionierung eines einadrigen Kabels 1b mit nur einem Innenleiter 2, beispielsweise in koaxialer Ausführung. Ein entsprechendes einadriges Kabel 1b ist beispielhaft in Figur 3 in einer Seitenansicht dargestellt.

Im Rahmen der Kabelkonfektionierung bzw. Steckverbindermontage kann vorgesehen sein, dass an dem zweiten Kabelende 4 eine Steckverbinderkomponente eines zweiten Steckverbinders (nicht dargestellt) befestigt ist, vorzugsweise verdrehsicher befestigt ist. Beispielhaft ist in Figur 3 ein Innenleiterkontaktelelement 8 dargestellt, das stoffschlüssig mit dem Innenleiter 2 des einadrigen Kabels 1b verbunden ist.

Das in Figur 3 dargestellte einadrige Kabel 1b ist rein beispielhaft zu verstehen. Das einadrige Kabel 1b weist ebenfalls einen Kabelmantel 5 und ein unter dem Kabelmantel 5 verlaufendes Kabelschirmgeflecht 6 auf. Das Kabelschirmgeflecht 6 ist auf eine Stützhülse 15 umgeschlagen. Unter dem Kabelschirmgeflecht 6 verläuft die Isolation 2.2 bzw. die Primärisolation des Innenleiters 2. Der Innenleiter 2 kann beispielsweise als Litze aus mehreren Einzeldrähten ausgebildet sein; grundsätzlich kommt es auf den genauen Aufbau des einadrigen Kabels 1b allerdings nicht an.

Im Rahmen der Konfektionierung des einadrigen Kabels 1b kann vorgesehen sein, dass beispielsweise die Steuereinheit 10 eine Ist-Ausrichtung A_{IST} und eine Soll-Ausrichtung A_{SOLL} der auf dem zweiten Kabelende 4 montierten Steckverbinderkomponente (vorliegend des Innenleiterkontaktelelements 8) des zweiten Steckverbinders bestimmt, wobei das erste Kabelende 3 anschließend ausgerichtet wird, um die Ist-Ausrichtung A_{IST} an die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} anzugleichen, und wobei das ausgerichtete erste Kabelende 3 auf dem Werkstückträger 11 fixiert wird.

In Figur 3 ist der Verfahrensschritt des Ausrichtens des ersten Kabelendes 3 beispielhaft angedeutet, wobei der obere Teil der Figur 3 die Steckverbinderkomponente bzw. das Innenleiterkontaktelelement 8 in der Ist-Ausrichtung A_{IST} und der untere Teil der Figur 3 die Steckverbinderkomponente bzw. das Innenleiterkontaktelelement 8 in der Soll-Ausrichtung A_{SOLL} zeigt. Beispielhaft ist eine Verdrehung um etwa 90° vorgesehen.

Grundsätzlich kann für die Konfektionierung des einadrigen Kabels 1b vorgesehen sein, dass die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} der Steckverbinderkomponente bzw. des Innenleiterkontaktelements 8 des zweiten Steckverbinders von der Steuereinheit 10 unter Berücksichtigung einer Montage-Ausrichtung (beispielsweise einer prozessbedingten Montage-Ausrichtung) einer auf dem ersten Kabelende 3 zu montierenden Steckverbinderkomponente eines ersten Steckverbinders und einer vorgesehenen Sollverdrehung V_{SOLL} zwischen dem ersten Steckverbinder 12 und dem zweiten Steckverbinder bestimmt wird.

Hierbei kann beispielsweise berücksichtigt werden, dass im Rahmen eines späteren Ultraschallschweißverfahrens oder eines Widerstandsschweißverfahrens die Steckverbinderkomponente bzw. das Innenleiterkontaktelement 8 des ersten Steckverbinders 12 nur unter einem definierten Winkel an dem Innenleiterende 2.3 des ersten Kabelendes 3 befestigbar ist. Das erste Kabelende 3 kann somit vorteilhaft bereits ausgerichtet werden, um eine vorgesehene Sollverdrehung V_{SOLL} zwischen den Steckverbindern bzw. deren Steckverbinderkomponenten sicherzustellen.

Für das Verdrehen bzw. Ausrichten des ersten Kabelendes 3 kann eine Aktuatoreinrichtung 16 vorgesehen sein, die mit der Steuereinheit 10 kommunikationsverbunden ist. Die Aktuatoreinrichtung 16 ist in Figur 3 als Black-Box zusammen mit der Steuereinheit 10 angedeutet. Eine entsprechende Aktuatoreinrichtung 16 kann auch zur Ausrichtung des ersten Kabelendes 3 des mehradrigen Kabels 1a vorgesehen sein.

Im Rahmen der erfindungsgemäßen Steckverbindermontage kann vorgesehen sein, dass das elektrische Kabel 1a, 1b von einer Kabeltrommel abgerollt und auf die definierte Konfektionierungslänge L zugeschnitten wird. Hierzu kann eine in Figur 4 angedeutete Fördereinrichtung 17 vorgesehen sein. Ferner kann ein ebenfalls in Figur 4 angedeutetes Ablängmodul 18 vorgesehen und eingerichtet sein, um das elektrische Kabel 1a, 1b entsprechend auf die Konfektionierungslänge L zuzuschneiden.

Im Rahmen der Konfektionierung des mehradrigen Kabels 1a kann vorgesehen sein, die Istverdrehung V_{IST} der aus dem jeweiligen Kabelende 3, 4 austretenden Innenleiterenden 2.3 an eine vorgegebene Sollverdrehung V_{SOLL} anzugleichen, indem die Innenleiter 2 an zumindest einem der Kabelenden 3, 4 verdreht werden. Die Verdrehung kann anschließend fixiert werden, beispielsweise indem ein auf die Innenleiterenden 2.3 aufgebrachteter Kontaktteilträger 13 verdrehsicher an dem Kabelmantel 5 festgelegt wird.

Durch das Angleichen der Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} verkürzt sich allerdings die Gesamtlänge bzw. die Konfektionierungslänge L des Kabels 1a, wie beispielsweise bei einem Vergleich der Figuren 5 und 1 ersichtlich wird.

Beispielhaft ist in Figur 5 eine durch die Verdrehung des ersten Kabelendes 3 verursachte Längenverkürzung ΔL dargestellt, die sich einerseits auf die Konfektionierungslänge L des Kabels 1a auswirkt und diese entsprechend verkürzt und die sich andererseits auch auf die Längen einzelner Abschnitte des Kabels 1a, beispielsweise auf vorgegebene Abschlusslängen L_A , entlang der die Innenleiter 2 und/oder deren Adern bzw. elektrischen Leiter 2.1 ausgehend von deren Innenleiterenden 2.3 freigelegt wurden, auswirkt.

Um die Längenverkürzung ΔL bereits bei dem Ablängen des elektrischen Kabels 1a zu berücksichtigen kann vorgesehen sein, dass beispielsweise die Steuereinheit 10 die durch die spätere Angleichung der Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} bedingte axiale Längenverkürzung ΔL bereits vorab berechnet, bevor das Kabel 1a tatsächlich abgelängt wird. Somit kann die Längenverkürzung ΔL berücksichtigt und die Konfektionierungslänge L vergrößert werden (beispielsweise um die Längenverkürzung ΔL), um die Längenverkürzung ΔL zumindest teilweise zu kompensieren.

Beispielhaft ist in Figur 4 die Ansteuerung der Fördereinrichtung 17 und der Schneideeinrichtung 18 durch die Steuereinheit 10 angedeutet.

In Figur 6 ist beispielhaft ein Werkstückträger 11 zum Fixieren des Kabels 1a, 1b angedeutet. Es kann vorgesehen sein, dass auch das zweite Kabelende 4 auf dem Werkstückträger 11 fixiert wird. In Abhängigkeit der Konfektionierungslänge L bzw. der Kabellänge kann das Kabel 1a, 1b vorzugsweise derart fixiert werden, dass das Kabel 1a, 1b einen U-förmigen Verlauf zwischen den beiden Kabelenden 3, 4 ausbildet, wie in Figur 6 dargestellt. Hierdurch kann beispielsweise in vorteilhafter Weise eine Bearbeitung beider Kabelenden 3, 4 in sequenzieller Abfolge vorgesehen sein.

Es kann vorgesehen sein, dass das Kabel 1a, 1b nach dem Konfektionieren des ersten Kabelendes 3 umgelegt wird, um durch Vertauschen der beiden Kabelenden 3, 4 auf dem Werkstückträger 11 das zweite Kabelende 4 in einem zweiten Steckverbindermontagedurchlauf zu bearbeiten.

Entsprechend kann dann insbesondere für die Konfektionierung des mehradrigen Kabels 1a die Steuereinheit 10 eine Ist-Ausrichtung A_{IST} und eine Soll-Ausrichtung A_{SOLL} der Innenleiter 2 des zweiten Kabelendes 4 bestimmen, wobei das zweite Kabelende 4 ausgerichtet wird, um die Ist-Ausrichtung A_{IST} an die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} anzugleichen.

Zum Umlegen des Kabels 1a, 1b kann ein Umlegemodul 19 vorgesehen sein. Beispielsweise kann das Umlegemodul 19 eine Rotation des Werkstückträgers 11 um 180° bewirken. Auch ein sonstiges Umlegen des Kabels 1a, 1b und sogar ein manuelles Umlegen des Kabels 1a, 1b kann vorgesehen sein.

Im Rahmen der Steckverbindermontage kann beispielsweise zur Qualitätssicherung vorgesehen sein, dass das erste Kabelende 3 und/oder das zweite Kabelende 4 für eine Dokumentation der Steckverbindermontage markiert wird. In Figur 6 ist beispielhaft ein Laser 20 dargestellt, um eine optische Markierung 21 (beispielsweise einen Strichcode, einen QR-Code oder eine sonstige Markierung) auf dem ersten Kabelende 3 aufzubringen.

Ein weiteres Beispiel für eine Markierung kann eine elektronische Markierung sein, die auf das Kabel 1a, 1b aufgebracht und/oder konfiguriert wird, was ebenfalls in Figur 6 angedeutet ist. Hierzu kann beispielsweise eine elektronische Baugruppe 22 vorgesehen sein, die einen Transponder 23 eines RFID-Systems zu konfigurieren vermag.

Zur Erfassung der Ist-Ausrichtung A_{IST} des auf dem zweiten Kabelende 4 montierten zweiten Steckverbinders und/oder der Ist-Ausrichtung A_{IST} der Innenleiter 2 des ersten Kabelendes 3 kann diverse Sensorik 24 vorgesehen und mit der Steuereinheit 10 kommunikationsverbunden sein. Beispielhaft sind in Figur 6 zwei Kameras 25 dargestellt. Grundsätzlich kann allerdings beliebige Sensorik 24 vorgesehen sein.

Wie vorstehend bereits angedeutet, kann im Rahmen der Steckverbindermontage auf dem mehradrigen Kabel 1a auch vorgesehen sein, dass die Steuereinheit 10 die Istverdrehung V_{IST} und die Sollverdrehung V_{SOLL} von aus dem jeweiligen Kabelende 3, 4 austretenden Innenleiterenden 2.3 erfasst. Die Istverdrehung V_{IST} kann an die Sollverdrehung V_{SOLL} angeglichen werden, indem die Innenleiter 2 an zumindest einem der Kabelenden 3, 4 verdreht werden. Die Verdrehung kann anschließend fixiert werden, indem ein auf die Innenleiterenden 2.3 aufgebrachteter Kontaktteilträger 13 verdrehsicher an dem Kabel 1a bzw. an dessen Kabelmantel 5 festgelegt wird.

Der Kontaktteilträger 13 kann beispielsweise verdrehsicher festgelegt werden, indem er unmittelbar auf dem entsprechenden Kabelende 3, 4 verpresst wird, beispielsweise mittelbar oder unmittelbar auf dem Kabelmantel 5, vorzugsweise auf einer auf dem Kabelmantel 5 befestigten Stützhülse bzw. auf einem über dem Kabelmantel 5 nach hinten umgeschlagenen Kabelschirmgeflecht 6.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass der Kontaktteilträger 13 mittelbar an dem Kabelmantel 5 des zugeordneten Kabelendes 3, 4 festgelegt wird, indem eine Schirmhülse 26 (vgl. beispielsweise Figur 7 oder Figur 16) verdrehsicher auf dem Kontaktteilträger 13 montiert und auf dem entsprechenden Kabelende 3, 4, beispielsweise auf der nicht dargestellten Stützhülse oder dem umgeschlagenen Kabelschirmgeflecht 6 verpresst, vorzugsweise vercrimpt wird.

Hinsichtlich der Angleichung der Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} kann vorgesehen sein, dass das Kabelende 3, 4 gedreht wird, wobei der Kontaktteilträger 13 verdrehsicher gehalten wird. Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass der Kontaktteilträger 13 zusammen mit den in dem Kontaktteilträger 13 aufgenommenen Innenleiterenden 2.3 verdreht wird und/oder dass die

Schirmhülse 26 verdrehsicher auf dem Kontaktteileträger 13 montiert und gemeinsam mit dem Kontaktteileträger 13 und den in dem Kontaktteileträger 13 aufgenommenen Innenleiterenden 2.3 verdreht wird.

5 Vorzugsweise weisen Schirmhülse 26 und Kontaktteileträger 13 eine mechanische Kodierung auf, um nur in einer oder in zwei definierten Orientierungen miteinander verbindbar zu sein. Beispielsweise können eine Rastnase und eine Rastnut, wie in der nachfolgenden Figur 7 angedeutet, vorgesehen sein.

10 Um die mechanische Belastung des mehradrigen Kabels 1a zu verringern kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit 10 eine Verdrehung beider Kabelenden 3, 4 bestimmt, insbesondere wenn die Istverdrehung V_{IST} der Innenleiterenden 2.3 an den beiden Kabelenden 3, 4 um mehr als 90° von der Sollverdrehung V_{SOLL} abweicht. Die Steuereinheit 10 kann außerdem eine elastizitätsbedingte Rückverdrehung V_R der Innenleiterenden 2.3 bei der Angleichung der Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} berücksichtigen. Die Istverdrehung V_{IST} kann somit an die Sollverdrehung V_{SOLL} angeglichen werden, indem sie zunächst bis zu einer Verdrehung aus Sollverdrehung V_{SOLL} plus einer Rückverdrehung V_R über-
15 kompensiert wird.

Zur Erfassung der Istverdrehung V_{IST} kann es von Vorteil sein, wenn die Steuereinheit 10 einen Drall der Innenleiter 2 berücksichtigt, der zuvor beispielsweise messtechnisch oder experimentell ermittelt wurde. Unter Berücksichtigung der Konfektionierungslänge L bzw. der Kabellänge des mehradrigen Kabels 1a
20 kann somit nach dem Erfassen der Orientierung der Innenleiterenden 2.3 an einem der beiden Kabelenden 3, 4 die Orientierung der Innenleiter 2 an dem gegenüberliegenden Kabelende 4, 3 berechnet werden.

Figur 7 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt eines Montagemoduls 29 zur Montage des Kontaktteileträgers 13 auf den Innenleiterkontaktelementen 8 des mehradrigen Kabels 1a mit einigen, nur schematisch
25 zu verstehenden Einzelheiten.

Das Montagemodul 29 weist die besagte Steuereinheit 10 auf, die unter anderem auch eingerichtet ist, um die Istverdrehung V_{IST} und die Sollverdrehung V_{SOLL} zwischen den aus den Kabelenden 3, 4 austretenden Innenleiterenden 2.3 zu erfassen.
30

Das Montagemodul 29 weist ferner ein Aktuatormodul 30 auf, die mit der Steuereinheit 10 kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, um die Innenleiter 2 an zumindest einem der Kabelenden 3, 4 zu verdrehen, um nach Vorgabe der Steuereinheit 10 die Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} anzu-
35 gleichen. Beispielhaft ist ein drehbares Aktuatormodul 30 mit an den Kontaktteileträger 13 zustellbaren Aktuator-Klemmbacken 31 dargestellt. Ferner sind Kabelklemmbacken 32 zur Fixierung des mehradrigen Kabels 1a an dessen Kabelmantel 5 dargestellt, um das mehradrige Kabel 1a während des Verdrehens des Kontaktteileträgers 13 verdrehsicher zu fixieren. Bei dem Aktuatormodul 30 zum Verdrehen des Kontaktteileträgers 13 kann es sich auch um ein Aktuatormodul 30 handeln, das grundsätzlich auch zum li-

nearen Aufschieben des Kontaktteilträgers 13 auf die Innenleiterkontaktelemente 8 und/oder zum Ausrichten des ersten Kabelendes 3 zur Angleichung der Ist-Ausrichtung A_{IST} an die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} verwendet wird.

- 5 Das Montagemodul 29 kann ferner ein Presswerkzeug 33 aufweisen das ausgebildet ist, um den Kontaktteilträger 13 an dem Kabelmantel 5 des Kabels 1a verdrehsicher festzulegen, um die Verdrehung zu fixieren. Das in Figur 7 dargestellte Presswerkzeug 33 ist insbesondere ausgebildet, um die Schirmhülse 26 nach dem Montieren auf dem Kontaktteilträger 13 im Bereich des umgelegten Kabelschirmgeflechts 6 zu vercrimpen. Die Schirmhülse 26 ist im Rahmen einer Vormontage bereits auf den Kabelmantel 5 aufgeschoben (gestrichelt dargestellt) und kann nach dem Verdrehen des Kontaktteilträgers 13
10 von hinten über den Kontaktteilträger 13 in der entsprechenden Orientierung aufgeschoben werden.

- Um die bereits genannte Längenverkürzung ΔL bei der Angleichung der Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} der Innenleiterenden 2.3 bereits bei dem Freilegen der Innenleiter 2 zu berücksichtigen
15 kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit 10 die durch die spätere Angleichung der Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} bedingte axiale Längenverkürzung ΔL bereits vorab berechnet, bevor die Innenleiter 2 an dem entsprechenden Kabelende 3, 4 tatsächlich freigelegt werden. Somit kann die Längenverkürzung ΔL berücksichtigt werden und die Abisolierlänge L_A , entlang der die Innenleiter 2 ausgehend von deren Innenleiterenden 2.3 freigelegt werden, vergrößert werden (beispielsweise um die
20 Längenverkürzung ΔL), um die Längenverkürzung ΔL zumindest teilweise zu kompensieren.

Die vorgegebene Abisolierlänge L_A kann dabei anteilig für das jeweilige Kabelende 3, 4 um die berechnete Längenverkürzung ΔL , gegebenenfalls im Hinblick auf definierte Toleranzen, vergrößert werden.

- Grundsätzlich kann es erstrebenswert sein, die Längenverkürzung ΔL vollständig zu kompensieren. Auch
25 eine teilweise Kompensierung kann allerdings ausreichend sein, wenn sich diese noch innerhalb definierter Toleranzbereiche befindet.

- Es kann vorgesehen sein, dass nur die vorgegebene Abisolierlänge L_A der freizulegenden Innenleiter 2 an dem ersten Kabelende 3 vergrößert wird, wenn ausschließlich eine Verdrehung des ersten Kabelendes 3 vorgesehen ist. Entsprechend kann auch vorgesehen sein, dass nur die vorgegebene Abisolierlänge L_A der freigelegten Innenleiter 2 an dem zweiten Kabelende 4 vergrößert wird, wenn ausschließlich ein Verdrehen des zweiten Kabelendes 4 vorgesehen ist. Sofern beide Kabelenden 3, 4 verdreht werden kann auch vorgesehen sein, die vorgegebenen Abisolierlängen L_A an beiden Kabelenden 3, 4 zu vergrößern. Insbesondere wenn es lediglich auf die Gesamtlänge bzw. Konfektionierungslänge L des Kabels 1
35 ankommt, kann auch eine Verteilung der Kompensation der Längenverkürzung ΔL unabhängig von der Verdrehung auf eines der Kabelenden 3, 4 oder auf beide Kabelenden 3, 4 vorgesehen sein.

Hinsichtlich der Längenverkürzung ΔL kann es besonders problematisch sein, dass diese die axiale Position von die Innenleiter 2 in sich aufnehmenden Steckverbinderkomponenten bzw. Gehäusekomponenten (also beispielsweise des Kontaktteilträgers 13) des späteren Steckverbinders 12 bezüglich der Mittelachse M des Kabels 1a beeinflussen kann.

5

In vorteilhafter Weise kann die Längenverkürzung ΔL im Rahmen der Steckverbindermontage somit berücksichtigt werden, um eine axiale Sollposition P_{SOLL} eines kableseitigen Endes 34 einer die Innenleiter 2 in sich aufnehmenden Steckverbinderkomponente, beispielsweise des Kontaktteilträgers 13, entlang der Mittelachse M des Kabels 1a vorzugeben bzw. zu korrigieren. Das Problem der Beeinflussung der axialen Sollposition P_{SOLL} ist beispielhaft in Figur 8 für den Kontaktteilträger 13 dargestellt.

10

Es ist erkennbar, dass die Position des hinteren bzw. kableseitigen Endes 34 des Kontaktteilträgers 13 aufgrund der Verdrehung bzw. Angleichung der Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} näher an das gegenüberliegende Kabelende 3, 4 heranbewegt wird. Die relative Position des kableseitigen Endes 34 des Kontaktteilträgers 13 zu definierten axialen Positionen P_{1-4} entlang der Mittelachse M bzw. entlang Strukturen des Kabels 1 kann dadurch von einer Vorgabe abweichen. Die in Figur 8 dargestellten vier Positionen P_{1-4} sind lediglich beispielhaft zu verstehen. Häufig ist beispielsweise die axiale Sollposition P_{SOLL} des Kontaktteilträgers 13 relativ zu einer auf den Kabelmantel 5 des Kabels 1a aufgebrachten Stützhülse 15 relevant für die Steckverbindermontage und muss innerhalb vorgegebener Toleranzen eingehalten werden. Durch die Berücksichtigung der Längenverkürzung ΔL kann dies gewährleistet sein.

15

20

Die Innenleiter 2 bzw. deren Leiter 2.1 können im Rahmen der Kabelkonfektionierung freigelegt werden, indem ein die Innenleiter 2 bzw. die Leiter 2.1 einhüllendes Teilstück 5a, 2.2a wenigstens einer Kabelkomponente des Kabels 1a, 1b entfernt wird (vgl. Figur 11). Beispielsweise kann ein Teilstück 5a des Kabelmantels 5 des Kabels 1a, 1b abisoliert werden und/oder ein Teilstück des Außenleiters bzw. des Kabelschirmgeflechts 6 des Kabels 1a, 1b abisoliert oder nach hinten über den Kabelmantel 5 umgelegt werden und/oder ein Teilstück der die Innenleiter 2 gemeinsam einhüllenden, dielektrischen Füllschicht 7 abisoliert werden und/oder ein Teilstück 2.2a der Isolation 2.2 der Innenleiter 2 abisoliert werden.

25

30

Zum Freilegen des Innenleiters 2 bzw. des Leiters 2.1 oder der Innenleiter 2 bzw. der Leiter 2.1 kann ein Abisoliermodul 35 vorgesehen sein, das beispielhaft in Figur 9 dargestellt ist.

Grundsätzlich kann das Abisoliermodul 35 beliebig aufgebaut sein. Es können auch mehrere Abisoliermodule 35 mit identischem oder verschiedenem Aufbau vorgesehen sein. Beispielsweise kann ein jeweiliges Abisoliermodul 35 für jedes zu entfernende Teilstück 5a, 2.2a des Kabels 1a, 1b vorgesehen sein. Der nachfolgend beschriebene Aufbau ist lediglich beispielhaft zu verstehen.

35

Das dargestellte Abisoliermodul 35 weist einen um eine Mittelachse M rotierbaren Rotationskopf 36 auf, der zur Verdeutlichung in Figur 10 ausschnittsweise vergrößert dargestellt ist. Der Rotationskopf 36 ist

als Scheibe ausgebildet, wobei zur Rotation des Rotationskopfes 36 ein Riemenantrieb vorgesehen sein kann.

5 Um das Kabel 1a, 1b entlang der Mittelachse M in das Abisoliermodul 35 einzuführen, kann das Abisoliermodul 35 Fördermodule 38 zum linearen Fördern des Kabels 1a, 1b entlang einer Zustellrichtung X aufweisen. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, die nachfolgend noch beschriebene Zustelleinrichtung zum Zustellen des Kabels 1a, 1b in das Abisoliermodul 35 zu verwenden. Der Rotationskopf 36 kann bevorzugt zwischen zwei der Fördermodule 38 angeordnet sein, wie in Figur 9 dargestellt. Das Kabel 1a, 1b kann vorzugsweise zunächst abgelängt und anschließend abisoliert werden.

10 Insbesondere wenn nachfolgend Komponenten des Abisoliermoduls 35 beschrieben sind, die auf dem Rotationskopf 36 angeordnet sind, so können diese auch im Rahmen eines Abisoliermoduls 35 verwendbar sein, das keinen Rotationskopf 36 sondern beispielsweise nur eine starre Befestigung für die jeweiligen Komponenten aufweist.

15 Zum Freilegen der Innenleiter 2 entlang der vorgegebenen oder verlängerten Abisolierlänge L_A kann wenigstens ein Messer 39 verwendet werden, um einen radialen Einschnitt in die Kabelkomponente des Kabels 1a, 1b zu erzeugen. Ferner kann ein dem Messer 39 gegenüberliegend positionierter Gegenhalter 40 verwendet werden, der das Kabel 1a, 1b während des Einschneidens fixiert.

20 In dem beispielhaften Abisoliermodul 35 sind auf dem Rotationskopf 36 ein Messer 39 und ein Gegenhalter 40 für das Kabel 1a, 1b einander gegenüberliegend und auf die Mittelachse M ausgerichtet angeordnet (vgl. insbesondere Figur 10). Figur 9 zeigt den Rotationskopf 36 nur in vereinfachter Darstellung, wonach lediglich das Messer 39 auf dem Rotationskopf 36 montiert dargestellt ist. Das Messer 39 ist in
25 Richtung auf die Mittelachse M an das Kabel 1a, 1b zustellbar, um an einer definierten Axialposition einen radialen Einschnitt in die Kabelkomponente des Kabels 1a, 1b, beispielsweise in den Kabelmantel 5, zu erzeugen.

30 Im Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 9 und 10 ist das Messer 39 als Formmesser ausgebildet. Das Messer 39 kann allerdings grundsätzlich eine beliebige Schneide aufweisen. Das Messer 39 kann beispielsweise auch einen linearen Aufbau bzw. eine gerade Schneide aufweisen, wie in Figur 12 dargestellt. Ferner kann ein Rundmesser 39' vorgesehen sein (vgl. Figur 13). Das Rundmesser 39' kann insbesondere antriebslos und frei drehbar gelagert sein, um sich während einer Drehung um das Kabel 1a, 1b auf dem Kabel 1a, 1b abrollen zu können.

35 Der Gegenhalter 40 bildet eine an den Außendurchmesser der Kabelkomponente angepasste Anlage aus. Der Gegenhalter 40 kann grundsätzlich eine beliebige Anlage ausbilden, insbesondere eine sich verjüngende Anlage, beispielsweise eine V-förmige Anlage oder eine durch Rollen gebildete Anlage. Der Gegenhalter 40 ist im Ausführungsbeispiel ebenfalls in Richtung auf die Mittelachse M an das Kabel 1a,

1b zustellbar. Grundsätzlich kann der Gegenhalter 40 allerdings auch unbeweglich (auf dem Rotationskopf 36) angeordnet sein.

5 Um eine Schnitttiefenbegrenzung auszubilden, kann der Gegenhalter 40 derart ausgebildet sein, dass dieser einen Anschlag für das Messer 39 ausbildet. Die maximale Tiefe T (vgl. Figuren 12 und 13) des radialen Einschnitts in die Kabelkomponente kann dadurch begrenzt und eine Verletzung von unter der Kabelkomponente befindlichen weiteren Komponenten des Kabels 1a, 1b verhindert werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch das Messer 39 selbst einen Anschlag für das Kabel 1a, 1b zur Schnitttiefenbegrenzung aufweisen bzw. ausbilden. Beispielfhaft ist ein lineares Messer 39 in Figur 12 dargestellt, wobei die Schneide derart in einer Messeraufnahme montiert ist, dass die Messeraufnahme bzw. das Messer 39 einen Anschlag ausbildet, der eine maximale Tiefe T zum Einschneiden formschlüssig vorgibt. Auch das Rundmesser 39' kann einen Anschlag aufweisen, wie beispielsweise in Figur 13 dargestellt. Das Rundmesser 39' gemäß Figur 13 weist hierfür einen zylindrischen Anschlag A auf, dessen Radius kleiner ist als der Radius der Schneide, um die maximale Tiefe T zum Einschneiden vorzugeben.

15 Grundsätzlich kann vorgesehen sein, dass das Messer 39 die Kabelkomponente bzw. das Teilstück 5a, 2.2a nicht vollständig abtrennt und beispielsweise einzelne Stege oder einen radialen Innenring zurücklässt. Das Teilstück 5a, 2.2a kann somit durch den radialen Einschnitt gegebenenfalls zunächst nicht vollständig abgetrennt werden.

20 Vorzugsweise rotiert der Rotationskopf 36 (vgl. Figur 10), während das Messer 39 den Einschnitt erzeugt, um einen radial vollständig umlaufenden Einschnitt zu erzeugen.

25 Es kann weiter vorgesehen sein, dass das Abisoliermodul 35 zum Freilegen der Innenleiter 2 wenigstens ein Abziehwerkzeug 41 aufweist, das in den von dem Messer 39 erzeugten Einschnitt eingreift, um das abisolierte Teilstück 5a, 2.2a zumindest teilweise von dem Kabel 1a, 1b abzuziehen.

30 Im Ausführungsbeispiel sind zwei Abziehwerkzeuge 41 auf dem Rotationskopf 36 angeordnet, wobei die Abziehwerkzeuge 41 derart zu dem Messer 39 positioniert sind, dass diese zum Abziehen des Teilstücks 5a, 2.2a der Kabelkomponente in den von dem Messer 39 erzeugten Einschnitt eingreifen, wenn die Abziehwerkzeuge 41 an das Kabel 1a, 1b zugestellt sind. Die Abziehwerkzeuge 41 sind einander gegenüberliegend angeordnet und jeweils auf die Mittelachse M ausgerichtet. Wie dargestellt sind die Abziehwerkzeuge 41 bevorzugt um 90° versetzt zu dem Messer 39 und dem Gegenhalter 40 angeordnet. Grundsätzlich können die beiden Abziehwerkzeuge 41 allerdings in einem beliebigen Winkel relativ zu der Ausrichtung des Messers 39 und des Gegenhalters 40 angeordnet sein.

35 Ähnlich dem Messer 39 können auch die Abziehwerkzeuge 41 als Formwerkzeuge ausgebildet sein, insbesondere um an den Innendurchmesser der Kabelkomponente angepasst zu sein. Die Abziehwerkzeuge 41 können jedoch auch linear ausgebildet sein.

Die Abziehwerkzeuge 41, das Messer 39 und der Gegenhalter 40 sind nebeneinander auf dem Rotationskopf 36 angeordnet und jeweils gleich weit von einer Stirnseite des Rotationskopfes 36 beabstandet, um bei einer radialen Zustellung jeweils auf denselben axialen Punkt auf der Mittelachse M zuzulaufen.

5

Zur Zustellung des Messers 39, des Gegenhalters 40 und/oder des wenigstens einen Abziehwerkzeugs 41 an das Kabel 1a, 1b kann eine jeweilige Kulisseneinrichtung vorgesehen sein (nicht näher dargestellt). Es kann allerdings auch ein Schienensystem oder ein sonstiges System vorgesehen sein (ebenfalls nicht näher dargestellt).

10

Vorzugsweise steht der Rotationskopf 36 still während das Teilstück durch das wenigstens eine Abziehwerkzeug 41 abgezogen wird. Zum Abziehen des Teilstücks kann das Kabel 1a, 1b nach der Zustellung der Abziehwerkzeuge 41 entgegen der Zustellrichtung X entlang der Mittelachse M zumindest teilweise wieder aus dem Abisoliermodul 35 herausgezogen werden, um das Teilstück 5a, 2.2a zumindest teilweise (Teilabzug) oder vollständig (Vollabzug) von dem Kabel 1a, 1b abzuziehen.

15

Wie bereits erwähnt kann das Abisoliermodul 35 allerdings auch ohne Rotationskopf 36 ausgebildet sein. Beispielsweise kann ein Rotationskopf 36 nicht immer geeignet sein, um eine bestimmte Kabelkomponente abzuisolieren. Beispielsweise kann zum Abisolieren der Füllschicht 7 ein speziell an die Geometrie des mehradrigen Kabels 1a angepasstes Formmesser 43 vorgesehen sein, wie in Figur 14 angedeutet.

20

Das Formmesser 43 ist dabei annähernd m-förmig bzw. w-förmig ausgebildet, um die Innenleiter 2 innerhalb der Füllschicht 7 nicht zu beschädigen. Vorzugsweise sind zum Abisolieren der Füllschicht 7 zwei einander gegenüberliegende Formmesser 43 in der Art wie in Figur 14 gezeigt vorgesehen, die radial in Richtung auf die Mittelachse M des mehradrigen Kabels 1a zustellbar sind, um in die Füllschicht 7 einzuschneiden.

25

Das Formmesser 43 kann eine jeweilige halbkreisförmige Ausnehmung für jeden Innenleiter 2 des Kabels 1a aufweisen; im Ausführungsbeispiel sind zwei halbkreisförmige Ausnehmungen vorgesehen, da das beispielhafte Kabel 1a zwei Innenleiter 2 aufweist, wodurch die Schneidbereiche annähernd einer m- bzw. w-Form folgen.

30

Es kann allerdings zum Abisolieren der Füllschicht 7 auch ein beliebiges anderes Messer 39, 43 vorgesehen sein, beispielsweise ein in Figur 15 dargestelltes Messer 39, das dem Negativ der in der Füllschicht 7 angeordneten Innenleiter 2 nicht folgt. Beispielhaft weist das Messer 39 eine V-förmige Schneide auf. Ein zweites, identisch oder ähnlich ausgebildetes Messer 39 kann das Kabel 1a von der gegenüberliegenden Seite einschneiden. Die Füllschicht 7 kann anschließend an den Einschnittstellen bzw. an den verbleibenden Stegen abgerissen werden, um das abzuisolierende Teilstück 5a, 2.2a der Füllschicht

35

7 vollständig abzutrennen. Bei dieser Variante kann es ein besonderer Vorteil sein, dass die Orientierung des Messers 39 nicht an die Ausrichtung der Innenleiter 2 in dem Kabel 1a angepasst sein muss.

5 Im Rahmen der Steckverbindermontage kann vorgesehen sein, den Kabelmantel 5 des Kabels 1a, 1b ausgehend von einem der Kabelenden 3, 4 mit zwei oder mehreren Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 zu bestücken. Bei den Steckverbinderkomponenten kann es sich beispielsweise um die bereits beschriebene Schirmhülse 26 (vgl. beispielsweise Figur 16), um eine Gehäusebaugruppe bzw. um ein Steckverbindergehäuse 44 (vgl. beispielsweise Figur 16 und 45), um eine Leitungsdichtung 45 (vgl. beispielsweise Figur 16 oder Figur 17), eine Kabelfesthaltung 46 (vgl. beispielsweise Figur 17), eine Haltekappe bzw. Abschlusskappe 47 (vgl. beispielsweise Figur 16 oder Figur 17) oder eine Winkelkappe
10 handeln. Grundsätzlich kommt es auf die Ausgestaltung der Steckverbinderkomponente im Rahmen der Erfindung nicht an.

15 Im Rahmen der Vorbestückung eines zwei- oder mehradrigen elektrischen Kabels 1a kann sich allerdings insbesondere eine Bestückung gemäß der in Figur 16 dargestellten Reihenfolge aus einer Schirmhülse 26, gefolgt von einem Buchsengehäuse bzw. einem Steckverbindergehäuse 44, gefolgt von einer Leitungsdichtung 45, gefolgt von einer Haltekappe 47 (oder einer Winkelkappe im Falle eines winkligen Steckverbinders) gut eignen. Im Falle einer Vorbestückung eines einadrigen elektrischen Kabels 1b kann sich vorzugsweise eine Bestückung gemäß Figur 17 gut eignen, wonach eine Leitungsdichtung 45, gefolgt von einer Kabelfesthaltung 46, gefolgt von einer Haltekappe 47, ausgehend von einem der Kabelenden 3, 4 auf den Kabelmantel 5 aufgeschoben sind.
20

Es kann von Vorteil sein sicherzustellen, dass die im Rahmen der Vorbestückung aufgebrauchten Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 an den gewünschten axialen Positionen entlang der Mittelachse bzw. Längsachse M des Kabels 1a, 1b verbleiben. Hierzu kann es von Vorteil sein, jede der Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 mit zwei Mantelklemmen 48a, 48b, 48c, 48d zu umgeben, um eine ungewollte Verschiebung der Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47 in beiden Richtungen entlang der Mittelachse M des Kabels 1a, 1b zu verhindern. In Abhängigkeit der Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47 kann die Notwendigkeit hierfür allerdings auch entfallen, beispielsweise wenn es
25 sich bei der Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47 um eine Dichtung, beispielsweise um die Leitungsdichtung 45 handelt, die in der Regel bereits ausreichend fest auf dem Kabelmantel 5 des Kabels 1a, 1b verspannt ist.
30

Die Mantelklemmen 48a, 48b, 48c, 48d können beispielsweise mittels einer Bestückungseinheit auf das
35 Kabel 1a, 1b aufgebracht werden.

Grundsätzlich können verschiedene Arten von Mantelklemmen 48a, 48b, 48c, 48d vorgesehen sein. Beispielsweise können die Figuren 16 dargestellten Klammern 48a vorgesehen sein, die einen Betätigungsbereich und einen Befestigungsbereich aufweisen. Mittels des Betätigungsbereichs können die an dem

gegenüberliegenden Ende zweier Klemmschenkel befindlichen Klemmen, die den Befestigungsbereich ausbilden, entgegen der Federkraft einer Rückstellfeder geöffnet und die Klammer 48a somit radial auf das Kabel 1a, 1b aufgebracht werden. Alternativ können allerdings auch Mantelklemmen 48b mit Verzurrelementen 49 in der Art eines Kabelbinders (vgl. Figur 17), vorgesehen sein. Eine weitere beispielhafte Mantelklemme 48c, die einen auf dem Kabelmantel 5 verspannbaren metallischen Teilring aufweist, ist in Figur 17 ebenfalls dargestellt. Ferner zeigt Figur 17 eine weitere beispielhafte Mantelklemme 48d, die einen elastischen Ring aufweist, beispielsweise einen Gummiring, ähnlich einem Dichtring. Auf die genaue Ausgestaltung der Mantelklemme 48a, 48b, 48c, 48d kommt es im Rahmen der Erfindung nicht unbedingt an. Vorzugsweise werden die Mantelklemmen 48a, 48b, 48c, 48d kraftschlüssig und reversibel an dem Kabelmantel 5 des Kabels 1a, 1b befestigt.

Die wenigstens eine Mantelklemme 48a, 48b, 48c, 48d kann nach der Steckverbindermontage gegebenenfalls wieder von dem Kabelmantel 5 des Kabels 1a, 1b entfernt werden.

In Figur 18 ist schematisch in einer seitlichen Schnittdarstellung ein Mehrfachbestückungsmodul 50 zur Verwendung im Rahmen einer Steckverbindermontage dargestellt. Das Mehrfachbestückungsmodul 50 ist eingerichtet, um ein Kabel 1a, 1b ausgehend von einem vorderen, freien Ende bzw. ausgehend von einem der Kabelenden 3, 4 des Kabels 1a, 1b für die Steckverbindermontage mit einer oder mehreren Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 zu bestücken. Nur beispielhaft ist das Mehrfachbestückungsmodul 50 zur Bestückung des zweiadrigen Kabels 1a dargestellt.

Das Mehrfachbestückungsmodul 50 weist Kammern 51 zur Aufnahme der einzelnen Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 auf, wobei die Kammern 51 derart angeordnet sind, dass die in den Kammern 51 aufgenommenen Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 einen gemeinsamen Kanal K (vgl. strichlinierte Darstellung in Figur 18) mit einer gemeinsamen Mittelachse M ausbilden.

Wie im Ausführungsbeispiel dargestellt, kann das Mehrfachbestückungsmodul 50 ein Magazin 52 aufweisen, um die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 zur Bestückung weiterer Kabel 1a, 1b vorzuhalten. Im Ausführungsbeispiel ist ein Schachtmagazin dargestellt; grundsätzlich kann aber ein beliebiges Magazin vorgesehen sein.

Die Kammern 51 des Mehrfachbestückungsmoduls 50 können derart angeordnet sein, dass die in den Kammern 51 aufgenommenen Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 entlang der Mittelachse M in definierten Abständen voneinander beabstandet sind. In Abhängigkeit der jeweiligen Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47 und der nachfolgenden Montage kann vorgesehen sein, für verschiedene Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 verschiedene Abstände voneinander vorzusehen, die beispielsweise durch eine entsprechende Wandungsdicke der Kammern 51 und/oder des Magazins 52 vorgegeben werden können.

Beispielsweise kann ein erster Abstand d_1 zwischen der vordersten Steckverbinderkomponente (im Ausführungsbeispiel die Schirmhülse 26) und der zweiten Steckverbinderkomponente (im Ausführungsbeispiel das Steckverbindergehäuse 44), ein zweiter Abstand d_2 zwischen der zweiten Steckverbinderkomponente bzw. dem Steckverbindergehäuse 44 und einer dritten Steckverbinderkomponente (im Ausführungsbeispiel die Leitungsdichtung 45) und ein dritter Abstand d_3 zwischen der dritten Steckverbinderkomponente bzw. der Leitungsdichtung 45 und einer vierten Steckverbinderkomponente (im Ausführungsbeispiel die Haltekappe 47) vorgesehen sein. Es kann auch ein definierter Abstand d_4 der ersten Steckverbinderkomponente bzw. der Schirmhülse 26 zu dem vorderen Ende Kabels 1a, 1b vorgesehen sein, wenn das elektrische Kabel 1a, 1b vollständig in das Mehrfachbestückungsmodul 50 eingeschoben wurde. Die Abstände d_1 , d_2 , d_3 , d_4 finden sich schließlich an dem bestückten Kabel 1a wieder (vgl. Figur 16).

In vorteilhafter Weise können die Kammern 51 des Mehrfachbestückungsmoduls 50 außerdem derart ausgebildet sein, dass durch die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 verlaufende Durchgangsbohrungen zur Aufnahme des Kabels 1a, 1b koaxial zueinander ausgerichtet sind, wenn die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 in den Kammern 51 aufgenommen sind. Hierzu kann beispielsweise die Auflagefläche bzw. ein unterer Boden 53 des Mehrfachbestückungsmoduls 50 in den jeweiligen Kammern 51 eine jeweils auf die Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47 ausgelegte Tiefe aufweisen, wie in Figur 18 dargestellt. Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Kammern 51 des Mehrfachbestückungsmoduls 50 ausgebildet sind, um die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 verdrehsicher zu halten, insbesondere wenn im Rahmen der nachfolgenden Steckverbindermontage eine bestimmte Ausrichtung bzw. Orientierung einzelner Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 vorgesehen ist.

Es kann eine Zustelleinrichtung 54 vorgesehen sein (die nicht unbedingt Teil des Mehrfachbestückungsmoduls 50 sein muss), um das Kabel 1a, 1b mit seinem Kabelende 3, 4 entlang der Mittelachse M durch die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 hindurchzuführen, um die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 auf den Kabelmantel 5 des Kabels 1a, 1b aufzuschieben. Das Kabel 1a, 1b kann somit mit seinem Kabelende 3, 4 entlang der Mittelachse M durch die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 hindurchgeführt werden, bis es eine vorbestimmte Endposition P_{END} erreicht, wie in Figur 19 dargestellt. Im Ausführungsbeispiel weist die Zustelleinrichtung 54 eine Rollenfördereinrichtung mit zwei Rollen auf, zwischen denen das Kabel 1a, 1b geführt wird, um dieses linear zu verschieben.

Um die Position des Kabels 1a, 1b entlang der Mittelachse M zu überwachen, kann beispielsweise eine Lichtschranke 55 oder eine sonstige sensorische Einrichtung vorgesehen sein, um das Erreichen der Endposition P_{END} des elektrischen Kabels 1a, 1b in dem Mehrfachbestückungsmodul 50 zu erkennen und um die Kabelzuführung gegebenenfalls zu stoppen (vgl. Figuren 18 und 19). Es kann grundsätzlich auch eine kontinuierliche Erfassung der Position des Kabels 1a, 1b vorgesehen sein.

Insbesondere um zu vermeiden, dass die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 während des Durchführens des elektrischen Kabels 1a, 1b entlang der Mittelachse M verschoben werden, kann vorgesehen sein, dass die Kammern 51 des Mehrfachbestückungsmoduls 50 ausgebildet sind, um die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 in Axialrichtung, insbesondere in Zustellrichtung X (vgl. Pfeil in Figur 18) des elektrischen Kabels 1a, 1b, entlang der Mittelachse M formschlüssig zu blockieren. Hierfür können beispielsweise die Wandungen des Magazins 52 weitergeführt werden, wobei eine entsprechende Aussparung eine Durchführung des Kabels 1a, 1b ermöglichen kann.

Insbesondere wenn die Durchgangsbohrungen der Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 dem Durchmesser des Kabelmantels 5 entsprechen oder zumindest annähernd entsprechen, kann es von Vorteil sein, wenigstens eine der Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 unter Verwendung eines Schmierstoffs, vorzugsweise eines Alkohols oder eines Silikonöls, auf den Kabelmantel 5 aufzuschieben. Hierfür kann beispielsweise vorgesehen sein, den Kabelmantel 5 und/oder die Steckverbinderkomponente(n) 26, 44, 45, 46, 47 mit einem Schmierstoff zu versehen.

Im Rahmen der Konfektionierung des elektrischen Kabels 1 wird dieses in der Regel von einem sogenannten Endloskabel gemäß der vorgesehenen Länge abgelängt. Durch das Schneiden des Kabels 1 kann sich

Ein geeignetes Bestückungsverfahren kann mittels eines Computerprogrammprodukts mit Programmcodemitteln auf der Steuereinheit 10 des Mehrfachbestückungsmoduls 50 ausgeführt werden, wie in den Figuren 18 und 19 angedeutet.

Das mit den Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 bestückte Kabel 1a, 1b kann nach dem Durchführen des Kabels 1a, 1b durch die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 beispielsweise seitlich zur Zustellrichtung X des Kabels 1a, 1b oder entgegen der Zustellrichtung X des Kabels 1a, 1b aus dem Mehrfachbestückungsmodul 50 entnommen werden, wie in Figur 20 angedeutet.

In Figur 21 ist ein Ausschnitt des Mehrfachbestückungsmoduls 50 in einer perspektivischen Schnittdarstellung vergrößert dargestellt. Der Ausschnitt zeigt beispielhaft zwei Kammern 51 des Mehrfachbestückungsmoduls 50. Die Kammern 51 sind durch Zwischenwandungen 51.1 voneinander getrennt, die zur Realisierung der Abstände d_1 , d_2 , d_3 , d_4 unterschiedliche Wandstärken aufweisen können. Die Zwischenwandungen 51.1 dienen gleichzeitig als Anschlag für die in die Kammern 51 eingelegten Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 (diese sind in Figur 21 ausgeblendet). Die Zwischenwandungen 51.1 sind ferner ausgebildet, um im Bereich des Kanals K um die Mittelachse M herum eine Ausnehmung zur Durchführung des Kabels 1a, 1b durch die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 zu belassen. Der Boden 53 des Mehrfachbestückungsmoduls 50 weist Stufen auf, um innerhalb der Kammern 51 verschiedene Höhenebenen für die jeweiligen Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 bereitzustellen, um einen durchgängigen Kanal K bzw. eine koaxiale Positionierung der Steckverbin-

derkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 zu ermöglichen. Um ein seitliches Herausfallen der Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 zu vermeiden, können außerdem Seitenwände vorgesehen sein. Im Ausführungsbeispiel ist nur eine hintere Seitenwand 51.2 vorgesehen, um das bestückte Kabel 1a, 1b, wie in Figur 20 angedeutet, noch seitlich aus dem Mehrfachbestückungsmodul 50 entnehmen zu können.

5 Das über dem Mehrfachbestückungsmodul 50 angeordnete Magazin 52 (in Figur 21 ausgeblendet) weist vorzugsweise aber auf beiden Seiten Seitenwände auf. Der Boden 53, die Seitenwände und/oder die Zwischenwandungen 51.1 können optional ausgebildet sein, um die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 in einer vordefinierten Ausrichtung bzw. Orientierung vorzuhalten.

10 In Figur 22 ist in einer Schnittdarstellung ein Mehrfachbestückungsmodul 50 zur Montage eines mehrere elektrische Kabel 1a, 1b aufweisenden elektrischen Steckverbinders 12 (vgl. beispielsweise die Figuren 45 und 76) ausschnittsweise von oben gezeigt. Das Mehrfachbestückungsmodul 50 ist ausgebildet, um einen Kabelmantel 5 des jeweiligen Kabels 1a, 1b mit zwei oder mehr gemeinsamen Steckverbinderkomponenten 56 zu bestücken. Beispielfhaft wird das Prinzip anhand einer gemeinsamen Leitungsdichtung 56 verdeutlicht. Bei einer gemeinsamen Steckverbinderkomponente 56 kann es sich grundsätzlich

15 aber um eine beliebige Steckverbinderkomponente handeln, insbesondere um eine der vorstehend bereits beschriebenen Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47. Die gemeinsame Steckverbinderkomponente bzw. die gemeinsame Leitungsdichtung 56 weist eine der Anzahl Kabel 1a, 1b korrespondierende Anzahl Durchgangsbohrungen 57 auf.

20 Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 22 wird dabei lediglich schematisch das Bestücken eines ersten elektrischen Kabels 1a, 1b und eines zweiten elektrischen Kabels 1a, 1b mit einer gemeinsamen Leitungsdichtung 56 demonstriert. Die Anzahl Kabel 1a, 1b und die Anzahl Durchgangsbohrungen 57 sowie die Geometrie und Ausgestaltung der Steckverbinderkomponente bzw. der Leitungsdichtung 56 sind

25 nicht einschränkend zu verstehen.

Die gemeinsame Leitungsdichtung 56 ist in dem Mehrfachbestückungsmodul 50 in der ihr zugeordneten Kammer 51 derart angeordnet, dass die Leitungsdichtung 56 mit weiteren Steckverbinderkomponenten (nicht dargestellt) für jedes der Kabel 1a, 1b einen gemeinsamen Kanal K mit einer gemeinsamen Mittelachse M ausbildet. Hierbei kann es insbesondere auf eine korrekte Orientierung ankommen, um die

30 Durchgangsbohrungen 57 korrekt auszurichten.

Die Kabel 1a, 1b können von der Zustelleinrichtung 54 gleichzeitig oder nacheinander durch die entsprechenden Steckverbinderkomponenten 56 hindurchgeführt werden, um die Steckverbinderkomponenten

35 56 auf die Kabel 1a, 1b bzw. auf deren Kabelmäntel 5 aufzuschieben. Vorzugsweise werden die Kabel 1a, 1b gleichzeitig durch die Steckverbinderkomponenten 56 hindurchgeführt, was beispielsweise den Aufbau der Zustelleinrichtung 54 vereinfachen kann. Es kann aber auch vorgesehen sein, insbesondere bei Steckverbinderkomponenten 56 mit – verglichen mit dem Kabeldurchmesser des Kabels 1a, 1b – sehr engen Durchgangsbohrungen 57 (beispielsweise bei einer gemeinsamen Leitungsdichtung 56), die

Kabel 1a, 1b nacheinander hindurchzuführen, um die beim Einpressen der Kabel 1a, 1b entstehenden Kräfte zu reduzieren.

Das Mehrfachbestückungsmodul 50 kann im Wesentlichen aufgebaut sein, wie vorstehend bereits beschrieben. Um die Leitungsdichtung 56 bzw. die Steckverbinderkomponenten abzustützen können entsprechende Zwischenwandungen 51.1 vorgesehen sein, wie ebenfalls bereits gezeigt. Die Zwischenwandungen 51.1 können neben seitlichen Stützbereichen auch einen mittleren Stützbereich 51.1' aufweisen, um die gemeinsame Leitungsdichtung 56 bzw. Steckverbinderkomponente zum Einführen des zweiten Kabels 1a, 1b noch besser abzustützen.

Schließlich zeigt Figur 23 noch eine Variante eines Bestückungsmoduls, insbesondere eines Mehrfachbestückungsmoduls 50, bei der ein Führungsdorn 58 als Einführhilfe für das Kabel 1a, 1b vorgesehen ist. Diese Variante eignet sich zur Verwendung mit einem beliebigen Bestückungsmodul und zur Bestückung eines oder mehrerer Kabel 1a, 1b mit beliebigen Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47, 56 und ist lediglich beispielhaft und ausschnittsweise zur Bestückung des Kabels 1a, 1b mit einer Leitungsdichtung 45 gezeigt.

Der Führungsdorn 58 kann vor dem Einführen des Kabels 1a, 1b aus der der Zustellrichtung X des Kabels 1a, 1b entgegengesetzten Richtung durch die in den Kammern 51 aufgenommenen Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 hindurchgeführt werden. Der Führungsdorn 58 kann dabei durch alle oder nur durch einen Teil der Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 hindurchgeführt werden. Vorzugsweise wird der Führungsdorn 58 durch alle Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 hindurchgeführt.

Zum einfacheren Hindurchführen durch die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 kann der Führungsdorn 58 an seinem vorderen Ende angeschrägt sein bzw. eine Fase aufweisen.

Der Führungsdorn 58 kann schließlich zur Führung des Kabels 1a, 1b an seinem vorderen Ende einen Führungsring aufweisen. Der Führungsring kann in die (optional vorhandene) Fase übergehen, wie in Figur 23 dargestellt.

Das Kabel 1a, 1b kann schließlich durch die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 hindurchgeführt werden, während der Führungsdorn 58 gleichzeitig zurückgezogen und/oder von dem Kabel 1a, 1b zurückgeschoben wird. Vorzugsweise befindet sich das Kabel 1a, 1b dabei in Anlage mit der vorderen Stirnfläche des Führungsdorns 58.

Der Führungsdorn 58 vermag das Kabel 1a, 1b vorteilhaft durch die Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 hindurch zu führen. Ferner kann der Führungsdorn 58 Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45,

46, 47 mit sehr enger Durchgangsbohrung 57 bereits aufweiten, wodurch sich das Kabel 1a, 1b einfacher durch diese hindurchführen lässt.

5 Auf dem Führungsdorn 58 kann ein Schmierstoff aufgebracht sein. Vorzugsweise ist der Führungsdorn 58 aus einem Metall oder aus einem Hartkunststoff ausgebildet.

Figur 24 zeigt ein Einzelbestückungsmodul 59 für die Vorbestückung des Kabels 1a, 1b mit einer oder mit mehreren Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 im Rahmen der Steckverbindermontage gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in einer Schnittdarstellung. Das Einzelbestückungsmodul 59
10 kann verwendet werden, um das Kabel 1a, 1b mit einem elastischen Ringkörper 45, im Ausführungsbeispiel die Leitungsdichtung 45, eines auf dem Kabel 1a, 1b zu montierenden Steckverbinders 12, zu bestücken.

Bei dem elastischen Ringkörper 45 kann es sich grundsätzlich um eine beliebige Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47 des Steckverbinders 12 oder aber zum Beispiel auch um eine der vorstehend
15 genannten Mantelklemmen 48a, 48b, 48c, 48d zur Befestigung auf dem Kabel 1a, 1b handeln. Die Mantelklemme 48a, 48b, 48c, 48d, die in der Regel unabhängig von dem Steckverbinder 12 ist, kann im Rahmen der Steckverbindermontage beispielsweise verwendet werden, um das Kabel 1a, 1b zu markieren und hierdurch zu identifizieren und/oder um auf dem Kabel 1a, 1b aufgebrachte Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47, insbesondere lose vormontierte Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46,
20 47, gegen Verrutschen zu sichern (wie bereits erwähnt).

Gemäß einem ersten Verfahrensschritt der Einzelbestückung kann vorgesehen sein, ein Schrägrohr 60 mit einem abgeschrägten Endabschnitt E bzw. mit einer gegenüber einem Rohrquerschnitt Q des
25 Schrägrohrs 60 um einen Anstellwinkel α geneigten Stirnfläche S in eine Durchgangsbohrung 57 des Ringkörpers 45 einzuführen. Der Rohrquerschnitt Q ist senkrecht zu der Längsachse L_S des Schrägrohrs 60 ausgerichtet. Der Endabschnitt E des Schrägrohrs 60 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist beispielhaft linear abgeschrägt. Der Anstellwinkel α zwischen dem Rohrquerschnitt Q und der Stirnfläche S des Schrägrohrs 60 beträgt in den Ausführungsbeispielen beispielhaft etwa 45° . Grundsätzlich
30 kann der Anstellwinkel α allerdings beliebig sein, insbesondere 10° bis 80° , vorzugsweise 20° bis 70° , besonders bevorzugt 30° bis 60° und ganz besonders bevorzugt 40° bis 50° betragen.

Es kann in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, das Schrägrohr 60 zu dem Ringkörper 45 vor und zumindest teilweise während des Einführens des Schrägrohrs 60 in den Ringkörper 45 achsversetzt zu positionieren. Ein entsprechender Achsversatz ist in allen dargestellten Ausführungsbeispielen vorgesehen.
35 Grundsätzlich kann allerdings auch eine koaxiale Ausrichtung vorgesehen sein.

Um den Ringkörper 45 während des Einführens des Schrägrohrs 60 abzustützen kann ein Stützkörper 61 vorgesehen sein, der eine Durchgangsbohrung aufweisen kann, um das Kabel 1a, 1b im Verlauf

des Bestückungsverfahrens hindurchführen zu können. Der Ringkörper 45 kann sich somit mit seiner von dem Schrägrohr 60 abgewandten Seite an dem Stützkörper 61 abstützen, während das Schrägrohr 60 entgegen der Zustellrichtung X des Kabels 1a, 1b (in Figur 25 durch einen Pfeil angedeutet), in den Ringkörper 45 eingeführt wird.

5

Um das Einführen des Schrägrohrs 60 in den Ringkörper 45 zu unterstützen kann optional vorgesehen sein, dass auf das Schrägrohr 60 und/oder auf den Ringkörper 45 ein Schmiermittel aufgetragen wird, vorzugsweise ein Alkohol oder ein Silikonöl.

10 In Figur 25 ist das Einzelbestückungsmodul 59 der Figur 24 nach dem Einführen des Schrägrohrs 60 in den Ringkörper 45 dargestellt. Ferner ist die Zustelleinrichtung 54 (beispielhaft ein Rollenförderer mit zwei Rollen) dargestellt, um das Kabel 1a, 1b in dem Schrägrohr 60 derart zu positionieren, dass sich der Ringkörper 45 an einer definierten axialen Position P auf dem Kabel 1a, 1b befindet, wenn der Ringkörper 45 von dem Schrägrohr 60 auf das Kabel 1a, 1b abgestreift wird. Um das Kabel 1a, 1b möglichst ge-
15 nau zu positionieren, kann beispielsweise eine nicht näher dargestellte sensorische Einheit vorgesehen sein.

Lediglich zur Verdeutlichung des Funktionsprinzips des Einzelbestückungsmoduls 59 ist in den Figuren 25, 30 und 31 ein einadriges Kabel 1b dargestellt. Grundsätzlich kann mittels des Einzelbestückungsmoduls 59 ein beliebiges Kabel 1a, 1b, insbesondere auch das mehradrige Kabel 1a mit einer Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47, 56 vorbestückt werden. Aus Gründen der besseren Darstellbarkeit ist das Kabel 1b in Figur 25 in einer nicht geschnittenen Ansicht und in den Figuren 30 und 31 entlang seiner Mittelachse M geschnitten gezeigt. In Figur 25 ist das elektrische Kabel 1b teilweise abisoliert.
20 Grundsätzlich kann das Kabel 1a, 1b allerdings im Rahmen des Bestückens auch noch vollständig un-
25 bearbeitet sein, wie in den Figuren 30 und 31 gezeigt. Grundsätzlich kommt es auf den genauen Aufbau und auf den Bearbeitungszustand des Kabels 1a, 1b allerdings nicht unbedingt an.

Das in Figur 25 dargestellte Kabel 1b ist bereits beispielhaft mit der Kabelfesthaltung 46 und mit der Abschlusskappe 47 vorbestückt. Im Rahmen der Einzelbestückung kann nun noch die Leitungsdichtung 45
30 auf den Kabelmantel 5 des Kabels 1b aufgebracht werden.

In Figur 25 ist das Kabel 1b in dem Schrägrohr 60 mit der definierten axialen Position P an dem Ende der Stirnfläche S bzw. an dem Endabschnitt E des Schrägrohrs 60 positioniert. Nach der Positionierung kann der Ringkörper 45 von dem Schrägrohr 60 auf das Kabel 1b bzw. auf den Kabelmantel 5 abgestreift werden.
35

Zum Abstreifen des Ringkörpers 45 kann ein Abstreifmittel 62 vorgesehen sein. Im Ausführungsbeispiel der Figuren 24 und 25 ist ein ringförmig um das Schrägrohr 60 umlaufendes Abstreifmittel 62 vorgesehen, das zum Abstreifen des Ringkörpers 45 in Richtung auf die Stirnfläche S des Schrägrohrs 60 bzw.

in Einführrichtung bewegt wird. Das Abstreifmittel 62 kann in vorteilhafter Weise bereits vorher auf dem Schrägrohr 60 montiert sein, wie in Figur 24 dargestellt. Das Abstreifmittel 62 kann optional an seinem dem Ringkörper 45 zugewandten Ende einen sich konisch in Richtung auf den Ringkörper 45 verjüngenden Abschnitt 63 aufweisen, wie dies in Figur 26 dargestellt ist.

5

Im Rahmen der Konfektionierung des elektrischen Kabels 1a, 1b bzw. im Rahmen der Steckverbinder-
montage wird das Kabel 1a, 1b in der Regel von einem sogenannten Endloskabel gemäß der vorgese-
henen Konfektionierungslänge L abgelängt. Durch das Schneiden des Kabels 1a, 1b kann sich insbe-
sondere der Kabelmantel 5 aufgrund dessen Elastizität an dem Kabelende 3, 4 aufspreizen bzw. aus-
dehnen, was ein passgenaues Einführen des Kabels 1a, 1b in das Schrägrohr 60 erschweren kann. Um
das Einführen des Kabels 1a, 1b bzw. das Positionieren des Kabels 1a, 1b in dem Schrägrohr 60 zu ver-
einfachen kann aus diesem Grunde vorgesehen sein, das Kabel 1a, 1b an seinem Kabelende 3, 4 abzu-
schrägen bzw. anzuspitzen bzw. mit einer Fase 64 zu versehen, um die radial abstehenden Abschnitte,
wie in Figur 27 hervorgehoben, zu entfernen.

15

In Figur 28 ist ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel des Einzelbestückungsmoduls 59 darge-
stellt. Das Funktionsprinzip soll anhand der in den Figuren 28 bis 32 gezeigten Bestückungsschritte er-
läutert werden.

20 Das Schrägrohr 60 weist beispielhaft einen konkav gewölbt abgeschrägten Endabschnitt E auf. Der An-
stellwinkel α kann im Falle eines nicht linear verlaufenden Endabschnitts E durch eine durch die End-
punkte der Kurve verlaufende Sehne (strichliniert angedeutet) definiert werden.

Im Gegensatz zu der geneigten Stirnfläche S des in den Figuren 24 und 25 gezeigten Ausführungsbei-
spiels sind die Wandungen des Schrägrohrs 60 in dem Ausführungsbeispiel der Figuren 28 bis 32 nicht
abgeschrägt. Das Schrägrohr 60 ist zum Einführen in den Ringkörper 45 an einer Aktuatorbaugruppe 65
befestigt, die einen Teleskopauszug zur linearen Zustellung des Schrägrohrs 60 entlang seiner Mittel-
achse bzw. Längsachse L_S aufweist.

30 Das in den Figuren 28 bis 32 dargestellte Einzelbestückungsmodul 59 weist ein Einzelmagazin 66 auf,
um weitere Ringkörper 45 zur Bestückung weiterer Kabel 1a, 1b vorzuhalten. Das Einzelmagazin 66
mündet in einer Bestückungskammer 67, in der die Bestückung des Kabels 1a, 1b vornehmlich stattfin-
det. Wiederum ist ein Stützkörper 61 vorgesehen, an dem sich der Ringkörper 45 mit seiner von dem
Schrägrohr 60 abgewandten Seite während des Einführens des Schrägrohrs 60 abstützen kann. Die zur
35 Abstützung vorgesehene Wandung des Stützkörpers 61 ist schräg ausgebildet, damit sich der Ringkör-
per 45 während des Einführens des Schrägrohrs 60 in Richtung auf seine von dem Schrägrohr 60 abge-
wandte Seite neigen kann. Hierdurch kann das Einführen des Schrägrohrs 60 weiter vereinfacht werden.
Der Stützkörper 61 kann hierzu einen entsprechenden Stützwinkel β ausbilden, der die Verkippung fest-
legt. Der Stützkörper 61 weist eine Durchgangsbohrung zum Einführen des Kabels 1a, 1b in das Einzel-

bestückungsmodul 59 auf. Zum leichteren Einführen ist ein Trichterabschnitt in dem Stützkörper 61 vorgesehen.

5 Im Ausführungsbeispiel der Figuren 28 bis 32 ist das Abstreifmittel 62 als Wandung mit einer Ausnehmung ausgebildet, durch die das Schrägrohr 60 einerseits hindurchgeführt und andererseits abgestützt werden kann.

10 Figur 29 zeigt den Zustand des Einzelbestückungsmoduls 59 während des Einführens des Schrägrohrs 60 in den Ringkörper 45. In Figur 30 ist ein Zustand des Einzelbestückungsmoduls 59 dargestellt, in dem das Kabel 1a, 1b bereits in dem Schrägrohr 60 positioniert wurde. Die definierte axiale Position P des Kabels 1a, 1b ist dabei an der Stirnseite des Abstreifmittels 62 ausgerichtet.

15 Um den Ringkörper 45 von dem Schrägrohr 60 auf das Kabel 1a, 1b bzw. auf den Kabelmantel 5 abzustreifen kann das Schrägrohr 60 mittels der Aktuatorbaugruppe 65 durch Zurückziehen des Teleskopauszugs wieder aus dem Einzelbestückungsmodul 59 herausgezogen werden. Aufgrund des durch das Abstreifmittel 62 bzw. die Stirnseite des Abstreifmittels 62 gebildeten Anschlags bleibt der Ringkörper 45 an seiner axialen Position, bis er vollständig von dem Schrägrohr 60 auf das Kabel 1a, 1b abgestreift wurde.

20 Anschließend kann das Kabel 1a, 1b aus dem Einzelbestückungsmodul 59 entnommen werden. Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Stützkörper 61 aus mehreren Schalen, insbesondere zwei Halbschalen ausgebildet ist, die nach dem Bestücken des Kabels 1a, 1b geöffnet werden, um das Kabel 1a, 1b zusammen mit dem Ringkörper 45 entnehmen zu können. Das Prinzip zeigt Figur 32.

25 Es sei erwähnt, dass es auch vorgesehen sein kann, mehrere Ringkörper 45 auf dasselbe Kabel 1a, 1b aufzubringen. Dies kann sequentiell durch mehrfaches Verwenden beispielsweise eines der beschriebenen Einzelbestückungsmodule 59 erfolgen, wobei gegebenenfalls zwischen dem Bestücken der einzelnen Ringkörper 45 weitere Konfektionierungsschritte folgen, beispielsweise auch eine Bestückung mit sonstigen Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47, 56. Es kann aber auch vorgesehen sein, das
30 Kabel 1a, 1b in einem einzigen Bearbeitungsdurchgang mit mehreren Ringkörpern 45 zu bestücken, beispielsweise indem mehrere wie in den Figuren 18 bis 22 dargestellte Kammern 51 und optional auch mehrere Magazine 52 vorgesehen sind, die zusammen mit jeweiligen Abstreifmitteln 62 entlang der Mittelachse M des Kabels 1a, 1b versetzt angeordnet sind.

35 In Figur 33 ist ein Einzelbestückungsmodul 59 zur Montage eines mehrere elektrische Kabel 1a, 1b aufweisenden elektrischen Steckverbinders 12 gezeigt, um die Kabel 1a, 1b an einer jeweiligen definierten axialen Position P mit einem gemeinsamen elastischen Ringkörper 56 zu bestücken. Der gemeinsame elastische Ringkörper 56 weist hierzu eine der Anzahl Kabel 1a, 1b korrespondierende Anzahl Durchgangsbohrungen 57 auf.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 33 wird dabei lediglich schematisch das Bestücken eines ersten elektrischen Kabels 1a, 1b und eines zweiten elektrischen Kabels 1a, 1b mit einem gemeinsamen Ringkörper 56, der als gemeinsame Leitungsdichtung 56 ausgebildet ist, demonstriert. Die Anzahl Kabel 1a, 1b und die Anzahl Durchgangsbohrungen 57 sowie die Geometrie und Ausgestaltung des gemeinsamen Ringkörpers 56 sind nicht einschränkend zu verstehen.

Jedem Kabel 1a, 1b ist gemäß Figur 33 ein Schrägrohr 60 zugeordnet, insbesondere ein Schrägrohr 60 gemäß den vorstehenden Ausführungen.

Die Schrägrohre 60 können für eine vereinfachte Ausrichtung und Positionierung optional aneinander befestigt sein, beispielsweise mittels eines Halterahmens. Hierfür ist beispielhaft ein Verbindungssteg 68 dargestellt.

Grundsätzlich kann die Bestückung auch sequentiell erfolgen, wonach die Kabel 1a, 1b unter Verwendung nur eines Schrägrohrs 60 nacheinander mit dem gemeinsamen Ringkörper 56 bestückt werden.

Der Vorgang des Bestückens (Einführen des Schrägrohrs 60 in die Durchgangsbohrung 57 / Positionieren des jeweiligen Kabels 1a, 1b in dem Schrägrohr 60 / Abstreifen / etc.) kann erfolgen wie vorstehend bereits ausführlich beschrieben.

Die Figuren 34 bis 37 zeigen ein Einpressmodul 69 für die Montage eines elektrischen Steckverbinders 12 während verschiedener Montageschritte. Alle Darstellungen sind beispielhaft und stark schematisiert zu verstehen und sollen lediglich dem Verständnis der Erfindung dienen.

Figur 34 zeigt einen Zustand des Einpressmoduls 69 während des Einlegens von vorkonfektionierten elektrischen Kabeln 1b, die nachfolgend in einer Gehäusebaugruppe bzw. einem Steckverbindergehäuse 44 des Steckverbinders 12 montiert werden sollen. Rein beispielhaft wird das Einpressmodul 69 anhand eines Steckverbinders 12 beschrieben, der zwei elektrische Kabel 1b aufzunehmen vermag.

Grundsätzlich kann sich das Einpressmodul 69 auch zur Verwendung mit einem Steckverbinder anderen Typs eignen, insbesondere zur Verwendung mit einem Steckverbinder, der lediglich ein einziges elektrisches Kabel 1b aufweist.

Auch die dargestellten elektrischen Kabel 1b sind lediglich beispielhaft zu verstehen. Grundsätzlich kann sich die Erfindung zur Verwendung mit einem beliebigen elektrischen Kabel eignen, beispielsweise auch zur Verwendung mit einem mehradrigen Kabel 1a mit mehreren Innenleitern 2.

Die beispielhaft dargestellten elektrischen Kabel 1b sind an ihrem jeweiligen vorderen Kabelende 3, 4 mit einem Innenleiterkontaktelement 8 vorkonfektioniert, das mit einem Innenleiter 2 des Kabels 1b elektrisch

und mechanisch verbunden ist. Das Innenleiterkontaktelement 8 kann beispielsweise mit dem Innenleiter 2 des Kabels 1b verpresst oder verschweißt, insbesondere ultraschallverschweißt, sein. Hierzu kann eine Ultraschallschweißeinrichtung vorgesehen sein (nicht dargestellt). Das Innenleiterkontaktelement 8 kann, wie in den Ausführungsbeispielen dargestellt, in einem Isoliergehäuse 70, beispielsweise einem aus zwei Isolierschalen bestehenden Isoliergehäuse 70, aufgenommen sein. Das Kabel 1b kann ferner mit einer Stützhülse 15 vorkonfektioniert sein, die auf dem Kabelmantel 5 des Kabels 1b und/oder dem Außenleiter des Kabels 1b, insbesondere einem Kabelschirmgeflecht 6, aufgebracht ist. Auf die Stützhülse 15 kann eine Crimphülse 71 aufgeschoben und mit der Stützhülse 15 vercrimpt bzw. verpresst sein. Zwischen der Stützhülse 15 und der Crimphülse 71 kann das Kabelschirmgeflecht 6 verlaufen, das vor dem Aufbringen der Crimphülse 71 nach hinten über die Stützhülse 15 umgeschlagen wurde.

Schließlich können auf dem Kabelmantel 5 des Kabels 1b für die spätere Endmontage des Steckverbinders 12 auch noch weitere Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47, 46 aufgeschoben sein, beispielsweise die dargestellte Leitungsdichtung 45, die Kabelfesthaltung 46 und die Haltekappe 47.

Die Kabel 1b können dem Einpressmodul 69 von einer später noch beschriebenen Transporteinrichtung 72, der Zustelleinrichtung 54 und/oder von einem Benutzer zugeführt werden. Dieser Vorgang ist in Figur 34 dargestellt.

Insbesondere während des Zuführens kann vorgesehen sein, dass eine Prüfeinrichtung 73 eine korrekte Vorbearbeitung, insbesondere die korrekte Vorbestückung des Kabelmantels 5 mit den Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47, 56 prüft. Die Prüfeinrichtung 73 kann insbesondere als optische Prüfeinrichtung 73, beispielsweise als Kamera oder Lichtband, ausgebildet sein. Sofern die Prüfeinrichtung 73 eine fehlerhafte Vorbearbeitung des Kabels 1b, insbesondere eine unzureichende Vorbestückung des Kabels 1b feststellt, kann der Montageprozess beispielsweise unterbrochen und das Kabel 1b aussortiert werden.

Während des Einführens der Kabel 1b können diese entlang einer Vorschubrichtung, insbesondere entlang der Zustellrichtung X in eine Vorschubeinrichtung 74 eingeschoben werden. Die Vorschubeinrichtung 74 dient dem Einpressen des Kabelendes 3, 4 des Kabels 1b in einen korrespondierenden Steckplatz 75 in dem Steckverbindergehäuse 44 des Steckverbinders 12 und wird nachfolgend noch näher beschrieben. Anstelle der Vorschubeinrichtung 74 kann gegebenenfalls auch die Zustelleinrichtung 54 zum Einpressen verwendet werden.

Die Kabel 1b können vorzugsweise unter Zuhilfenahme einer Ausrichtungshilfe 76 an einer Ausgangsposition P_A angeschlagen und lagerichtig ausgerichtet werden. Die Ausrichtungshilfe 76 weist hierzu beispielsweise einen Anschlag für die Crimphülse 71 auf.

Die Vorschubeinrichtung 74 weist eine Halteeinrichtung 77 zum Fixieren des Kabels 1b auf. Die Halteeinrichtung 77 weist in dem in den Figuren 34 bis 37 gezeigten Ausführungsbeispiel zwei an den Kabelmantel 5 des Kabels 1b zustellbare Klemmbacken auf. Nach dem Einlegen bzw. Zuführen des Kabels 1b können die Klemmbacken entsprechend geschlossen bzw. das Kabel 1b durch die Halteeinrichtung 77 fixiert werden.

Anschließend kann vorgesehen sein, dass die Vorschubeinrichtung 74 die Kabel 1b in Vorschubrichtung bzw. in Zustellrichtung X an das Steckverbindergehäuse 44 zustellt und in dieses einpresst.

Grundsätzlich kann die Bearbeitung bzw. das Einpressen der Kabel 1b von den beiden Vorschubeinrichtungen 74 parallel oder aber auch nacheinander erfolgen. Vorzugsweise werden die Kabel 1b nacheinander eingepresst, um den Einpressvorgang besser kontrollieren und überwachen zu können. Grundsätzlich kann demnach auch eine gemeinsame Vorschubeinrichtung 74 oder zumindest ein gemeinsamer Antrieb für die Vorschubeinrichtungen 74 vorgesehen sein. In dem Ausführungsbeispiel der Figuren 34 bis 37 weist die Vorschubeinrichtung 74 ein Schienensystem auf, um die Halteeinrichtung 77 linear entlang der Vorschubrichtung bzw. Zustellrichtung X zu verfahren. In dem in den Figuren 42 bis 44 gezeigten Ausführungsbeispiel ist hingegen ein Spindeltrieb vorgesehen, der wahlweise nur eine der beiden Halteeinrichtungen 77 zustellt.

Nach dem Fixieren des Kabels 1b kann vor dem Einpressen des Kabels 1b das Steckverbindergehäuse 44 zunächst mittels einer Fixiereinrichtung 78 in einer Montageposition fixiert werden. Beispielhaft sind zwei Pressbacken zum Fixieren des Steckverbindergehäuses 44 dargestellt.

Anschließend kann die Vorschubeinrichtung 74 das Kabelende 3, 4 des Kabels 1b in den entsprechenden Steckplatz 75 in dem Steckverbindergehäuse 44 einpressen. Vorzugsweise wird dabei die Crimphülse 71 in den Steckplatz 75 eingepresst, woraus sich die spätere Haltekraft des Kabels 1b in dem Steckverbinder 12 ergibt.

Es ist ein Kraftaufnehmer 79 zur Erfassung der bei Einpressen des Kabels 1b aufgebrachten Presskraft vorgesehen. Der Kraftaufnehmer 79 ist im Ausführungsbeispiel Teil der Vorschubeinrichtung 74 und lediglich als Black Box in Figur 34 angedeutet. Die Vorschubeinrichtung 74 presst das Kabelende 3, 4 des Kabels 1b in das Steckverbindergehäuse 44 ein, bis das Innenleiterkontaktelement 8 eine Sollposition P_S innerhalb des Steckverbindergehäuses 44 erreicht hat. Eine optische Sensoreinheit 80 erfasst die Istposition P_I des Innenleiterkontaktelements 8 innerhalb des Steckverbindergehäuses 44 während des Einpressens des Kabels 1b.

Eine Steuereinheit 10 des Einpressmoduls 69 (ebenfalls nur als Black Box in Figur 34 angedeutet) kann zur Überwachung des Einpressvorgangs vorgesehen sein, insbesondere zur Auswertung der erfassten Istposition P_I und der erfassten Presskraft im Rahmen einer Qualitätssicherung. Die Steuereinheit 10

vermag die während des Einpressens von dem Kraftaufnehmer 79 erfasste Presskraft auszuwerten und mit einer Vorgabe für die Presskraft abzugleichen. Sofern die Presskraft der Vorgabe nicht entspricht, kann der Steckverbinder 12 beispielsweise entsprechend markiert und gegebenenfalls aussortiert werden.

5

Die Figuren 38 bis 41 zeigen das Einpressen des Kabels 1b in das Steckverbindergehäuse 44 in einer Seitenansicht, wobei das Steckverbindergehäuse 44 geschnitten und stark vereinfacht dargestellt ist.

10

Das Steckverbindergehäuse 44 kann ein federgelagertes Rastmittel 81 aufweisen, um das Innenleiterkontaktelelement 8 zu fixieren. Um die Montage des Kabels 1b in dem Steckverbinder 12 zu vereinfachen, kann eine Vorspanneinrichtung 82 vorgesehen sein, um das Rastmittel 81 innerhalb des Steckverbindergehäuses 44 orthogonal zu der Vorschubrichtung bzw. zu der Zustellrichtung X zunächst mechanisch vorzuspannen. Hierzu kann die Vorspanneinrichtung 82 beispielsweise einen ausfahrbaren Teleskopstößel 83 aufweisen, der das Rastmittel 81 aus dem Verschiebeweg des Innenleiterkontaktelelements 8 entgegen einer Federkraft vorspannt. Um den Verschiebeweg nachfolgend für das Innenleiterkontaktelelement 8 wieder freizugeben kann die Vorspanneinrichtung 82 bei Berührung mit dem Innenleiterkontaktelelement 8 oder bei einer anstehenden Berührung mit dem Innenleiterkontaktelelement 8 aus dem Verschiebeweg entfernt werden. Beispielhaft ist ein Tasterelement 84 dargestellt, das von dem Innenleiterkontaktelelement 8 berührt werden kann und dadurch das Einfahren, beispielsweise auch ein mechanisches Einschnappen, des Teleskopstößels 83 auslöst (vgl. Figuren 39 und 40). Anschließend kann das Kabelende 3, 4 des Kabels 1b weiter in das Steckverbindergehäuse 44 eingepresst werden, bis das Innenleiterkontaktelelement 8 seine Sollposition P_S in dem Steckverbindergehäuse 44 erreicht hat (vgl. Figur 41).

15

20

25

Die Figuren 42 bis 44 zeigen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Einpressmoduls 69. Figur 42 zeigt den Zustand während des Einlegens eines ersten Kabels 1b in das Einpressmodul 69. In Figur 43 ist ein Zustand des Einpressmoduls 69 gezeigt, bei dem das Kabel 1b mittels der Ausrichtungshilfe 76 in der Ausgangsposition P_A lagerichtig ausgerichtet wurde. In Figur 44 wurde das Kabel 1b von einer einzelnen Klemmbacke der Halteeinrichtung 77 fixiert, indem das Kabel 1b von der Klemmbacke gegen eine Auflage gepresst wird. Das Steckverbindergehäuse 44 wird in Figur 44 außerdem von einer Fixiereinrichtung 78 mit einer einzelnen Pressbacke in der Art eines ein Negativ des Steckverbindergehäuses 44 aufweisenden Tellers für das nachfolgende Einpressen fixiert.

30

35

Figur 45 zeigt den beispielhaften, schematisiert dargestellten Steckverbinder 12 während seiner Endmontage (vgl. auch Figur 76). Im Rahmen der Endmontage nach dem Einpressen der Kabel 1b kann vorgesehen sein, die weiteren Steckverbinderkomponenten 45, 46, 47 zu montieren. Hierzu kann zunächst die Leitungsdichtung 45 in den jeweiligen Steckplatz 75 des Steckverbindergehäuses 44 eingeschoben und von der Kabelfesthaltung 46 fixiert werden. Anschließend kann die Haltekappe 47 von außen auf den Steckplatz 75 aufgebracht und fixiert werden.

Die Figuren 46 bis 52 zeigen eine vorteilhafte Zustelleinrichtung 54 für die Montage des elektrischen Steckverbinders 12 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform während verschiedenen Verfahrensschritten.

5 Die Zustelleinrichtung 54 weist ein erstes Transportmodul 85 auf, um einen zu bearbeitenden Kabelabschnitt, insbesondere ein Kabelende 3, 4 wenigstens eines elektrischen Kabels 1a, 1b entlang einer Zustellrichtung X (vgl. Figur 46) in ein Bearbeitungsmodul zur Bearbeitung des Kabels 1a, 1b im Rahmen der Steckverbindermontage zuzustellen oder entgegen der Zustellrichtung X aus dem Bearbeitungsmodul hinauszubewegen. Beispielhaft ist als Bearbeitungsmodul das zuvor bereits beschriebene Einzelbestückungsmodul 59 als Black Box dargestellt; grundsätzlich kann die Zustelleinrichtung 54 aber zur Zustellung des Kabelendes 3, 4 in ein beliebiges Bearbeitungsmodul verwendet werden. Die Zustelleinrichtung 54 kann hierfür auch mehrfach vorhanden sein.

15 Die Zustelleinrichtung 54 weist ferner eine – vorzugsweise von dem ersten Transportmodul 85 unabhängiges, zweites Transportmodul 86 auf, das an einer in Zustellrichtung X von dem ersten Transportmodul 85 beabstandeten Position angeordnet ist. Auch das zweite Transportmodul 86 vermag das Kabelende 3, 4 entlang oder entgegen der Zustellrichtung X zu transportieren.

20 Das erste Transportmodul 95 weist an das Kabel 1a, 1b zustellbare Transporteinheiten 87 auf die derart umpositionierbar sind, dass auf dem Kabelende 3, 4 aufgebrachten Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 durch das erste Transportmodul 85 passieren können, während das zweite Transportmodul 86 den Transport des Kabels 1a, 1b durchführt. Das Prinzip wird im Folgenden noch verdeutlicht.

25 Figur 46 zeigt die Zustelleinrichtung 54 während des Einlegens des elektrischen Kabels 1a, 1b. Das Kabel 1a, 1b kann in das zweite Transportmodul 86 eingelegt (oder auf sonstige Weise eingeführt) werden, dessen Klemmkörper 88 hierfür zunächst geöffnet bzw. von der Mittelachse M des Kabels 1a, 1b ausreichend beabstandet sind.

30 Das Kabel 1a, 1b kann optional auf eine in Zustellrichtung X vor dem zweiten Transportmodul angeordnete erste Führungseinrichtung 89 zur Führung des Kabels 1a, 1b aufgelegt werden.

Nachdem das Kabel 1a, 1b in das zweite Transportmodul 86 eingelegt wurde kann vorgesehen sein, dass das zweite Transportmodul 86 seine Klemmkörper 88 in Richtung auf die Mittelachse M des Kabels 1a, 1b zustellt (vgl. Pfeile in Figur 46). Im Ausführungsbeispiel sind die Klemmkörper beispielhaft als 35 Rollenkörper 88 ausgebildet, die das Kabel 1a, 1b tangential zwischeneinander zu führen vermögen.

Aus sicherheitstechnischen Gründen kann zunächst vorgesehen sein, dass das zweite Transportmodul 86 das Kabel 1a, 1b mittels der Klemmkörper bzw. Rollenkörper 88 lediglich mit einer für den Benutzer ungefährlichen Kraft fixiert, beispielsweise unter Verwendung einer oder mehrerer Federn. Erst wenn

der Benutzer seine Hand oder ein Werkzeug aus einem definierten Gefahrenbereich entfernt hat, kann vorgesehen sein, dass das zweite Transportmodul 86 die Kraft der Klemmkörper bzw. Rollenkörper 88 auf das Kabel 1a, 1b erhöht, beispielsweise unter Verwendung einer pneumatischen oder hydraulischen Einheit.

5

In Figur 47 ist dargestellt, wie das zweite Transportmodul 86 das Kabel 1a, 1b in Richtung auf das erste Transportmodul 85 transportiert. Das zweite Transportmodul 86 weist hierfür einen Linearantrieb auf, um das Kabel 1a, 1b entlang oder entgegen der Zustellrichtung X zu transportieren. Hierfür ist eine Führungsschiene 90 vorgesehen, entlang der das zweite Transportmodul 86 die Klemmkörper bzw. Rollenkörper 88 mit dem darin gehaltenen Kabel 1a, 1b linear in einem vorgegebenen Bereich in oder entgegen der Zustellrichtung X zu verfahren vermag. Die Rollenkörper 88 sind für die Zustellung des Kabels 1a, 1b durch das zweite Transportmodul 86 von einer Bremseinheit blockiert. Die Bremseinheit ist in den Figuren lediglich schematisch in der Art von seitlichen Bremsbacken gezeigt. Die Bremseinheit kann grundsätzlich aber beliebig realisiert sein und insbesondere auch unmittelbar an der Achse der Rollenkörper 88 angreifen.

15

Figur 48 zeigt die Übergabe des Kabels 1a, 1b an das erste Transportmodul 45 zum Weitertransport des Kabels 1a, 1b durch das erste Transportmodul 45. Das zweite Transportmodul 46 hat hierfür seinen Endanschlag erreicht (dies ist allerdings nicht zwingend der Fall). Das erste Transportmodul 45 weist in Richtung auf die Mittelachse M des Kabels 1a, 1b zustellbare Transporteinheiten 87 auf, die im Ausführungsbeispiel als Transportrollen 87 ausgebildet sind, die das Kabel 1a, 1b tangential zwischeneinander zu führen vermögen. Im Verfahrensschritt der Figur 48 werden die Transporteinheiten bzw. die Transportrollen 87 in Richtung auf die Mittelachse M des Kabels 1a, 1b zugestellt bzw. geschlossen (vgl. Pfeile in Figur 48).

25

In Figur 49 ist dargestellt, wie das erste Transportmodul 45 das Kabel 1a, 1b in das Einzelbestückungsmodul 59 durch das Antreiben der Transportrollen 87 zustellt. Um dem ersten Transportmodul 85 die Zustellung des Kabels 1a, 1b zu ermöglichen ist vorgesehen, dass die Rollenkörper 88 des zweiten Transportmoduls 86 von der Bremseinheit von dem vorher blockierten Zustand frei drehbar freigegeben werden. Die Rollenkörper 88 des zweiten Transportmoduls 86 vermögen sich somit an dem Kabelmantel 5 des Kabels 1a, 1b frei abzurollen, während das erste Transportmodul 85 das Kabel 1a, 1b in das Einzelbestückungsmodul 59 zustellt. Nach diesem Prinzip kann wahlweise der Transport des Kabels 1a, 1b von dem ersten Transportmodul 85 oder von dem zweiten Transportmodul 86 übernommen werden. Das zweite Transportmodul 86 steht vorzugsweise in Zustellrichtung X still, während das erste Transportmodul 86 das Kabel 1a, 1b in das Einzelbestückungsmodul 59 zustellt.

35

Wie bereits erwähnt kann das Bearbeitungsmodul als beliebiges Bearbeitungsmodul im Rahmen einer Kabelkonfektionierung bzw. Steckverbindermontage ausgebildet sein. Vorzugsweise ist das Bearbeitungsmodul allerdings als Bestückungsmodul ausgebildet, insbesondere als Einzelbestückungsmodul 59,

um das Kabelende 3, 4 ausgehend von einem vorderen, freien Ende für die Steckverbindermontage mit zumindest einer Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47 zu bestücken. Beispielfhaft ist das Einzelbestückungsmodul 59 in den Figuren 46 bis 52 als Einzelbestückungsmodul 59 vorgesehen, um das Kabel 1a, 1b mit einer Leitungsdichtung 45 zu bestücken.

5

Um das Kabel 1a, 1b vorteilhaft abzustützen kann optional eine zweite Führungseinrichtung 91 zwischen dem ersten Transportmodul 85 und dem zweiten Transportmodul 86 vorgesehen sein.

10 Dadurch, dass das erste Transportmodul 85 in Zustellrichtung X näher an dem Bearbeitungsmodul bzw. an dem Einzelbestückungsmodul 59 angeordnet ist als das zweite Transportmodul 86, vorzugsweise unmittelbar an das Bearbeitungsmodul bzw. an das Einzelbestückungsmodul 59 angrenzend, kann das erste Transportmodul 85 eine vergleichsweise hohe Kraft und Präzision beim Einführen des Kabels 1a, 1b aufbringen. Ferner wird ein Abknicken oder Verbiegen des Kabels 1a, 1b während des Einführens in die Leitungsdichtung 45 (oder die sonstige Steckverbinderkomponente 26, 44, 46, 47) vermieden.

15

Nach der Bearbeitung, beispielsweise Bestückung des Kabelendes 3, 4 wird das Kabel 1a, 1b vorzugsweise wieder aus dem Bearbeitungsmodul bzw. aus dem Einzelbestückungsmodul 59 entnommen. Hierzu kann das erste Transportmodul 85 das Kabel 1a, 1b entgegen der Zustellrichtung X aus dem Einzelbestückungsmodul 59 hinausbewegen, wie in Figur 50 dargestellt. Hierbei kann es allerdings zu einer Kollision der Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 (oder sonstigen Komponenten) mit den Transportrollen 87 kommen, was es zu vermeiden gilt.

25 Wie in Figur 51 dargestellt kann vorgesehen sein, dass die Transporteinheiten 87 des ersten Transportmoduls 85 geöffnet werden, um auf dem zu Kabelmantel 5 des Kabels 1a, 1b aufgebrachte Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 (beispielsweise die dargestellte Leitungsdichtung 45) durch das erste Transportmodul 85 passieren zu lassen, während das zweite Transportmodul 86 den weiteren Transport des Kabels 1a, 1b durchführt. Die Klemmkörper 88 des zweiten Transportmoduls 86 können hierfür wieder mittels der Bremseinheit blockiert werden. Auf diese Weise kann das bestückte Kabel 1a, 1b durch das erste Transportmodul 85 hindurchbewegt werden, beispielsweise bis zum Erreichen der in Figur 52 dargestellten Endposition, in der die Klemmkörper 88 des zweiten Transportmoduls 86 optional wieder geöffnet werden können.

35 Optional kann eine Prüfeinrichtung 73 vorgesehen und eingerichtet sein, um während der Zustellung des Kabelendes 3, 4 in das Bearbeitungsmodul bzw. in das Einzelbestückungsmodul 59 oder während des Hinausbewegens des Kabelendes 3, 4 aus dem Einzelbestückungsmodul 59 eine korrekte Bearbeitung des Kabels 1a, 1b zu überprüfen oder um das Kabel 1a, 1b grundsätzlich auf Fehler in der Bearbeitung oder auf Materialfehler hin zu überprüfen. Beispielfhaft sind zwei Kameras 73 gezeigt.

Die Figuren 53 bis 55 zeigen beispielhaft verschiedene Rollenkörper 88, die in dem zweiten Transportmodul 86 vorteilhaft verwendet werden können. Das Kabel 1a, 1b ist in den Figuren 53 bis 55 lediglich vereinfacht gezeigt.

- 5 Wie in den Figuren dargestellt können die Rollenkörper 88 entlang des Umfangs Einkerbungen 92 oder sogar ein Negativ des Kabelmantels 5 enthalten, um die Führung des Kabels 1a, 1b zu verbessern.

Die Zustelleinrichtung 54 eignet sich auch zur Montage eines mehrere elektrische Kabel 1a, 1b aufweisenden elektrischen Steckverbinders 12. In diesem Fall kann es erforderlich sein, dass die Transportmodule 85, 86 mehrere Kabel 1a, 1b, beispielsweise zwei Kabel 1a, 1b, zustellen.

Die Figuren 54 und 55 zeigen beispielhaft anhand des zweiten Transportmoduls 86 mögliche Ausgestaltungen der Rollenkörper 88 wenn mehr als ein Kabel 1a, 1b transportiert werden soll.

- 15 In Figur 54 weisen die beiden Rollenkörper 88 eine der Anzahl Kabel 1a, 1b entsprechende Anzahl Einkerbungen 92 auf, die entlang der Mittelachse der Rollenkörper 88 axial versetzt sind um einen definierten Abstand zwischen den beiden Kabeln 1a, 1b vorzugeben.

In Figur 55 werden hingegen zwei Rollenkörper 88 pro Kabel 1a, 1b verwendet. Eine geeignete Aktuatorik vorausgesetzt ist es damit beispielsweise auch möglich die Kabel 1a, 1b unabhängig voneinander zu transportieren.

Figur 56 zeigt ein Dokumentationsmodul 93 für die erfindungsgemäße Steckverbindermontage.

- 25 Im Rahmen der Steckverbindermontage können in vorteilhafter Weise verschiedene Informationen in eine Dokumentation 96 der Bearbeitung des Kabels 1a, 1b aufgenommen werden. Beispielsweise können Informationen einer Prüfung auf Beschädigungsfreiheit einer Kabelkomponente des Kabels 1a, 1b (beispielsweise des Kabelmantels 5, des Kabelschirmgeflechts 6 oder der Isolation 2.2) berücksichtigt werden. Es kann ferner eine Prüfung auf Beschädigungsfreiheit einer Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 30 46, 47, 56 des auf dem Kabel 1a, 1b zu montierenden Steckverbinders 12 erfolgen, wobei die Ergebnisse der Prüfung schließlich in die Dokumentation 96 aufgenommen werden. Es kann auch eine Prüfung einer radialen Ausrichtung von Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47, 56 erfolgen deren Ergebnisse wiederum in die Dokumentation 96 aufgenommen werden. Insbesondere kann auch das Ergebnis einer Prüfung auf das Vorhandensein bestimmter Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47, 56 35 nach dem Bestücken des Kabelmantels 5, beispielsweise der Leitungsdichtung 45, im Rahmen der Dokumentation 96 von Vorteil sein.

Grundsätzlich können beliebige Prozessparameter der Bearbeitungsprozesse in die Dokumentation 96 aufgenommen werden.

Im Rahmen der Transporteinrichtung 72 kann ein Werkstückträgersystem 94 vorgesehen sein, das einen Werkstückträger 11 aufweist, auf dem das elektrische Kabel 1a, 1b befestigt ist. Das elektrische Kabel 1a, 1b kann dem Werkstückträger 11 somit während dessen Bearbeitung im Rahmen der gesamten Steckverbindermontage oder während eines Abschnitts der Steckverbindermontage zugeordnet sein.

Der Werkstückträger 11 weist Klemmeinheiten 95 auf, um das erste Kabelende 3 und/oder das zweite Kabelende 4 des Kabels 1a, 1b, im Ausführungsbeispiel beide Kabelenden 3, 4, zu fixieren. Im Ausführungsbeispiel ist das Kabel 1a, 1b derart in den Werkstückträger 11 eingespannt, dass sich ein U-förmiger Verlauf zwischen den beiden Kabelenden 3, 4 ausbildet. Grundsätzlich kann auch ein hiervon abweichender Verlauf vorgesehen sein, beispielsweise eine schneckenförmige Aufwicklung bei einem vergleichsweise langen Kabel 1a, 1b. Es kann auch vorgesehen sein, lediglich eines der beiden Kabelenden 3, 4 in den Werkstückträger 11 aufzunehmen (vgl. beispielsweise Figur 71). Auf die tatsächliche Ausgestaltung des Werkstückträgers 11 und auf die Art der Befestigung des Kabels 1a, 1b auf dem Werkstückträger 11 kommt es im Rahmen der Erfindung nicht an.

Um das Kabel 1a, 1b zu dessen Bearbeitung zu transportieren, ist der Werkstückträger 11 beispielhaft auf einer Transporteinrichtung 72 in der Art eines Förderbands montiert. Grundsätzlich kann das Kabel 1a, 1b aber auf beliebige Weise transportiert werden, worauf nachfolgend noch eingegangen wird.

Wie bereits im Zusammenhang mit Figur 6 erwähnt kann vorgesehen sein, dass das Kabel 1a, 1b und/oder der Werkstückträger 11 einen Informationsträger zur Identifizierung aufweist. Alternativ oder zusätzlich zu einem Informationsträger auf dem Kabel 1a, 1b oder auf dem Werkstückträger 11 kann auch vorgesehen sein, dass das Kabel 1a, 1b mittels wenigstens einer auf dem Kabelmantel 5 befestigten Mantelklemme 48a, 48b, 48c, 48d identifizierbar gemacht wird. Eine beispielhafte Mantelklemme 48a ist in Figur 56 an beiden Kabelenden 3, 4 des Kabels 1a, 1b befestigt. Die Mantelklemme 48a kann ebenfalls mit einem beliebigen Informationsträger versehen sein. Beispielhaft sind eine optische Markierung 21 (Strichcode) an der Mantelklemme 48a des ersten Kabelendes 3 und ein Transponder 23 (RFID) an der Mantelklemme 48a des zweiten Kabelendes 4 dargestellt. Grundsätzlich können verschiedene Arten von Mantelklemmen 48a, 48b, 48c, 48d vorgesehen sein, wie bereits ausgeführt.

Im Rahmen des Dokumentationsmoduls 93 kann vorgesehen sein, dass eine Dokumentation 96 der Steckverbindermontage bzw. der Bearbeitung des Kabels 1a, 1b für zumindest einen Bearbeitungsvorgang erstellt und dem Kabel 1a, 1b zugeordnet wird.

Hierzu kann beispielsweise ein eindeutiger Identifikator für das Kabel 1a, 1b in den Informationsträger eingeprägt werden und/oder ein auf dem Informationsträger bereits eingeprägter, eindeutiger Identifikator dem Kabel 1a, 1b temporär für dessen Konfektionierung zugeordnet werden.

Der Identifikator kann beispielsweise ein binärer, dezimaler oder hexadezimaler Zahlenwert oder eine Ziffernfolge sein. Der Identifikator kann beispielsweise in dem Strichcode oder einem sonstigen Code codiert bzw. eingeprägt sein. Der Identifikator kann auch in einem elektronischen Bauteil, beispielsweise einem Speicherbaustein, zum Beispiel in dem RFID-Transponder 23, eingeprägt bzw. gespeichert sein.

5

Beispielsweise kann auch vorgesehen sein, dass verschiedene Werkstückträger 11 bereits einen jeweiligen Informationsträger mit einem jeweils eindeutigen Identifikator aufweisen. Durch die Zuordnung des Kabels 1a, 1b an den Werkstückträger 11 während der Konfektionierung oder zumindest während eines Teilprozesses der Konfektionierung kann schließlich die Zuordnung der Dokumentation 96 erfolgen. Es kann beispielsweise aber auch vorgesehen sein, dass der Informationsträger für den zu dokumentierenden Konfektionierungsvorgang gezielt mit einem Identifikator zur Identifizierung des Kabels 1a, 1b versehen wird.

10

Es kann vorgesehen sein, dass die Dokumentation 96 zumindest teilweise in den Informationsträger eingeprägt wird. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn es sich bei dem Informationsträger um einen elektronischen Informationsträger 23 handelt, auf dem ein ausreichender Speicherplatz zur Verfügung steht (in Figur 56 angedeutet). Es kann aber beispielsweise auch eine fortlaufende Ziffernfolge oder ein ähnlicher Code vorgesehen sein, um die Dokumentation 96 im Rahmen der Steckverbindermontage fortlaufend festzuhalten, beispielsweise in optischer Form auf dem Kabel 1a, 1b.

20

Beispielsweise kann ein Lese/Schreibgerät 22 und/oder einen Scanner zum Auslesen eines Strichcodes (oder eines sonstigen Codes) und/oder einen Laser 20 oder einen Drucker vorgesehen sein, um die Dokumentation 96 zu erweitern oder für die Kabelbearbeitung auszuwerten.

25

Vorzugsweise kann allerdings eine globale Datenbank 97 verwendet werden, in der im Rahmen der Konfektionierungs-Fertigungsstraße erstellte Dokumentationen 96 einzelnen Kabeln 1a, 1b zugeordnet werden können, vorzugsweise anhand des jeweiligen eindeutigen Identifikators. Die Adressierung in der Datenbank 97 kann somit in Abhängigkeit von dem Identifikator des jeweiligen Kabels 1a, 1b erfolgen.

30

Das Dokumentationsmodul 93 kann eine Steuereinheit 10 aufweisen, um das beschriebene Dokumentationsverfahren durchzuführen. Es kann aber beispielsweise auch eine globale Steuereinrichtung 96 (vgl. Figur 71) oder eine sonstige Steuereinheit 10 zur Verwaltung der Dokumentation vorgesehen sein. Die Steuereinheit 10 kann beispielsweise mit den Einrichtungen zum Einprägen und/oder Auslesen und/oder Modifizieren des Informationsträgers kommunikationsverbunden sein (bezüglich des Lese/Schreibgeräts 22 angedeutet) und ferner mit der Datenbank 97 kommunikationsverbunden sein.

35

In die Dokumentation 96 können beispielsweise Informationen bezüglich eines erfolgreichen Bearbeitungsprozesses, eines fehlerhaften Bearbeitungsprozesses, eines fehlgeschlagenen Bearbeitungsprozesses und/oder wenigstens eines Prozessparameters des Bearbeitungsprozesses aufgenommen wer-

den. Die Dokumentation 96 kann im Rahmen eines Qualitätsmanagements verwendet werden. Im Rahmen des Qualitätsmanagements kann beispielsweise vorgesehen sein, das Kabel 1a, 1b in Abhängigkeit der in der Dokumentation 96 enthaltenen Informationen zu sortieren oder für eine Nachbearbeitung freizugeben. Insbesondere ein Entfernen eines fehlerhaft bearbeiteten Kabels 1a, 1b im Rahmen der Kabelkonfektionierung kann im Rahmen des Qualitätsmanagements vorgesehen sein.

Die Informationen für die Dokumentation 96 können von der Steuereinheit 10 beispielsweise unter Verwendung einer Kommunikationsschnittstelle erfasst werden.

10 In den Figuren 57 bis 59 sind beispielhaft drei aufeinanderfolgende Montageschritte im Rahmen eines Montagemoduls 29 für eine erfindungsgemäße Steckverbindermontage dargestellt. Das Prinzip ist beispielhaft zusammen mit einem zweiadrigen, geschirmten elektrischen Kabel 1a dargestellt. Grundsätzlich eignet sich das Montagemodul 29 allerdings zur Verwendung mit beliebigen Kabeln 1a, 1b, insbesondere mit einer beliebigen Anzahl an Innenleitern 2. Die Darstellungen, insbesondere die Dimensionen und geometrischen Gestaltungen sind ebenfalls lediglich beispielhaft zu verstehen.

Das elektrische Kabel 1a, das ausgehend von Figur 57 beispielhaft bearbeitet wird, ist bereits teilweise vorkonfektioniert. Im Rahmen der vorhergehenden Bearbeitung wurden die Innenleiter 2 an ihren Enden freigelegt. An den jeweiligen Innenleitern 2 wurden anschließend die Innenleiterkontaktelemente 8 befestigt, insbesondere vercrimpt. Ferner wurde das Kabelschirmgeflecht 6 nach hinten über den Kabelmantel 5, vorzugsweise über die Stützhülse 15, umgeschlagen und mit dem Gewebband 9 fixiert. Außerdem wurden bereits weitere Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 des Steckverbinders 12 (im Ausführungsbeispiel ist beispielhaft nur die Schirmhülse 26 dargestellt) auf das elektrische Kabel 1a aufgeschoben, um diese in nachfolgenden Schritten ausgehend von der Kabelseite montieren zu können.

25 In dem in Figur 57 dargestellten Verfahrensschritt werden die Innenleiterkontaktelemente 8 zunächst in einer jeweiligen Aufnahme 99 des Kontaktteilträgers 13 montiert. Der Kontaktteilträger 13 ist zur besseren Verdeutlichung in den Figuren 57 bis 59 geschnitten dargestellt.

30 Vor dem Einschieben der Innenleiterkontaktelemente 8 in die jeweiligen Aufnahmen 99 kann der Abstand der Innenleiterkontaktelemente 8 bzw. der Innenleiter 2 des elektrischen Kabels 1a zueinander an den Abstand der Aufnahmen 99 des Kontaktteilträgers 13 angepasst werden (sog. Pitchänderung). Zur Montage des Kontaktteilträgers 13 kann das nachfolgend noch näher beschriebene Montagemodul 29 optional eine Montageeinrichtung 100 aufweisen. Beispielhaft sind zwei auf jeweiligen Schienen 101 geführte, an den Kontaktteilträger 13 zustellbare Klemmbanken 102 dargestellt, um den Kontaktteilträger 13 entlang der Mittelachse M des elektrischen Kabels 1a über die Innenleiterkontaktelemente 8 zu schieben. Alternativ oder zusätzlich kann auch das elektrische Kabel 1a bewegt werden. Anstelle der Montageeinrichtung 100 kann auch die bereits erwähnte Zustelleinrichtung 54 zur Montage der Innenleiterkontaktelemente 8 in den Kontaktteilträger 13 verwendet werden.

Für eine vorteilhafte Montage des Kontaktteilträgers 13 auf den Innenleiterkontaktelemente 8 können beispielsweise auch Zentrierstifte vorgesehen sein, die durch eine vordere, einem späteren Gegensteckverbinder zugewandte Öffnung des Kontaktteilträgers 13 bzw. durch die Aufnahmen 99 hindurchgeführt werden und als Einfädelhilfe für die in der Regel hohlzylinderförmigen Innenleiterkontaktelemente 8 dienen (im Ausführungsbeispiel nicht dargestellt).

Figur 58 zeigt einen Verfahrensschritt im Rahmen der Steckverbindermontage, wonach eine axiale Istposition P_{IST} wenigstens eines auf einem Innenleiter 2 des elektrischen Kabels 1a befestigten Innenleiterkontaktelements 8 innerhalb des Kontaktteilträgers 13 relativ zu einer vorgesehenen axialen Endposition P_{END} von einem Sensormodul 103 überprüft wird. Das Sensormodul 103 kann Teil des Montagemoduls 29 sein. Das Sensormodul 103 kann allerdings auch von dem Montagemodul 29 unabhängig sein. Die Innenleiterkontaktelemente 8 sind zu dem in Figur 58 gezeigten Montagezeitpunkt bereits in den Kontaktteilträger 13 eingeführt. Beispielhaft ist das in Figur 58 oben dargestellte Innenleiterkontaktelemente 8 in seiner Endposition P_{END} dargestellt und das in Figur 58 unten dargestellte Innenleiterkontaktelement 8 noch nicht ausreichend in die Aufnahme 99 des Kontaktteilträgers 13 eingeschoben.

Im Ausführungsbeispiel entspricht die axiale Endposition P_{END} der Position des vorderen, freien Endes des Innenleiterkontaktelements 8, wenn das Innenleiterkontaktelement 8 mit einer Primärverrastung 104 vollständig verrastet ist.

Im Falle des sich in seiner axialen Endposition P_{END} befindenden Innenleiterkontaktelements 8 ist die rein beispielhaft angedeutete Primärverrastung 104 des Kontaktteilträgers 13 mit einer komplementären Nut des Innenleiterkontaktelements 8 verrastet. Grundsätzlich kann eine beliebige Rastverbindung zwischen der Primärverrastung 104 und den Innenleiterkontaktelementen 8 vorgesehen sein.

Das Sensormodul 103 ist eingerichtet um die axiale Istposition P_{IST} des wenigstens einen Innenleiterkontaktelements 8 innerhalb des Kontaktteilträgers 13 relativ zu der vorgesehenen axialen Endposition P_{END} zu erfassen. Beispielhaft sind in Figur 58 verschiedene Sensoren des Sensormoduls 103 kombiniert dargestellt.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das Sensormodul 103 eingerichtet ist, um die Position eines vorderen, freien Endes des wenigstens einen Innenleiterkontaktelements 8 innerhalb des Kontaktteilträgers 13 zu erfassen.

Das Sensormodul 103 kann beispielsweise einen taktilen Sensor aufweisen, vorzugsweise einen Messtaster 105 oder einen Kraftaufnehmer, der durch die vordere Öffnung bzw. eine Aufnahme 99 des Kontaktteilträgers 13 einführbar ist. Beispielhaft ist ein Messtaster 105 dargestellt, um die Istposition P_{IST} einer vorderen Stirnfläche des oberen Innenleiterkontaktelements 8 zu erfassen. Anstelle des

Messtaster 105 kann in ähnlicher Weise aber auch ein Kraftaufnehmer vorgesehen sein, um die Istposition P_{IST} durch eine Druck- oder Zugprüfung zu überprüfen, insbesondere um festzustellen, ob das wenigstens eine Innenleiterkontaktelement 8 durch die Primärverrastung 104 verrastet ist. Auf diese Weise kann in der Regel zwar nicht die exakte relative Position des Innenleiterkontaktelements 8 erfasst, jedoch
5 festgestellt werden, ob die Istposition P_{IST} der vorgesehenen axialen Endposition P_{END} entspricht.

Für eine berührungslose Erfassung der Istposition P_{IST} des Innenleiterkontaktelements 8 innerhalb des Kontaktteileträgers 13 kann beispielsweise auch ein optischer Sensor vorgesehen sein. Beispielfhaft ist in
10 Figur 58 ein Lasersystem 106 zur Abstandsmessung dargestellt. Eine Kamera kann gegebenenfalls aber bereits ausreichend sein. Ferner kann für eine berührungslose Erfassung der Istposition P_{IST} beispielsweise auch ein induktiver Sensor oder kapazitiver Sensor vorgesehen sein, der die Istposition P_{IST} des Innenleiterkontaktelements 8 vorzugsweise durch den Kontaktteileträger 13 hindurch erfasst.

Insofern das Sensormodul 103 eine Übereinstimmung der Istposition P_{IST} mit der vorgesehenen Endposition P_{END} erfasst hat, kann vorgesehen sein, die Steckverbindermontage fortzusetzen. Alternativ kann eine
15 Nachbesserung oder ein Ausschluss des elektrischen Kabels 1a vorgesehen sein.

Nachdem eine Übereinstimmung zwischen Istposition P_{IST} und Endposition P_{END} festgestellt wurde, kann vorgesehen sein, dass eine Sekundärsicherung 107 zur Sicherung der Primärverrastung 104 betätigt
20 wird. Eine Sekundärsicherung 107 kann als Blockierelement ausgebildet sein, das sich in seinem Sicherungszustand im Verschiebeweg der Primärverrastung 104 befindet und ein Öffnen der Primärverrastung 104 formschlüssig verhindern kann. Eine beispielhafte Sekundärsicherung 107 bzw. ein beispielhaftes Blockierelement ist in Figur 59 dargestellt.

Zur Betätigung der Sekundärsicherung 107 kann das Montagemodul 29 optional ein Betätigungsmittel 108 aufweisen (vgl. Figur 60), das mit dem Sensormodul 103 über einen Signalpfad verbunden und
25 eingerichtet sein kann, um die Sekundärsicherung 107 zu betätigen, wenn das Betätigungsmittel 108 ein Betätigungssignal des Sensormoduls 103 empfängt. Das Betätigungsmittel 108 kann beispielsweise, wie in Figur 60 dargestellt, linear verstellbar sein, um das Betätigungsmittel 108 in den Kontaktteileträger 13 einzuschieben. Das Sensormodul 103 der Figur 60 ist beispielhaft ausgebildet, um die axiale Istposition
30 P_{IST} beider Innenleiterkontaktelemente 8 separat mittels zweier Messtaster 105 zu erfassen.

In Figur 61 ist ein Qualitätsüberwachungsmodul 109 zur Qualitätsüberwachung der erfindungsgemäßen Steckverbindermontage dargestellt. Unter Verwendung des dargestellten Qualitätsüberwachungsmoduls
35 109 kann der Zustand zumindest eines der beiden Kabelenden 3, 4 des Kabels 1a, 1b vor und/oder nach zumindest einem Bearbeitungsvorgang erfasst werden.

Dabei ist vorgesehen, dass die Sichtlinie S eines ersten optischen Sensors 110 auf das Kabelende 3, 4 ausgerichtet wird, wobei eine erste Beleuchtungseinheit 111 entlang der Sichtlinie S des ersten Sen-

sors 110 hinter dem Kabelende 3, 4 angeordnet wird, um für die optische Erfassung des Kabelendes 3, 4 Durchlicht bzw. Gegenlicht zu erzeugen.

5 Ferner ist die Sichtlinie S eines zweiten optischen Sensors 112 ebenfalls auf das Kabelende 3, 4 ausgerichtet, wobei eine zweite Beleuchtungseinheit 113 entlang der Sichtlinie S des zweiten Sensors 112 vor dem Kabelende 3, 4 angeordnet wird, um für die optische Erfassung des Kabelendes 3, 4 Auflicht zu erzeugen. Der erste Sensor 110 und der zweite Sensor 112 sind jeweils als Kamera mit einem jeweiligen Objektiv ausgebildet.

10 Zur Beleuchtung des Kabelendes 3, 4 weisen die Beleuchtungseinheiten 111, 113 jeweils Leuchtmittel auf (nicht näher dargestellt). Die Leuchtmittel können beispielsweise in einer Reihenanordnung und/oder in einer Spaltenanordnung angeordnet sein. Grundsätzlich kann auch lediglich ein einziges Leuchtmittel vorgesehen sein, um ausgehend von der jeweiligen Beleuchtungseinheit 111, 113 Licht auszusenden.

15 Um die Sicht des zweiten Sensors 112 auf das Kabelende 3, 4 nicht zu blockieren, weist die zweite Beleuchtungseinheit 113 eine zentrale Ausnehmung 114 auf.

Die erste Beleuchtungseinheit 111 und die zweite Beleuchtungseinheit 113 sind jeweils koaxial zu den Sichtlinien S der optischen Sensoren 110, 112 angeordnet. Grundsätzlich kann allerdings auch eine ver-
20 setzte Anordnung vorgesehen sein.

Der zweite Sensor 112 ist um einen definierten Winkel α zu dem ersten Sensor 110 versetzt angeordnet. Grundsätzlich kann der Winkel α beliebig sein. Vorzugsweise kann ein Versatz von 10° bis 170° , besonders bevorzugt von 45° bis 135° , weiter bevorzugt von 80° bis 100° und ganz besonders bevorzugt von
25 90° vorgesehen sein.

Vorzugsweise sind die Sichtlinien S der Sensoren 110, 112 orthogonal zu der Mittelachse M des Kabels 1a, 1b ausgerichtet. Es kann allerdings auch eine verkippte Ausrichtung vorgesehen sein.

30 Es kann vorgesehen sein, dass die erste Beleuchtungseinheit 111 Licht in einer ersten Lichtfarbe und/oder in einer ersten Lichtpolarisation aussendet, das überwiegend bis ausschließlich von dem ersten Sensor 110 wahrnehmbar ist und überwiegend nicht bis nicht von dem zweiten Sensor 112 wahrnehmbar ist. Entsprechend kann die zweite Beleuchtungseinheit 113 ausgebildet sein, Licht in einer zweiten Lichtfarbe und/oder in einer zweiten Lichtpolarisation auszusenden, das überwiegend bis ausschließlich
35 von dem zweiten Sensor 112 wahrnehmbar ist und überwiegend nicht bis nicht von dem ersten Sensor 110 wahrnehmbar ist.

Hierdurch kann gewährleistet sein, dass eine Messung mittels des ersten Sensors 110 eine Messung des zweiten Sensors 112 nicht negativ beeinflusst – und umgekehrt. Beispielsweise können entspre-

chende optische Filter 115 vorgesehen sein, um die Lichtfarbe und/oder Lichtpolarisation der dem jeweiligen anderen Sensor zugeordneten Beleuchtungseinheit 111, 113 herauszufiltern.

5 Es kann grundsätzlich auch eine zeitlich versetzte Messung der Sensoren 110, 112 durchgeführt werden, wobei die erste Beleuchtungseinheit 111 das Kabelende 3, 4 dann vorzugsweise nur in einem Zeitintervall beleuchtet, in dem der erste Sensor 110 die Messung durchführt und wobei die zweite Beleuchtungseinheit 113 das Kabelende 3, 4 vorzugsweise nur in einem Zeitintervall beleuchtet, in dem der zweite Sensor 112 die Messung durchführt.

10 Eine Steuereinheit 10 oder die Steuereinrichtung 98 kann die Messungen bzw. die Sensoren 110, 112 und die Beleuchtungseinheiten 111, 113 entsprechend ansteuern. Die in Figur 61 beispielhaft dargestellte Steuereinheit 10 kann grundsätzlich auch zur Auswertung des Zustands des Kabelendes 3, 4 auf Basis der mittels des Qualitätsüberwachungsmoduls 109 erfassten Daten verwendet werden.

15 Es kann ferner vorgesehen sein, die Sensoren 110, 112 radial um die Mittelachse M des Kabels 1a, 1b herum zu drehen und/oder das Kabel 1a, 1b um seine Mittelachse M zu drehen, während die Sensoren 110, 112 Einzelbilder und/oder Videoinformationen erfassen. Vorzugsweise können die Beleuchtungseinheiten 111, 113 synchron zu den ihnen zugeordneten Sensoren 110, 112 gedreht werden, beispielsweise wenn diese auf einem gemeinsamen Rahmen mit ihrem zugeordneten Sensor 110, 112 angeordnet sind und/oder wenn das elektrische Kabel 1a, 1b gedreht wird. Zur Durchführung der Drehbewegung kann eine Rotationseinrichtung 116 vorgesehen sein, die beispielhaft in Figur 61 als Blackbox angedeutet ist. Die Rotationseinrichtung 116 kann vorzugsweise einen Servomotor aufweisen oder als Servomotor ausgebildet sein.

25 Die nachfolgenden Figuren 62 bis 70 zeigen vorteilhafte Ausführungsformen eines Reinigungsmoduls 117 zur Reinigung des Kabels 1a, 1b, insbesondere des Kabelendes 3, 4 des Kabels 1a, 1b im Rahmen einer erfindungsgemäßen Steckverbindermontage. Grundsätzlich kann vorgesehen sein, dass nach wenigstens einem mechanischen Bearbeitungsvorgang des Kabelendes 3, 4 ein Reinigungsprozess durchlaufen wird, wonach an dem Kabelende 3, 4 anhaftende Partikel 118 entfernt werden.

30 Die Partikel 118 können auch von einer Abfall- und/oder Partikelüberwachung untersucht werden, um den Bearbeitungserfolg eines Bearbeitungsvorgangs indirekt durch einen Abgleich des im Rahmen des Bearbeitungsprozesses angefallenen Abfalls bzw. der angefallenen Partikel 118 mit einer zu erwartenden Abfall- bzw. Partikelmenge und/oder einer zu erwartenden Abfall- bzw. Partikelart feststellen zu können.

35 Beispielsweise kann ein Abblasen der Partikel im Rahmen des Reinigungsmoduls 117 vorgesehen sein, wie beispielsweise in den Figuren 62 bis 65 und 70 angedeutet.

In Figur 62 ist beispielhaft die Verwendung einer Ringdüse 119 zum Abblasen der Partikel 118 von dem elektrischen Kabel 1a, 1b dargestellt. Die Ringdüse 119 weist einen Kanal zur Zuführung von Druckluft und mehrere, beispielsweise vier, Einzeldüsen 120 zum Austreten der Druckluft auf. Grundsätzlich kann auch eine Ringdüse 119 mit nur einer, zwei, drei oder auch mehr als vier Einzeldüsen 120 vorgesehen
5 sein. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Ringdüse 119 einen radial teilweise oder vollständig umlaufenden Ringspalt zum Austritt der Druckluft aufweist.

Es kann vorgesehen sein, das elektrische Kabel 1a, 1b und/oder die Ringdüse 119 für die Bearbeitung bzw. für das Abblasen axial relativ zueinander zu bewegen und/oder zu drehen.

10 In Figur 63 ist die Verwendung einer Ringdüse 119 in einer Seitenansicht dargestellt, wobei die Ringdüse 119 mit einem Ionisator 121 erweitert wurde, um dem Kabelende 3, 4 ionisierte Luft zuzuführen. Hierdurch kann die elektrostatische Anziehung der Partikel 118 verringert und die Partikel 118 leichter abgeblasen werden. Der Ionisator 121 kann vor, hinter oder neben der Ringdüse 119 angeordnet sein.

15 Ergänzend ist in Figur 63 eine Absaugeinrichtung 122 dargestellt, wobei die Partikel 118 von der Ringdüse 119 zielgerichtet auf die Absaugeinrichtung 122 abgeblasen werden, um die abgeblasenen Partikel 118 aufzufangen. Alternativ oder zusätzlich kann im Rahmen des Abblasens auch vorgesehen sein, die Partikel 118 zielgerichtet auf einen Auffangbehälter und/oder eine Filtereinheit abzublasen.

20 Figur 64 zeigt die Verwendung eines Reinigungsmoduls 117 mit einer flachen Düse 123, um Partikel 118 noch zielgerichteter abblasen zu können. Dabei kann vorgesehen sein, die Düse 123 um das Kabel 1a, 1b herum zu drehen oder das Kabel 1a, 1b entlang seiner Mittelachse M zu drehen.

25 Um den Bearbeitungserfolg, insbesondere im Rahmen des Abblasens, noch zu verbessern, kann vorgesehen sein, dass der im Rahmen des Reinigungsprozesses erzeugte Luftstrom impulsgesteuert wird. Das Prinzip ist ebenfalls beispielhaft in Figur 64 dargestellt. Beispielsweise kann die Steuereinheit 10 des Reinigungsmoduls 117 ein Magnetventil 124 der Düse 123 über eine Signalverbindung entsprechend ansteuern, wie angedeutet. Durch den pulsierenden Luftstrom können sich die Partikel 118, beispielsweise aufgrund von Verwirbelungen, von dem elektrischen Kabel 1a, 1b leichter lösen.

30 Es kann auch vorgesehen sein, dass der Reinigungsprozess einen Druckluftstrahlprozess, insbesondere einen Trockeneisstrahlprozess oder einen CO₂-Strahlprozess umfasst. Hierzu kann beispielsweise eine Düse 123 in der Art von Figur 64 vorgesehen sein.

35 Figur 65 zeigt ein weiteres beispielhaftes Reinigungsmodul 117. Das in Figur 65 dargestellte Reinigungsmodul 117 zeigt eine Kombination aus einer Düse 123 zum Abblasen und einer Absaugeinrichtung 122 zum Absaugen der Partikel 118. Die Absaugeinrichtung 122 ist der Düse 123 gegenüberliegend angeordnet, wobei das Kabel 1a, 1b zwischen Düse 123 und Absaugeinrichtung 122 angeordnet ist. Un-

ter anderem auch bei dieser Variante kann vorgesehen sein, das elektrische Kabel 1a, 1b und/oder das Reinigungsmodul 117 zu drehen, um das elektrische Kabel 1a, 1b vollumfänglich von den Partikeln 118 zu befreien.

5 Figur 66 zeigt ein Reinigungsmodul 117, bei dem die Partikel 118 von dem elektrischen Kabel 1a, 1b abgebürstet werden. Das Reinigungsmodul 117 weist vier angetriebene Bürsten 125 auf, die entlang des Umfangs des elektrischen Kabels 1a, 1b verteilt sind. Grundsätzlich kann das Reinigungsmodul 117 aber auch nur eine Bürste 125, zwei Bürsten 125, drei Bürsten 125 oder aber auch mehr als vier Bürsten 125 aufweisen. Gegebenenfalls kann das Kabel 1a, 1b oder können die Bürsten 125 während der Bearbei-
10 tung radial um die Mittelachse M des Kabels 1a, 1b gedreht werden.

Eine weitere Variante zum Abbürsten ist in Figur 67 dargestellt. Figur 67 zeigt eine Spiralbürste 126, durch die das elektrische Kabel 1a, 1b zum Bürsten axial hindurchführbar ist. Die Spiralbürste 126 und/oder das Kabel 1a, 1b können optional auch gedreht werden.

15 Alternativ oder zusätzlich zu einem Abbürsten kann auch ein Abwischen der Partikel 118, beispielsweise mittels eines Tuchs, vorgesehen sein (in den Figuren nicht dargestellt). Ferner kann vorgesehen sein, die Partikel 118 abzuwaschen, insbesondere mit einer nicht korrosiven Flüssigkeit. Ferner kann vorgesehen sein, einen oder mehrere Magnete zum Entfernen von Partikeln 118 zu verwenden, auf die ein Magnet
20 eine magnetische Wirkung entfalten kann.

Figur 68 zeigt ein weiteres Reinigungsmodul 117, bei dem der Reinigungsprozess mittels eines Adhäsionsverfahrens durchgeführt wird, wonach die Partikel 118 mittels einer Folie 127 oder einem Klebestreifen entfernt werden. Hierzu kann eine entsprechende Folie 127 beispielsweise mittels einer oder mehrerer
25 Halbschalen 128 an das elektrische Kabel 1a, 1b zugestellt werden. Im Ausführungsbeispiel sind zwei Halbschalen 128 an das elektrische Kabel 1a, 1b radial zustellbar. In Figur 68 ist die obere Halbschale 128 an das elektrische Kabel 1a, 1b zugestellt und die untere Halbschale 128 noch nicht an das elektrische Kabel 1a, 1b zugestellt. Während der Zustellung kann sich die Folie 127 an das elektrische Kabel 1a, 1b anlegen. Im Anschluss an die Bearbeitung kann die Folie 127 ausgetauscht oder gereinigt
30 werden. Es kann von Vorteil sein, die Halbschalen 128 nacheinander zuzustellen oder derart zuzustellen, dass sich die Folien 127 in der Mitte nicht berühren, da diese sonst gegebenenfalls aneinander haften.

Figur 69 zeigt ein Reinigungsmodul 117, bei dem das Kabelende 3, 4 während des Reinigungsprozesses definierten Vibrationen ausgesetzt wird, um die Partikel 118 zu lockern. Hierfür ist ein Rüttler 129 vorge-
35 sehen, der mittels einer Greifeinrichtung an einem elektrischen Kabel 1a, 1b befestigt ist.

Wie eingangs bereits erwähnt, können die einzelnen Varianten nahezu beliebig miteinander kombiniert werden.

Figur 70 zeigt ein Beispiel eines Reinigungsmoduls 117, bei dem ein Abblasen mittels einer einzelnen Düse 123 und einer Absaugeinrichtung 122 vorteilhaft kombiniert wurden. Das elektrische Kabel 1a, 1b kann in eine entsprechende Aufnahme 130 des Reinigungsmoduls 117 axial eingeführt werden (und/oder das Reinigungsmodul 117 wird über das Kabel 1a, 1b geschoben). Die Partikel 118 können dabei durch die Düse 123 in Richtung der Absaugeinrichtung 122 abgeblasen werden. Anschließend kann das elektrische Kabel 1a, 1b wieder aus der Aufnahme 130 herausgeführt werden. Während der Bearbeitung kann das Kabel 1a, 1b und/oder das Reinigungsmodul 117 gedreht werden.

Das in Figur 70 dargestellte Reinigungsmodul 117 kann vorteilhaft mit weiteren der vorstehend genannten Varianten kombiniert bzw. ergänzt werden. Insbesondere können ebenfalls ein Rüttler 129 und/oder ein Ionisator 121 vorgesehen sein. Der Aufnahme 130 kann zum Beispiel auch eine oder mehrere Bürsten 125 vorgelagert sein.

Die Figuren 71 bis 73 zeigen einzelne Ausschnitte einer Vorrichtung 131 zur Montage eines elektrischen Steckverbinders 12 auf einem ersten Kabelende 3 und/oder auf einem zweiten Kabelende 4 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, wonach ein mehradriger Steckverbinder 12 auf einem mehradrigen Kabel 1a montiert wird. Die Figuren 74 bis 76 zeigen einzelne Ausschnitte einer entsprechenden Vorrichtung 131 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wonach ein einadriger Steckverbinder 12 auf einem einadrigen Kabel 1b montiert wird.

Die Vorrichtung 131 umfasst mehrere voneinander unabhängige Bearbeitungsmodulare zur Montage des elektrischen Steckverbinders 12, von denen einige vorstehend bereits beschrieben wurden. Grundsätzlich kann es sich bei den Bearbeitungsmodulen um beliebige Bearbeitungsmodulare zur Konfektionierung elektrischer Kabel 1a, 1b bzw. zur Steckverbindermontage handeln. Nachfolgend werden lediglich zwei besonders vorteilhafte Zusammenstellungen von Bearbeitungsmodulen vorgestellt. Die Anordnung der Bearbeitungsmodulare kann somit gegebenenfalls auch abweichen. Ferner können weitere Bearbeitungsmodulare hinzugefügt oder bestehende Bearbeitungsmodulare aufgetrennt oder zusammengefasst werden.

Vorzugsweise sind die Bearbeitungsmodulare modular aufgebaut und sind beispielsweise autonom betreibbar. Beispielsweise kann jedes der Bearbeitungsmodulare eine eigene Steuereinheit 10 aufweisen um die Bearbeitung des Kabels 1a, 1b autonom bzw. selbstständig zu steuern und/oder zu überwachen.

Vorzugsweise kann die Vorrichtung 131 eine Steuereinrichtung 96 aufweisen, die die gesamte Steckverbindermontage global zu steuern und/oder zu überwachen vermag. Die Steuereinrichtung 96 kann mit den einzelnen Steuereinheiten 10 kommunikationsverbunden sein (nur in Figur 71 beispielhaft angedeutet).

Vorzugsweise können die Bearbeitungsmodulare synchronisiert getaktet sein, um eine möglichst effiziente Fertigungsstraße für die Steckverbindermontage bereitzustellen.

Die Bearbeitungsmodule können nebeneinander entlang einer Transportrichtung T angeordnet sein. Eine Transporteinrichtung 72 zum Transport des Kabels 1a, 1b kann die Transportrichtung T vorgeben, entlang der die Kabel 1a, 1b zwischen den Bearbeitungsmodulen transportiert werden.

5

Die Transporteinrichtung 72 kann insbesondere ein Werkstückträgersystem 94 mit zumindest einem Werkstückträger 11 zum Transport des Kabels 1a, 1b aufweisen. Das Werkstückträgersystem 94 ist in den Figuren 71 bis 76 in der Art eines Förderbands ausgebildet.

10 Die Transporteinrichtung 72 kann auch eine Greifereinrichtung 132 (vgl. Figur 72) mit zumindest einem Greifer aufweisen, insbesondere um das Kabel 1a, 1b einzeln oder zusammen mit dem Werkstückträger 11 zwischen einzelnen Förderbändern des Werkstückträgersystems 94 zu transportieren.

15 Ferner kann die Transporteinrichtung 72 auch eine Rollenbahn 133 (vgl. Figur 71) aufweisen, beispielsweise um einen manuellen Weitertransport des Kabels 1a, 1b und/oder des Werkstückträgers 11 zu unterstützen. So kann beispielsweise auch ein Mitarbeiter der Produktion das Kabel 1a, 1b zumindest zwischen einzelnen der Bearbeitungsmodulen transportieren.

20 Hinsichtlich der Montage eines zweiadrigen Steckverbinders 12 hat sich eine Anordnung von Bearbeitungsmodulen gemäß der nachfolgenden Reihenfolge als besonders geeignet herausgestellt. Die nachfolgend genannten Bearbeitungsmodule können insbesondere Merkmale der zuvor beschriebenen Bearbeitungsmodule aufweisen.

25 Ein Ausrichtungsmodul 134 zur Ausrichtung des elektrischen Kabels 1a kann beispielsweise als erstes Bearbeitungsmodul innerhalb der Vorrichtung 131 vorgesehen sein. Das Ausrichtungsmodul 134 kann ausgebildet sein um für die Bearbeitung des mehradrigen Kabels 1a zunächst die Ist-Ausrichtung A_{IST} und die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} der Innenleiter 2 des ersten Kabelendes 3 zu bestimmen. Um die Ist-Ausrichtung A_{IST} anschließend an die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} anzupassen kann das Ausrichtungsmodul 134 eine Aktuatoreinrichtung 16 aufweisen.

30

Dem Ausrichtungsmodul 134 kann ein Dokumentationsmodul 93 nachgeordnet sein. Mittels des Dokumentationsmoduls 93 kann das Kabel 1a insbesondere für eine nachfolgende Dokumentierung der Steckverbindermontage markiert werden. Beispielhaft ist in Figur 71 eine optische Markierung 21 mittels eines Lasers 20 angedeutet.

35

Das Ausrichtungsmodul 134 und das Dokumentationsmodul 93 können eine erste Modulgruppe M1 von Bearbeitungsmodulen bilden (strichliniert gezeigt) und beispielsweise in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.

Dem Dokumentationsmodul 93 bzw. der ersten Modulgruppe M1 kann eines oder können mehrere Bestückungsmodule nachgeordnet sein, insbesondere zumindest ein vorstehend beschriebenes Mehrfachbestückungsmodul 50 und/oder ein vorstehend beschriebenes Einzelbestückungsmodul 59, um die später benötigten Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 in der erforderlichen Reihenfolge auf das Kabel 1a aufzuschieben. Beispielfhaft ist in Figur 71 nur ein einziges Bestückungsmodul dargestellt. Die Bestückungsmodule können zusammen eine zweite Modulgruppe M2 bilden (strichliniert gezeigt) und beispielsweise in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.

Dem oder den Bestückungsmodulen bzw. der zweiten Modulgruppe M2 kann ein Abisoliermodul 35 nachgeordnet sein um ein Teilstück 5a des Kabelmantels 5 des Kabels 1a abzuisolieren.

Dem Abisoliermodul 35 zum Abisolieren des Kabelmantels 5 kann optional ein Kabelfolienbearbeitungsmodul 135 nachgeordnet sein um eine unter dem Kabelmantel 5 befindliche Kabelfolie 136 des Kabels 1a zu entfernen.

Das Kabelfolienbearbeitungsmodul 135 kann wenigstens einen Heizdraht, wenigstens ein Messer, wenigstens ein Formwerkzeug, wenigstens eine Kältezufuhreinrichtung, wenigstens eine Abziehhilfe, wenigstens eine Absaugeinrichtung und/oder wenigstens eine Zufuhreinrichtung für chemische Stoffe aufweisen, um zumindest eine von der Kabelmittelachse M abgewandte Außenschicht der zuvor zumindest teilweise freigelegten Kabelfolie 136 zu behandeln, um die Kabelfolie 136 zu entfernen oder um zur Unterstützung der Entfernung der Kabelfolie 136 deren mechanische Belastbarkeit zumindest zu reduzieren. Das Kabelfolienbearbeitungsmodul 135 kann außerdem Mittel aufweisen, um den die Kabelfolie 136 aufweisenden Kabelabschnitt zu verdrehen und/oder zu verbiegen. Bevor die Kabelfolie 136 schließlich entfernt wird (beispielsweise zusammen mit dem Teilstück 5a des Kabelmantels 5 von dem Kabelende 3, 4 abgezogen wird) kann die Kabelfolie 136 in Axialrichtung entlang der Kabelmittelachse M optional gestaucht werden.

Dem Kabelfolienbearbeitungsmodul 135 kann ein Montagemodul 137 zum Montieren der Stützhülse 15 nachgeordnet sein. Das Montagemodul 137 oder ein weiteres, nachgeordnetes Bearbeitungsmodul können außerdem ausgebildet sein, um das Kabelschirmgeflecht 6 des Kabels 1a zu bearbeiten, insbesondere auf eine definierte Länge abzulängen und/oder gerade auszubürsten und/oder nach hinten über die Stützhülse 15 umzulegen.

Dem Montagemodul 137 zum Montieren der Stützhülse 15 kann ein Reinigungsmodul 117 nachgeordnet sein, um durch die vorhergehenden mechanischen Bearbeitungsvorgänge angefallene Partikel 118 von dem Kabelende 3, 4 zu entfernen.

Dem Reinigungsmodul 117 kann ein Gewebebandmontagemodul 138 nachgeordnet sein um das Gewebeband 9 zur Sicherung des Kabels 1a vor abstehenden Einzellitzen des Kabelschirmgeflechts 6 aufzukleben.

- 5 Dem Gewebebandmontagemodul 138 können weitere Abisoliermodule 35 nachgeordnet sein, insbesondere ein Abisoliermodul 35 zum Entfernen der Füllschicht 7 und ein Abisoliermodul 35 zum Entfernen eines Teilstücks 2.2a der Isolation 2.2 des Innenleiters 2.

10 Die Bearbeitungsmodule, ausgehend von dem Abisoliermodul 35 zum Abisolieren des Kabelmantels 5 bis zu dem Abisoliermodul 35 zum Abisolieren der Isolation 2.2 des Innenleiters 2, können eine dritte Modulgruppe M3 bilden (strichliniert gezeigt) und beispielsweise in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.

15 Dem Abisoliermodul 35 zum Entfernen des Teilstücks 2.2a der Isolation 2.2 des Innenleiters 2 bzw. der dritten Modulgruppe M3 nachgeordnet kann ein Montagemodul 139 zur Montage von Innenleiterkontaktelelementen 8 an den Innenleitern 2 des Kabels 1a vorgesehen sein. Insbesondere kann vorgesehen sein die Innenleiterkontaktelelemente 8 mit den Innenleitern 2 zu vercrimpen. Das Montagemodul 139 zur Montage der Innenleiterkontaktelelemente 8 kann Teil einer vierten Modulgruppe M4 sein.

20 Dem Montagemodul 139 zur Montage der Innenleiterkontaktelelemente 8 bzw. der vierten Modulgruppe M4 nachgeordnet kann abermals ein Reinigungsmodul 117 vorgesehen sein, gefolgt von einem Qualitätsüberwachungsmodul 109 zur Überprüfung (und gegebenenfalls auch zur Dokumentation) der Qualität der vorhergehenden Bearbeitungsschritte. Das Reinigungsmodul 117 und das Qualitätsüberwachungsmodul 109 können eine fünfte Modulgruppe M5 bilden (strichliniert gezeigt) und beispielsweise in einem
25 gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.

Dem Reinigungsmodul 117 und dem Qualitätsüberwachungsmodul 109 bzw. der fünften Modulgruppe M5 nachgeordnet kann ein Montagemodul 29 zur Montage des Kontaktteileträgers 13 vorgesehen sein. Zur Überprüfung der korrekten Montage des Kontaktteileträgers 13 kann ein Sensormodul 103 als Teil
30 des Montagemoduls 29 vorgesehen sein oder dem Montagemodul 29 nachgeordnet sein. Dem Montagemodul 29 und dem Sensormodul 103 kann außerdem ein Montagemodul 140 zum Verpressen bzw. zum Montieren der Schirmhülse 26 auf dem Kontaktteileträger 13 nachgeordnet sein. Abschließend kann ein Endmontagemodul 141 vorgesehen sein. Die in diesem Absatz genannten Bearbeitungsmodule bilden vorzugsweise eine gemeinsame vierte Modulgruppe M4 (strichliniert gezeigt) und können beispielsweise
35 in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.

Vorzugsweise transportiert das Werkstückträgersystem 94 der Transporteinrichtung 72 das Kabel 1a jeweils zumindest zwischen den Bearbeitungsmodulen einer gemeinsamen Modulgruppe M1, M2, M3, M4. Zwischen den Modulgruppen M1, M2, M3, M4 können vorzugsweise die Greifeinrichtung 132 oder ein

Mitarbeiter der Produktion unter Zuhilfenahme der Rollenbahn 133 den Weitertransport des Kabels 1a übernehmen. Dies ist allerdings nicht unbedingt erforderlich. Grundsätzlich kann das Kabel 1a auf beliebige Weise von der Transporteinrichtung 72 transportiert werden.

- 5 Eine vorteilhafte Variante der Vorrichtung 131 zur Montage eines einadrigen elektrischen Steckverbinder 12, der beispielhaft zwei einadrige Kabel 1b aufweist, ist in den Figuren 74 bis 76 gezeigt, wobei die Vorrichtung 131 aus Gründen der Darstellbarkeit abermals über mehrere Figuren verteilt dargestellt ist (entlang der Transportrichtung T).
- 10 Hinsichtlich der Montage eines einadrigen Steckverbinders 12 hat sich eine Anordnung von Bearbeitungsmodulen gemäß der nachfolgenden Reihenfolge als besonders geeignet herausgestellt. Die nachfolgend genannten Bearbeitungsmodule können insbesondere Merkmale der zuvor beschriebenen Bearbeitungsmodule aufweisen.
- 15 Ein Ausrichtungsmodul 134 zur Ausrichtung des elektrischen Kabels 1b kann beispielsweise als erstes Bearbeitungsmodul innerhalb der Vorrichtung 131 vorgesehen sein. Das Ausrichtungsmodul 134 kann ausgebildet sein um für die Bearbeitung des einadrigen Kabels 1b zunächst eine Ist-Ausrichtung und eine Soll-Ausrichtung A_{SOLL} einer auf dem zweiten Kabelende 4 montierten Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47 eines zweiten Steckverbinders 12 zu bestimmen (sofern das zweite Kabelende 4 bereits
- 20 eine Steckverbinderkomponente 26, 44, 45, 46, 47 oder einen zweiten Steckverbinder 12 aufweist). Um die Ist-Ausrichtung A_{IST} anschließend an die Soll-Ausrichtung A_{SOLL} anzupassen kann das Ausrichtungsmodul 134 eine Aktuatoreinrichtung 16 aufweisen.

Dem Ausrichtungsmodul 134 kann ein Dokumentationsmodul 93 nachgeordnet sein. Mittels des Dokumentationsmoduls 93 kann das Kabel 1b insbesondere für eine nachfolgende Dokumentierung der

25 Steckverbindermontage markiert werden. Beispielhaft ist in Figur 74 eine optische Markierung 21 mittels eines Lasers 20 angedeutet.

Das Ausrichtungsmodul 134 und das Dokumentationsmodul 93 können eine erste Modulgruppe M1 von

30 Bearbeitungsmodulen bilden (strichliniert gezeigt) und beispielsweise in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.

Dem Dokumentationsmodul 93 bzw. der ersten Modulgruppe M1 kann eines oder können mehrere Bestückungsmodule nachgeordnet sein, insbesondere zumindest ein vorstehend beschriebenes Mehrfach-

35 bestückungsmodul 50 und/oder ein vorstehend beschriebenes Einzelbestückungsmodul 59, um die später benötigten Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47 in der erforderlichen Reihenfolge auf das Kabel 1b aufzuschieben. Beispielhaft ist in Figur 74 nur ein einziges Bestückungsmodul dargestellt. Die Bestückungsmodule können zusammen eine zweite Modulgruppe M2 bilden (strichliniert gezeigt) und beispielsweise in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.

Dem oder den Bestückungsmodulen bzw. der zweiten Modulgruppe M2 kann ein Abisoliermodul 35 nachgeordnet sein um ein Teilstück 5a des Kabelmantels 5 des Kabels 1b abzuisolieren.

- 5 Dem Abisoliermodul 35 zum Abisolieren des Kabelmantels 5 kann optional ein Kabelfolienbearbeitungsmodul 135 nachgeordnet sein um eine unter dem Kabelmantel 5 befindliche Kabelfolie 136 des Kabels 1b zu entfernen. Das Kabelfolienbearbeitungsmodul 135 kann die zuvor bereits erwähnten Merkmale aufweisen.
- 10 Dem Kabelfolienbearbeitungsmodul 135 kann ein Montagemodul 137 zum Montieren der Stützhülse 15 nachgeordnet sein. Das Montagemodul 137 oder ein weiteres, nachgeordnetes Bearbeitungsmodul können außerdem ausgebildet sein, um das Kabelschirmgeflecht 6 des Kabels 1b zu bearbeiten, insbesondere auf eine definierte Länge abzulängen und/oder gerade auszubürsten und/oder nach hinten über die Stützhülse 15 umzulegen.
- 15 Dem Montagemodul 137 zum Montieren der Stützhülse 15 kann ein Reinigungsmodul 117 nachgeordnet sein, um durch die vorhergehenden mechanischen Bearbeitungsvorgänge angefallene Partikel 118 von dem Kabelende 3, 4 zu entfernen.
- 20 Dem Reinigungsmodul 117 kann ein Montagemodul 142 zum Verpressen der Crimphülse 71 auf der Stützhülse 15 nachgeordnet sein. Das Kabelschirmgeflecht 6 kann dabei vorteilhaft zwischen der Stützhülse 15 und der Crimphülse 71 eingepresst werden.
- Dem Montagemodul 142 zum Verpressen der Crimphülse 71 kann ein weiteres Abisoliermodul 35 nachgeordnet sein, um ein Teilstück 2.2a der Isolation 2.2 des Innenleiters 2 abzuisolieren.
- 25
- Die Bearbeitungsmodule, ausgehend von dem Abisoliermodul 35 zum Abisolieren des Kabelmantels 5 bis zu dem Abisoliermodul 35 zum Abisolieren der Isolation 2.2 des Innenleiters 2, können eine dritte Modulgruppe M3 bilden (strichliniert gezeigt) und beispielsweise in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.
- 30
- Dem Abisoliermodul 35 zum Entfernen des Teilstücks 2.2a der Isolation 2.2 des Innenleiters 2 bzw. der dritten Modulgruppe M3 nachgeordnet kann abermals ein Reinigungsmodul 117 vorgesehen sein, gefolgt von einem Qualitätsüberwachungsmodul 109 zur Überprüfung (und gegebenenfalls auch zur Dokumentation) der Qualität der vorhergehenden Bearbeitungsschritte. Das Reinigungsmodul 117 und das Qualitätsüberwachungsmodul 109 können eine fünfte Modulgruppe M5 bilden (strichliniert gezeigt) und beispielsweise in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.
- 35

Dem Reinigungsmodul 117 und dem Qualitätsüberwachungsmodul 109 bzw. der fünften Modulgruppe M5 nachgeordnet kann ein Montagemodul 139 zur Montage des Innenleiterkontaktelements 8 vorgesehen sein. Das Innenleiterkontaktelement 8 kann vorzugsweise mit dem Innenleiter 2 des Kabels 1b verschweißt werden, beispielsweise ultraschallverschweißt werden. Das Montagemodul 139 zur Montage des Innenleiterkontaktelements 8 kann Teil einer vierten Modulgruppe M4 sein.

Dem Montagemodul 139 zur Montage des Innenleiterkontaktelements 8 bzw. der vierten Modulgruppe M4 kann ein weiteres Reinigungsmodul 117 nachgeordnet sein, beispielsweise als Teil einer fünften Modulgruppe M5.

Dem Reinigungsmodul 117 kann ein Montagemodul 143 zur Montage des Isoliergehäuses 70 nachgeordnet sein, insbesondere um das Isoliergehäuse 70 an dem Innenleiterkontaktelement 8 zu montieren. Das Isoliergehäuse 70 kann das Innenleiterkontaktelement 8 vorzugsweise in sich aufnehmen. Das Isoliergehäuse 70 kann vorzugsweise mehrteilig, insbesondere zweiteilig ausgebildet sein und nach dem Einführen des Innenleiterkontaktelements 8 in eines der Schalenhälften mit der anderen Schalenhälfte zusammengefügt und fixiert werden. Dem Montagemodul 143 zur Montage des Isoliergehäuses 70 kann ein Einpressmodul 69 nachgeordnet sein, um das mit dem Isoliergehäuse 70 und dem Innenleiterkontaktelement 8 bestückte Kabelende 3, 4 in ein Steckverbindergehäuse 44 einzupressen. Abschließend kann ein Endmontagemodul 141 vorgesehen sein. Die in diesem Absatz genannten Bearbeitungsmodulare bilden vorzugsweise eine gemeinsame vierte Modulgruppe M4 (strichliniert gezeigt) und können beispielsweise in einem gemeinsamen Modulgehäuse angeordnet sein.

Nach der Montage eines ersten Steckverbinders 12 auf einem der Kabelenden 3, 4 des Kabels 1a, 1b kann vorgesehen sein, das Kabel 1a, 1b zur Montage eines zweiten Steckverbinders 12 auf dem gegenüberliegenden Kabelende 3, 4 abermals der Vorrichtung 131 zuzuführen. Das Kabel 1a, 1b oder der Werkstückträger 11 kann hierzu entsprechend gewendet bzw. umgelegt werden, wobei die Orientierung des ersten Steckverbinders 12 für die Montage des zweiten Steckverbinders 12 vorzugsweise erfasst wird bzw. sichergestellt wird, dass die Orientierung des ersten Steckverbinders 12 bei der Montage des zweiten Steckverbinders 12 bekannt ist.

Es kann vorgesehen sein, dass innerhalb der Vorrichtung 131 Bearbeitungsmodulare 18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143 während der Steckverbindermontage gezielt übersprungen bzw. ausgelassen werden. Beispielsweise kann vorgesehen sein, einige oder alle der Bearbeitungsmodulare 18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143 in mehrfacher Ausführung für verschiedene Kabelarten (beispielsweise Kabeldurchmesser) und/oder zu montierenden Steckverbinderarten in der Fertigungsstraße entlang der Transportrichtung T anzuordnen. So können die Bearbeitungsmodulare 18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143 das Kabel 1a, 1b bedarfsweise bearbeiten oder nicht bearbeiten. Für die Entscheidung, ob das Kabel 1a, 1b in einem jeweiligen Bearbeitungsmodul 18, 19, 29, 35,

50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143 zu bearbeiten ist, kann der Identifikator bzw. die Markierung 21, 23 des Kabels 1a, 1b, des Werkstückträgers 11 oder der Mantelklemme 48a, 48b, 48c, 48d dienen. Die Vorrichtung 131 kann hierdurch ganz besonders modular und effizient für die Steckverbindermontage einsetzbar sein.

5

Beispielsweise können insbesondere verschiedene Bestückungsmodule zur Bestückung der Steckverbinderkomponenten 26, 44, 45, 46, 47, 56 für verschiedene Kabeldurchmesser des Kabels 1a, 1b vorgesehen sein. Außerdem können beispielsweise auch verschiedene Montagemodule 140 zur Montage der Stützhülse 15 für verschiedene Kabeldurchmesser vorgesehen sein. Beispielsweise können auch verschiedene Montagemodule 139 zur Montage der Innenleiterkontaktelemente 8 für verschiedene Kabel-

10

Um den Durchsatz der Kabel 1a, 1b noch zu erhöhen bzw. um die Prozesszeit zu verringern kann gegebenenfalls vorgesehen sein, Modulgruppen M1, M2, M3, M4, M5 und/oder einzelne Bearbeitungsmodul-

15

Beispielsweise kann das Montagemodul 139 zur Montage der Innenleiterkontaktelemente 8 des einadrigen Kabels 1b, bei dem der Leiter 2.1 des Kabels 1b vorzugsweise mit dem Innenleiterkontaktelement 8 ultraschallverschweißt wird, mehrfach (beispielsweise zweimal, dreimal, viermal oder fünfmal) vorhanden sein, da der Vorgang des Verschweißens in der Regel vergleichsweise viel Zeit in Anspruch nimmt.

20

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung 131 kann ein elektrisches Kabel 1a, 1b ausgehend von einem Endloskabel vollständig konfektioniert werden, wonach das Kabel 1a, 1b anschließend mit einem oder zwei Steckverbindern 12 bestückt und in einer definierten Konfektionierungslänge L aus der Vorrichtung 131 entnommen werden kann. Alle Bearbeitungsschritte können in einer Dokumentation 96 erfasst und dem Kabel 1a, 1b bzw. dessen Steckverbinder(n) 12 zugeordnet werden.

25

30

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung (131) zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) auf einem ersten Kabelende (3) und/oder auf einem zweiten Kabelende (4) eines einen oder mehrere Innenleiter (2) aufweisenden elektrischen Kabels (1a, 1b), aufweisend wenigstens zwei voneinander unabhängige Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zur Bearbeitung des Kabels (1a, 1b) und eine gemeinsame Transporteinrichtung (72) zum Transport des Kabels (1a, 1b) zwischen zumindest zwei der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) entlang einer Transportrichtung (T).
2. Vorrichtung (131) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zumindest eines der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) eine Steuereinheit (10) aufweist um die Bearbeitung des Kabels (1a, 1b) zu steuern und/oder zu überwachen.
3. Vorrichtung (131) nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass wenigstens eine unabhängig von der Transporteinrichtung (72) antreibbare Zustelleinrichtung (54) vorgesehen und ausgebildet ist um das Kabel (1a, 1b) zu dessen Bearbeitung entlang einer Zustellrichtung (X) an zumindest eines der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) durch eine Relativbewegung zwischen dem Kabel (1a, 1b) und dem Bearbeitungsmodul (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zuzustellen.
4. Vorrichtung (131) nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Zustellrichtung (X) von der Transportrichtung (T) abweicht, vorzugsweise im Wesentlichen orthogonal und besonders bevorzugt orthogonal zu der Transportrichtung (T) verläuft.
5. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Transporteinrichtung (72) ein Werkstückträgersystem (94) mit zumindest einem Werkstückträger (11) für das Kabel (1a, 1b) aufweist, um das Kabel (1a, 1b) zwischen den zumindest zwei Be-

arbeitsmodulen (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zu transportieren.

6. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Transporteinrichtung (72) eine Greifereinrichtung (132) mit zumindest einem Greifer aufweist um das Kabel (1a, 1b) zwischen den zumindest zwei Bearbeitungsmodulen (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zu transportieren und/oder für die Bearbeitung in zumindest einem der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103,
10 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zu positionieren.
7. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Transporteinrichtung (72) eine Rollenbahn (133) aufweist um einen manuellen Transport des
15 Kabels (1a, 1b) zwischen zumindest zwei der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zu unterstützen.
8. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
20 die wenigstens zwei Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) synchronisiert getaktet sind.
9. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
25 eine Steuereinrichtung (98) vorgesehen ist um die Montage des Steckverbinders (12) durch die Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zu steuern und/oder zu überwachen.
10. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zur Bearbeitung des Kabelendes (3, 4) miteinander Modulgruppen bilden, insbesondere zwei der nachfolgend genannten Modulgruppen:
a) eine erste Modulgruppe (M1), umfassend Bearbeitungsmodule zur Ausrichtung, Orientierung,
35 Vermessung und/oder Markierung des Kabels (1a, 1b);
b) eine zweite Modulgruppe (M2), umfassend Bearbeitungsmodule zum Vorbestücken des Kabels (1a, 1b) mit Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) des Steckverbinders (12);

- c) eine dritte Modulgruppe (M3), umfassend Bearbeitungsmodul zum Abisolieren und Bearbeiten von Kabelkomponenten des Kabels (1a, 1b);
- d) eine vierte Modulgruppe (M4), umfassend Bearbeitungsmodul zur Montage von Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) auf dem Kabel (1a, 1b);
- 5 e) eine fünfte Modulgruppe (M5), umfassend Bearbeitungsmodul zum Prüfen und/oder Reinigen des Kabelendes (3, 4).
11. Vorrichtung (131) nach Anspruch 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
- 10 die Transporteinrichtung (72) das Kabel (1a, 1b) zwischen den Bearbeitungsmodulen (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) einer gemeinsamen Modulgruppe (M1, M2, M3, M4, M5) und/oder zwischen den einzelnen Modulgruppen (M1, M2, M3, M4, M5) transportiert.
- 15 12. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 2 bis 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
- eines der Bearbeitungsmodul als Ausrichtungsmodul (134) zur Ausrichtung des genau einen Innenleiter (2) aufweisenden elektrischen Kabels (1b) ausgebildet ist, wobei die Steuereinheit (10) eingerichtet ist, um für die Bearbeitung des ersten Kabelendes (3) zunächst eine Ist-
- 20 Ausrichtung (A_{IST}) und eine Soll-Ausrichtung (A_{SOLL}) einer auf dem zweiten Kabelende (4) montierten Steckverbinderkomponente (26, 44, 45, 46, 47, 56) eines zweiten Steckverbinders (12) zu bestimmen.
13. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 2 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
- eines der Bearbeitungsmodul als Ausrichtungsmodul (134) zur Ausrichtung des mehrere Innenleiter (2) aufweisenden elektrischen Kabels (1a) ausgebildet ist, wobei die Steuereinheit (10) eingerichtet ist, um für die Bearbeitung des mehradrigen Kabels (1a) eine Ist-Ausrichtung (A_{IST}) und eine Soll-Ausrichtung (A_{SOLL}) der Innenleiter (2) des ersten Kabelendes (3) zu bestimmen.
- 30 14. Vorrichtung (131) nach Anspruch 12 oder 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
- das Ausrichtungsmodul (134) eine Aktuatoreinrichtung (16) aufweist die mit der Steuereinheit (10) kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, um das erste Kabelende (3) auszurichten, um die
- 35 Ist-Ausrichtung (A_{IST}) an die Soll-Ausrichtung (A_{SOLL}) anzugleichen.
15. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 2 bis 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

eines der Bearbeitungsmodul als Montagemodul (29) zur Bearbeitung des mehrere Innenleiter (2) aufweisenden elektrischen Kabels (1a) ausgebildet ist, wobei die Steuereinheit (10) eingerichtet ist, um eine Istverdrehung (V_{IST}) und eine Sollverdrehung (V_{SOLL}) zwischen aus dem ersten Kabelende (3) und dem zweiten Kabelende (4) austretenden Enden (2.3) der Innenleiter (2) zu erfassen, und wobei ein Aktuatormodul (30) mit der Steuereinheit (10) kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, um die Innenleiter (2) an zumindest einem der Kabelenden (3, 4) zu verdrehen, um nach Vorgabe der Steuereinheit (10) die Istverdrehung (V_{IST}) an die Sollverdrehung (V_{SOLL}) anzugleichen, und wobei das Montagemodul (29) ein Presswerkzeug (33) aufweist das ausgebildet ist, um einen die Enden (2.3) der Innenleiter (2) in sich aufnehmenden Kontaktteileträger (13) des auf dem Kabelende (3, 4) zu montierenden elektrischen Steckverbinders (12) an dem Kabel (1a) verdrehsicher festzulegen, um die Verdrehung zu fixieren.

16. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 2 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass eines der Bearbeitungsmodul als Montagemodul (29) zur Bearbeitung des genau einen Innenleiter (2) aufweisenden elektrischen Kabels (1b) ausgebildet ist, aufweisend ein erstes Mittel zur verdrehsicheren Befestigung eines ersten Innenleiterkontaktelements (8) in einer ersten Orientierung an dem ersten Kabelende (3) und ein zweites Mittel zur verdrehsicheren Befestigung eines zweiten Innenleiterkontaktelements (8) an dem zweiten Kabelende (4), wobei die Steuereinheit (10) eingerichtet ist, um die erste Orientierung und eine Sollverdrehung (V_{SOLL}) zwischen den beiden Innenleiterkontaktelementen (8) zu erfassen und hieraus eine zweite Orientierung für die Befestigung des zweiten Innenleiterkontaktelements (8) zu ermitteln.

17. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass eines der Bearbeitungsmodul als Abisoliermodul (35) zum Einschneiden und Abziehen eines Teilstücks (5a, 2.2a) einer Kabelkomponente des Kabels (1a, 1b) ausgebildet ist, aufweisend einen um eine Mittelachse (M) rotierbaren Rotationskopf (36), auf dem ein Messer (39) und ein Gegenhalter (40) für das Kabel (1a, 1b) einander gegenüberliegend und auf die Mittelachse (M) ausgerichtet angeordnet sind, wobei das Kabel (1a, 1b) in dem Abisoliermodul (35) entlang der Mittelachse (M) geführt ist, und wobei das Messer (39) in Richtung auf die Mittelachse (M) auf das Kabel (1a, 1b) zustellbar ist, um an einer definierten Axialposition einen radialen Einschnitt in die Kabelkomponente des Kabels (1a, 1b) zu erzeugen.

18. Vorrichtung (131) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Abisoliermodul (35) wenigstens ein auf dem Rotationskopf (36) angeordnetes, in Richtung auf die Mittelachse (M) an das Kabel (1a, 1b) zustellbares Abziehwerkzeug (41) aufweist, wobei das Abziehwerkzeug (41) derart zu dem Messer (39) positioniert ist, dass das Abziehwerkzeug (41)

zum Abziehen des Teilstücks (5a, 2.2a) der Kabelkomponente in den von dem Messer (39) erzeugten Einschnitt eingreift, wenn das Abziehwerkzeug (41) an das Kabel (1a, 1b) zugestellt ist.

19. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 2 bis 18,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Steuereinheit (10) eingerichtet ist, um eine Istverdrehung (V_{IST}) und eine Sollverdrehung (V_{SOLL}) zwischen den Enden (2.3) der Innenleiter (2) an dem jeweiligen Kabelenden (3, 4) zu erfassen, und wobei die Steuereinheit (10) eingerichtet ist, um eine durch spätere Angleichung der Istverdrehung (V_{IST}) an die Sollverdrehung (V_{SOLL}) bedingte axiale Längenverkürzung (ΔL) der Gesamtlänge des Kabels (1a, 1b) zu berechnen, wobei die Steuereinheit (10) weiter eingerichtet ist, um eine vorgegebene Abisolierlänge (L_A), entlang der eine Abisoliereinrichtung oder ein Abisoliermodul (35) die Innenleiter (2) ausgehend von deren Enden (2.3) freizulegen vermag, an zumindest einem der Kabelenden (3, 4) unter Berücksichtigung der berechneten Längenverkürzung (ΔL) zu vergrößern, um die Längenverkürzung (ΔL) zumindest teilweise zu kompensieren.
10
15
20. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
eines der Bearbeitungsmodulare als Mehrfachbestückungsmodul (50) ausgebildet und eingerichtet ist, um das Kabel (1a, 1b) ausgehend von einem der Kabelenden (3, 4) mit zwei oder mehr Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) des Steckverbinders (12) zu bestücken, wobei das Mehrfachbestückungsmodul (50) Kammern (51) zur Aufnahme der einzelnen Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) aufweist, wobei die Kammern (51) derart angeordnet sind, dass die in den Kammern (51) aufgenommenen Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) einen gemeinsamen Kanal (K) mit einer gemeinsamen Mittelachse (M) ausbilden.
20
25
21. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 3 bis 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
eines der Bearbeitungsmodulare als Einzelbestückungsmodul (59) ausgebildet und eingerichtet ist, um das Kabel (1a, 1b) an einer definierten axialen Position (P) mit einem elastischen Ringkörper (45) zu bestücken, wobei das Einzelbestückungsmodul (59) ein Schrägrohr (60) mit einer gegenüber einem Rohrquerschnitt (Q) des Schrägrohrs (60) um einen Anstellwinkel (α) geneigten Stirnfläche (S) aufweist, das in eine Durchgangsbohrung (57) des Ringkörpers (45) einführbar ist, und wobei das Kabel (1a, 1b) durch die Zustelleinrichtung (54) in dem Schrägrohr (60) derart positionierbar ist, dass sich der Ringkörper (45) an der definierten axialen Position (P) auf dem Kabel (1a, 1b) befindet, wenn der Ringkörper (45) von dem Schrägrohr (60) auf das Kabel (1a, 1b) abgestreift wird.
30
35
22. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 21,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
eines der Bearbeitungsmodule als Einpressmodul (69) ausgebildet ist, aufweisend eine Vor-
schubeinrichtung (74) die ausgebildet ist, um das mit einem Innenleiterkontaktelement (8) vorkon-
fektionierte Kabelende (3, 4) des Kabels (1a, 1b) entlang einer Vorschubrichtung (X) in einen kor-
respondierenden Steckplatz (75) einer Gehäusebaugruppe (44) des Steckverbinders (12) einzu-
5 pressen, bis das Innenleiterkontaktelement (8) eine Sollposition (P_S) innerhalb der Gehäusebau-
gruppe (44) erreicht hat, und eine optische Sensoreinheit (80) zur Erfassung der Istposition (P_I)
des Innenleiterkontaktelements (8) innerhalb der Gehäusebaugruppe (44) während des Einpres-
sens des Kabels (1a, 1b).

10

23. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 3 bis 22,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Zustelleinrichtung (54) ein erstes Transportmodul (85) und ein zweites Transportmodul (86)
aufweist, wobei das erste Transportmodul (85) ausgebildet ist um das Kabelende (3, 4) entlang der
15 Zustellrichtung (X) in eines der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117,
134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zur Bearbeitung des Kabelendes (3, 4) zu transport-
tieren oder entgegen der Zustellrichtung (X) aus dem Bearbeitungsmodul (18, 19, 29, 35, 50, 59,
69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) hinaus zu transportieren, und
wobei das zweite Transportmodul (86) an einer in Zustellrichtung (X) von dem ersten Transport-
20 modul (85) beabstandeten Position angeordnet und ausgebildet ist, um das Kabelende (3, 4) ent-
lang oder entgegen der Zustellrichtung (X) zu transportieren, wobei das erste Transportmodul (85)
an das Kabel (1a, 1b) zustellbare Transporteinheiten (87) aufweist die derart umpositionierbar
sind, dass auf dem zu bearbeitenden Kabelende (3, 4) aufgebrachte Steckverbinderkomponen-
ten (26, 44, 45, 46, 47, 56) des Steckverbinders (12) durch das erste Transportmodul (85) passie-
25 ren können, während das zweite Transportmodul (86) den Transport des Kabels (1a, 1b) durch-
führt.

20

25

24. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 23,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
eine Bestückungseinheit vorgesehen und ausgebildet ist, um eine von dem auf dem Kabel (1a, 1b)
30 im Rahmen der Montage zu montierenden Steckverbinder (12) unabhängige Mantelklemme (48a,
48b, 48c, 48d) an einer definierten axialen Position entlang der Mittelachse (M) des Ka-
bels (1a, 1b) kraftschlüssig auf dem Kabel (1a, 1b) zu befestigen.

30

35

25. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 24,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
ein Sensormodul (103) vorgesehen und eingerichtet ist, um eine axiale Istposition (P_{IST}) wenig-
stens eines auf einem der Innenleiter (2) des Kabels (1a, 1b) befestigten Innenleiterkontaktele-

ments (8) innerhalb eines Kontaktteileträgers (13) des Steckverbinders (12) relativ zu einer vorgesehenen axialen Endposition (P_{END}) zu erfassen.

26. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 25,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
ein Qualitätsüberwachungsmodul (109) zur Qualitätsüberwachung der Bearbeitung des Kabelendes (3, 4) vorgesehen ist, aufweisend wenigstens einen optischen Sensor (110, 112) der ausgebildet ist, um den Zustand des Kabelendes (3, 4) vor und/oder nach dem Bearbeiten durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137,
10 138, 139, 140, 141, 142, 143) zu erfassen.
27. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 26,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
15 das Kabel (1a, 1b), eine auf dem Kabel (1a, 1b) befestigte Mantelklemme (48a, 48b, 48c, 48d)
und/oder ein dem Kabel (1a, 1b) während dessen Bearbeitung zugeordneter Werkstückträger (11)
einen Informationsträger zur Identifizierung aufweist, und wobei eine Dokumentation (96) der Montage des Steckverbinders (12) für die Bearbeitung durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule
(18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) dem
20 Kabel (1a, 1b) mittels des Informationsträgers zugeordnet ist.
28. Vorrichtung (131) nach einem der Ansprüche 1 bis 27,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
zumindest einem der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135,
137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) ein Reinigungsmodul (117) nachgeordnet ist das ausgebildet
25 ist, um im Bereich des Kabelendes (3, 4) anhaftende Partikel (118) zu entfernen.
29. Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) auf einem ersten Kabelende (3)
und/oder auf einem zweiten Kabelende (4) eines einen oder mehrere Innenleiter (2) aufweisenden
30 elektrischen Kabels (1a, 1b), wonach das Kabel (1a, 1b) von wenigstens zwei voneinander unabhängigen
Bearbeitungsmodulen (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138,
139, 140, 141, 142, 143) bearbeitet wird, und wobei eine gemeinsame Transporteinrichtung (72)
das Kabel (1a, 1b) zwischen zumindest zwei der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69,
93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) entlang einer Transportrichtung
(T) transportiert.
35
30. Verfahren nach Anspruch 29,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

wenigstens eine Steuereinheit (10) die Bearbeitung des Kabels (1a, 1b) durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) steuert und/oder überwacht.

- 5 31. Verfahren nach Anspruch 29 oder 30,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
das Kabel (1a, 1b) zu dessen Bearbeitung entlang einer Zustellrichtung (X) an zumindest eines der
Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140,
141, 142, 143) durch eine Relativbewegung zwischen dem Kabel (1a, 1b) und dem Bearbeitungs-
10 modul (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143)
zugestellt wird.
32. Verfahren nach Anspruch 31,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
15 die Zustellrichtung (X) von der Transportrichtung (T) abweicht, vorzugsweise im Wesentlichen or-
thogonal und besonders bevorzugt orthogonal zu der Transportrichtung (T) verläuft.
33. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 32,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
20 die wenigstens zwei Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135,
137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) synchronisiert getaktet werden.
34. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 33,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
25 die Steuereinheit (10) für die Bearbeitung des genau einen Innenleiter (2) aufweisenden elektri-
schen Kabels (1b) eine Ist-Ausrichtung (A_{IST}) und eine Soll-Ausrichtung (A_{SOLL}) einer auf dem zwei-
ten Kabelende (4) montierten Steckverbinderkomponente (26, 44, 45, 46, 47, 56) eines zweiten
Steckverbinders (12) bestimmt, und wobei das erste Kabelende (3) ausgerichtet wird, um die Ist-
Ausrichtung (A_{IST}) an die Soll-Ausrichtung (A_{SOLL}) anzugleichen.
30
35. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 34,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Steuereinheit (10) für die Bearbeitung des mehrere Innenleiter (2) aufweisenden elektrischen
Kabels (1a) eine Ist-Ausrichtung (A_{IST}) und eine Soll-Ausrichtung (A_{SOLL}) der Innenleiter (2) des
35 ersten Kabelendes (3) bestimmt, und wobei das erste Kabelende (3) ausgerichtet wird, um die Ist-
Ausrichtung (A_{IST}) an die Soll-Ausrichtung (A_{SOLL}) anzugleichen.
36. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 35,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

die Steuereinheit (10) eine Istverdrehung (V_{IST}) und eine Sollverdrehung (V_{SOLL}) zwischen aus dem jeweiligen Kabelende (3, 4) austretenden Enden (2.3) der Innenleiter (2) erfasst, wobei die Istverdrehung (V_{IST}) an die Sollverdrehung (V_{SOLL}) angeglichen wird, indem die Innenleiter (2) an zumindest einem der Kabelenden (3, 4) verdreht werden, und wobei die Verdrehung fixiert wird, indem

5 ein die Enden (2.3) der Innenleiter (2) in sich aufnehmender Kontaktteileträger (13) des auf dem zugeordneten Kabelende (3, 4) zu montierenden elektrischen Steckverbinders (12) an dem Kabel (1a, 1b) verdrehsicher festgelegt wird.

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 36,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

an dem ersten Kabelende (3) ein erstes Innenleiterkontaktelement (8) verdrehsicher in einer ersten Orientierung befestigt wird, wonach anschließend das zweite Kabelende (4) bearbeitet wird, um ein zweites Innenleiterkontaktelement (8) verdrehsicher zu befestigen, wobei die Steuereinheit (10) die erste Orientierung und eine Sollverdrehung (V_{SOLL}) zwischen den beiden Innenleiterkontaktelementen (8) erfasst und hieraus eine zweite Orientierung für die Befestigung des zweiten Innenleiterkontaktelements (8) ermittelt.

15

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 37,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

das Kabel (1a, 1b) abisoliert wird, indem das Kabel (1a, 1b) entlang einer Mittelachse (M) in ein Abisoliermodul (35) eingeführt wird, in dem ein Rotationskopf (36) um die Mittelachse (M) rotiert, auf dem ein Messer (39) und ein Gegenhalter (40) für das Kabel (1a, 1b) einander gegenüberliegen und auf die Mittelachse (M) ausgerichtet angeordnet sind, wobei das Messer (39) in Richtung auf die Mittelachse (M) auf das Kabel (1a, 1b) zugestellt wird, um an einer definierten Axialposition

25 einen radialen Einschnitt in eine Kabelkomponente des Kabels (1a, 1b) zu erzeugen.

39. Verfahren nach Anspruch 38,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

wenigstens ein auf dem Rotationskopf (36) angeordnetes Abziehwerkzeug (41) in Richtung auf die Mittelachse (M) an das Kabel (1a, 1b) zugestellt wird, um in den von dem Messer (39) erzeugten Einschnitt einzugreifen, wonach ein Teilstück (5a, 2.2a) der Kabelkomponente durch das Abziehwerkzeug (41) zumindest teilweise von dem Kabel (1a, 1b) abgezogen wird.

40. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 39,

35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

die Steuereinheit (10) eine Istverdrehung (V_{IST}) und eine Sollverdrehung (V_{SOLL}) zwischen den Enden (2.3) der Innenleiter (2) des Kabels (1a, 1b) an den jeweiligen Kabelenden (3, 4) erfasst, wobei eine durch spätere Angleichung der Istverdrehung (V_{IST}) an die Sollverdrehung (V_{SOLL}) bedingte axiale Längenverkürzung (ΔL) der Gesamtlänge des Kabels (1a, 1b) von der Steuereinheit (10)

berechnet wird, und wobei eine vorgegebene Abisolierlänge (L_A), entlang der die Innenleiter (2) ausgehend von deren Enden (2.3) freigelegt werden sollen, an zumindest einem der Kabelenden (3, 4) unter Berücksichtigung der berechneten Längenverkürzung (ΔL) vergrößert wird, um die Längenverkürzung (ΔL) zumindest teilweise zu kompensieren.

5

41. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 40,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Kabel (1a, 1b) ausgehend von einem der Kabelenden (3, 4) mit zwei oder mehr Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) des Steckverbinders (12) bestückt wird, wobei die Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) einzeln in Kammern (51) derart angeordnet werden, dass diese einen gemeinsamen Kanal (K) mit einer gemeinsamen Mittelachse (M) ausbilden, wonach das Kabelende (3, 4) des Kabels (1a, 1b) mit seinem vorderen Ende entlang der Mittelachse (M) durch die Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) hindurchgeführt wird, um die Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) auf das Kabel (1a, 1b) aufzuschieben.

10

15

42. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 41,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Kabel (1a, 1b) an einer definierten axialen Position (P) mit einem elastischen Ringkörper (45) bestückt wird, indem ein Schrägrohr (60) mit einer gegenüber einem Rohrquerschnitt (Q) des Schrägrohrs (60) um einen Anstellwinkel (α) geneigten Stirnfläche (S) in eine Durchgangsbohrung (57) des Ringkörpers (45) eingeführt wird, wobei das Kabel (1a, 1b) derart in dem Schrägrohr (60) positioniert wird, dass sich der Ringkörper (45) an der definierten axialen Position (P) auf dem Kabel (1a, 1b) befindet, wenn der Ringkörper (45) von dem Schrägrohr (60) auf das Kabel (1a, 1b) abgestreift wird.

20

25

43. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 42,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das mit einem Innenleiterkontaktelement (8) vorkonfektionierte Kabelende (3, 4) entlang einer Vorschubrichtung (X) in einen korrespondierenden Steckplatz (75) einer Gehäusebaugruppe (44) des Steckverbinders (12) eingepresst wird, bis das Innenleiterkontaktelement (8) eine Sollposition (P_S) innerhalb der Gehäusebaugruppe (44) erreicht hat, wobei eine optische Sensoreinheit (80) während des Einpressens des Kabels (1a, 1b) die Istposition (P_I) des Innenleiterkontaktelements (8) innerhalb der Gehäusebaugruppe (44) erfasst.

30

35

44. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 43,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Kabelende (3, 4) mittels eines ersten Transportmoduls (85) entlang einer Zustellrichtung (X) in eines der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) zur Bearbeitung des Kabelendes (3, 4) transportiert wird, wobei das Ka-

belende (3, 4) außerdem mittels eines zweiten Transportmoduls (86), das an einer in Zustellrichtung (X) von dem ersten Transportmodul (85) beabstandeten Position angeordnet ist, entlang oder entgegen der Zustellrichtung (X) transportiert wird, wobei an das Kabel (1a, 1b) zustellbare Transporteinheiten (87) des ersten Transportmoduls (85) derart umpositioniert werden, dass auf dem zu bearbeitenden Kabelende (3, 4) aufgebrachte Steckverbinderkomponenten (26, 44, 45, 46, 47, 56) des Steckverbinders (12) durch das erste Transportmodul (85) passieren können, während das zweite Transportmodul (86) den Transport des Kabels (1a, 1b) durchführt.

45. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 44,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

auf dem Kabel (1a, 1b) wenigstens eine von dem auf dem Kabel (1a, 1b) im Rahmen der Montage zu montierenden Steckverbinder (12) unabhängige Mantelklemme (48a, 48b, 48c, 48d) an einer definierten axialen Position entlang der Mittelachse (M) des Kabels (1a, 1b) kraftschlüssig befestigt wird.

46. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 45,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

eine axiale Istposition (P_{IST}) wenigstens eines auf einem der Innenleiter (2) des Kabels (1a, 1b) befestigten Innenleiterkontaktelements (8) innerhalb eines Kontakteileträgers (13) des Steckverbinders (12) relativ zu einer vorgesehenen axialen Endposition (P_{END}) überprüft wird, bevor eine zur Sicherung einer Primärverrastung (104) des Innenleiterkontaktelements (8) vorgesehene Sekundärsicherung (107) betätigt wird.

47. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 46,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

der Zustand des Kabelendes (3, 4) vor und/oder nach dem Bearbeiten durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) mittels wenigstens eines optischen Sensors (110, 112) zur optischen Qualitätsüberwachung erfasst wird.

48. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 47,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

das Kabel (1a, 1b), eine auf dem Kabel (1a, 1b) befestigte Mantelklemme (48a, 48b, 48c, 48d) und/oder ein dem Kabel (1a, 1b) während dessen Bearbeitung zugeordneter Werkstückträger (11) mit einem Informationsträger identifizierbar gemacht wird, wobei eine Dokumentation (96) der Montage des Steckverbinders (12) für die Bearbeitung durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) erstellt und dem Kabel (1a, 1b) zugeordnet wird.

49. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 48,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
nach der Bearbeitung des Kabelendes (3, 4) durch zumindest eines der Bearbeitungsmodule (18,
19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143) ein Reini-
5 gungsprozess durchlaufen wird, wonach an dem Kabelende (3, 4) anhaftende Partikel (118) ent-
fernt werden.
50. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren gemäß einem der An-
sprüche 29 bis 49 durchzuführen, wenn das Programm auf einer Steuereinheit (10) zumindest ei-
10 nes der Bearbeitungsmodule (18, 19, 29, 35, 50, 59, 69, 93, 103, 109, 117, 134, 135, 137, 138,
139, 140, 141, 142, 143) und/oder auf einer Steuereinrichtung (98) einer Vorrichtung (131) zur
Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) ausgeführt wird.

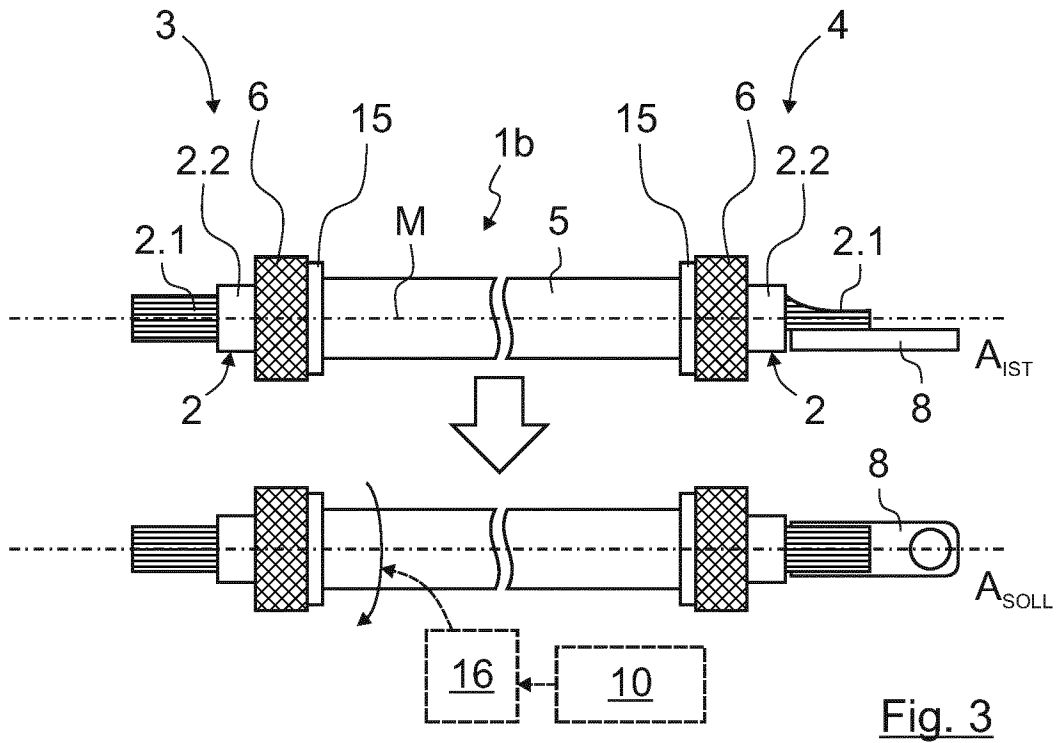


Fig. 3

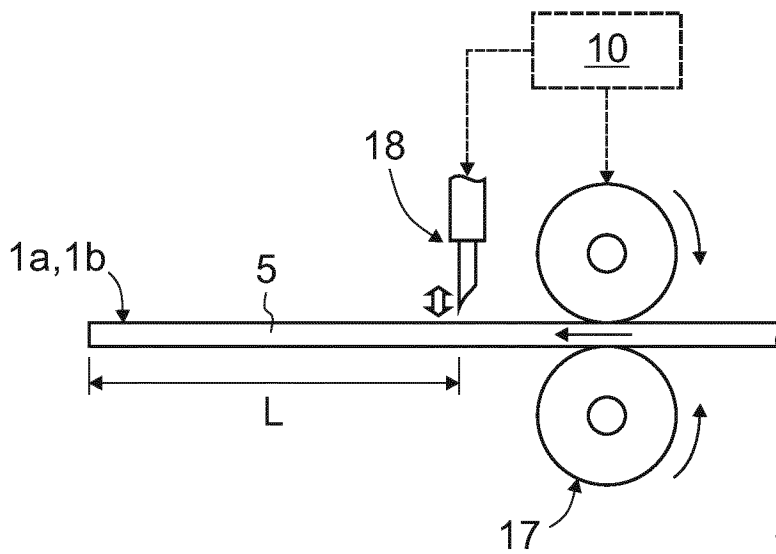


Fig. 4

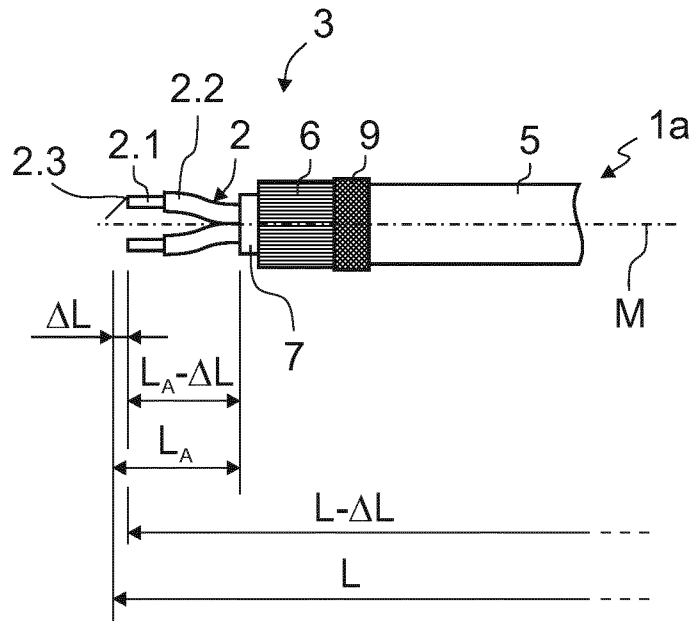


Fig. 5

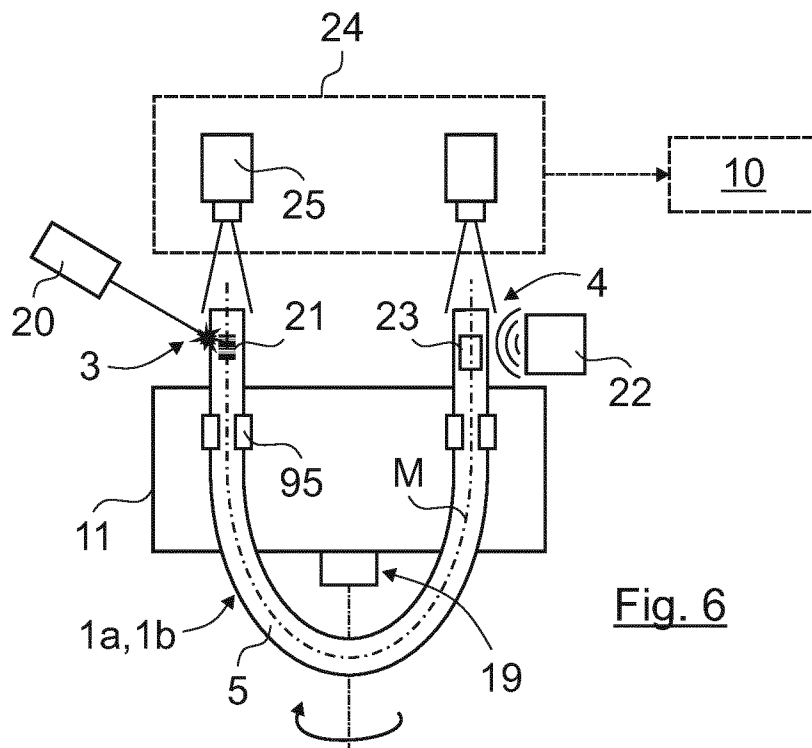
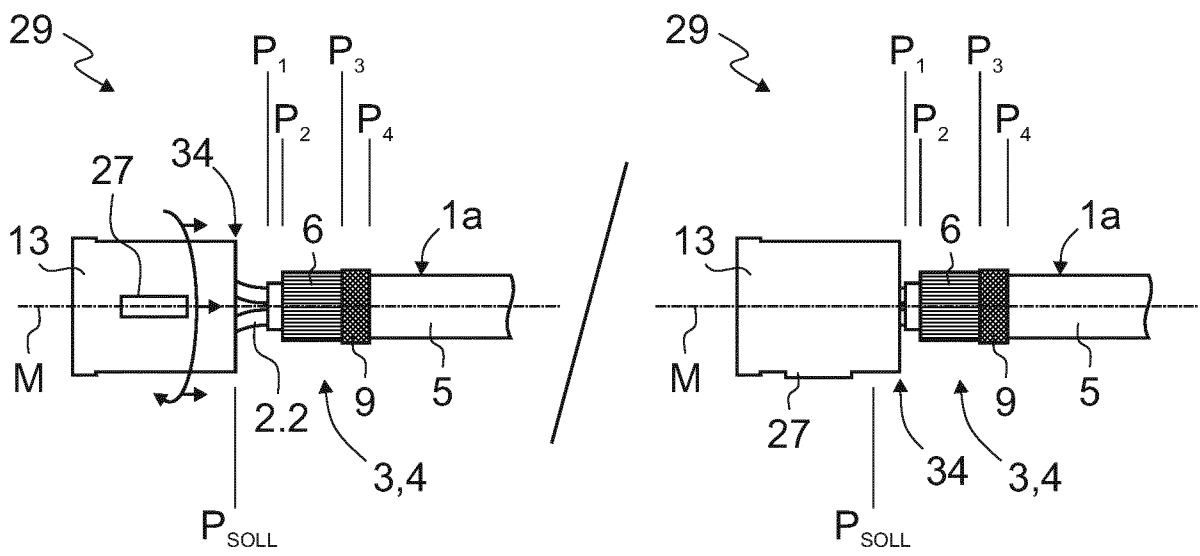
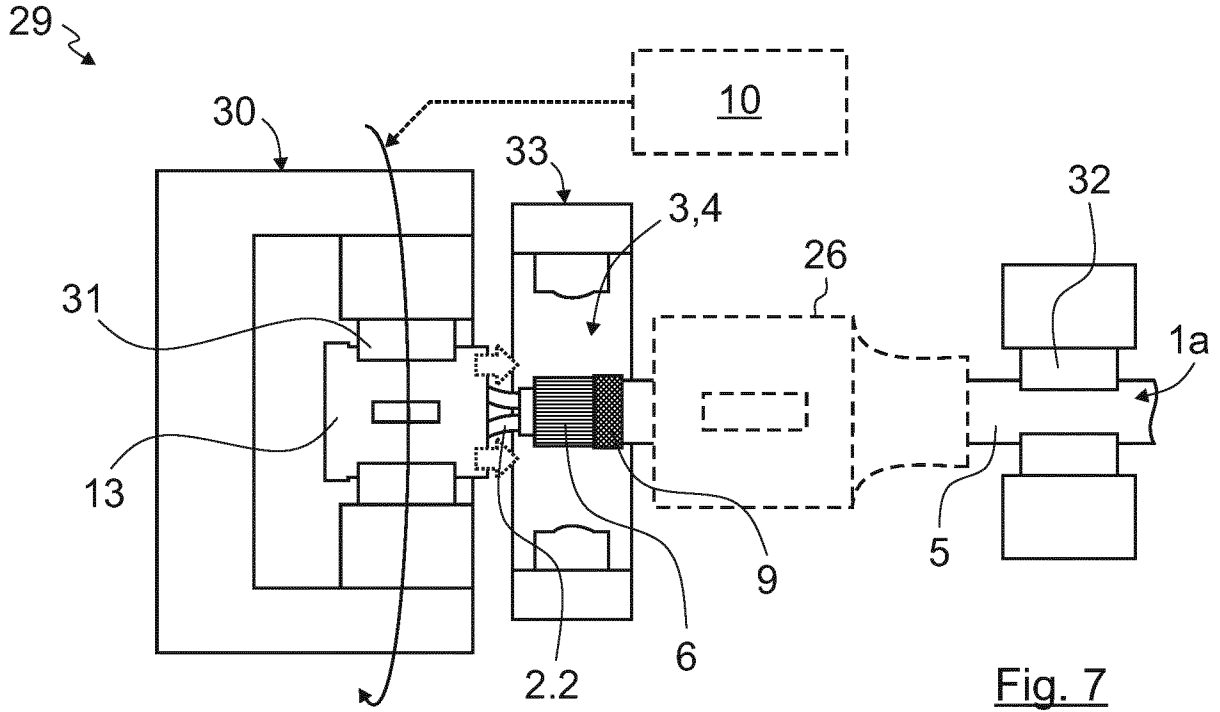


Fig. 6



5/37

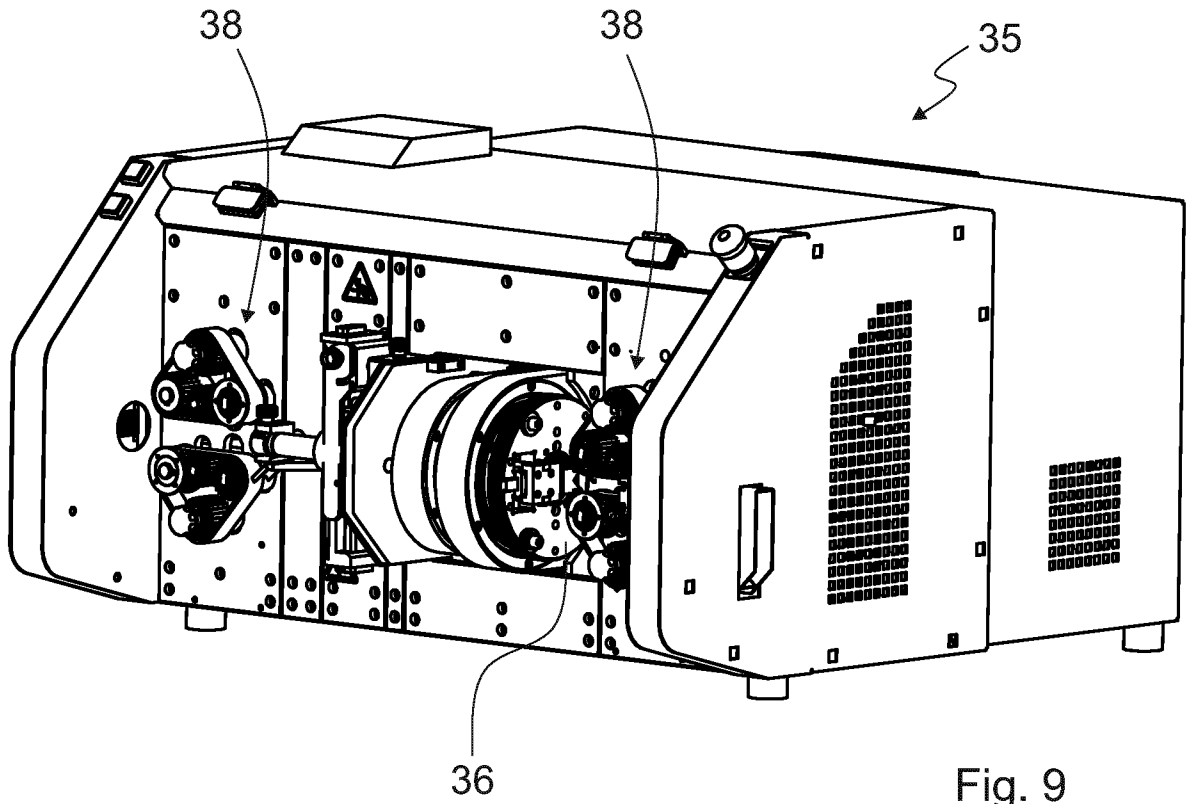


Fig. 9

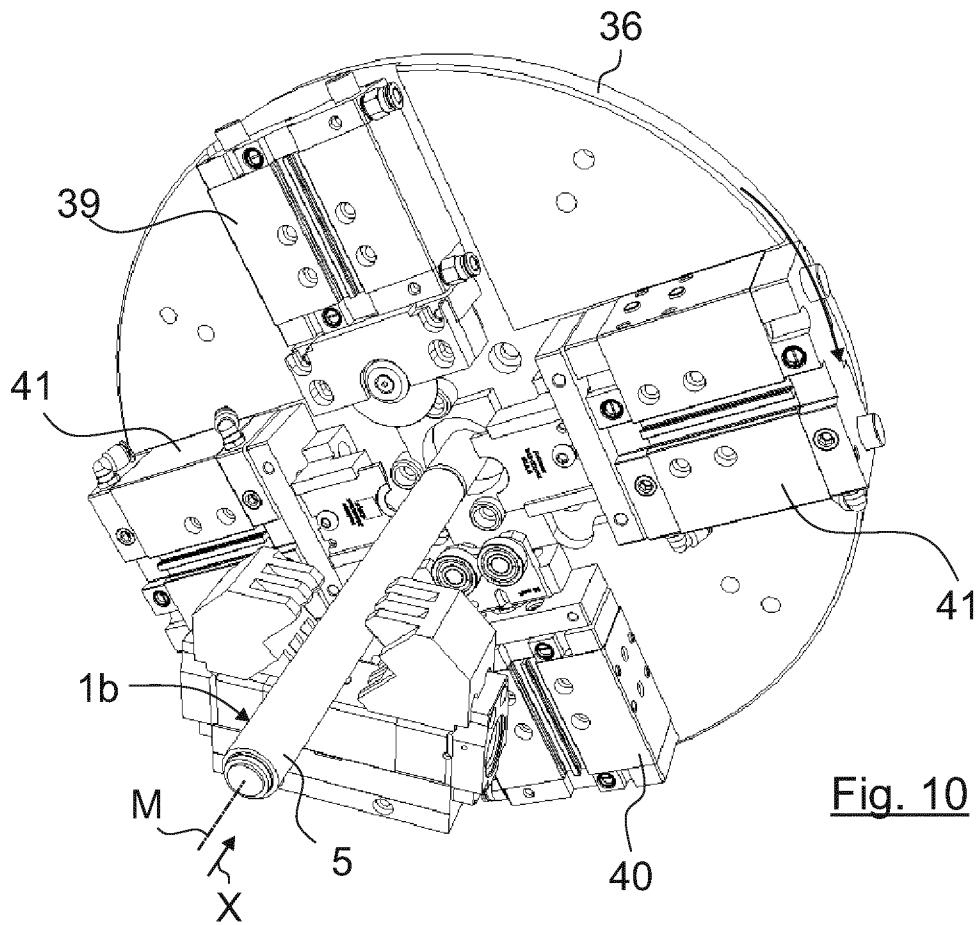


Fig. 10

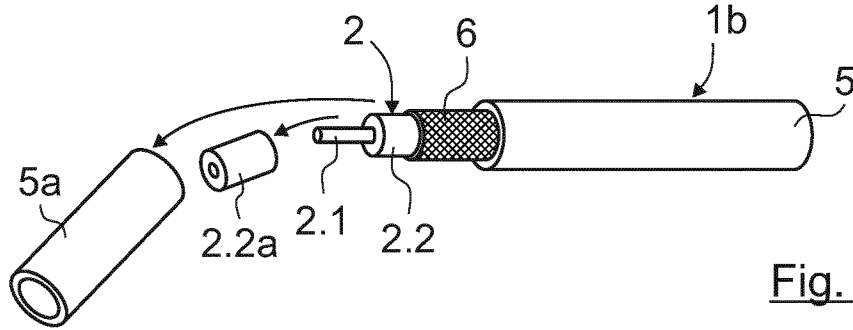


Fig. 11

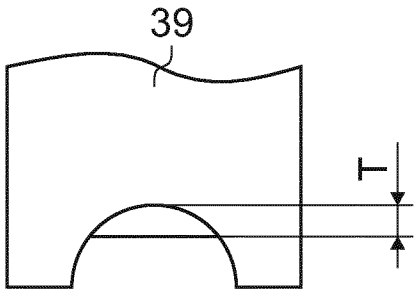


Fig. 12

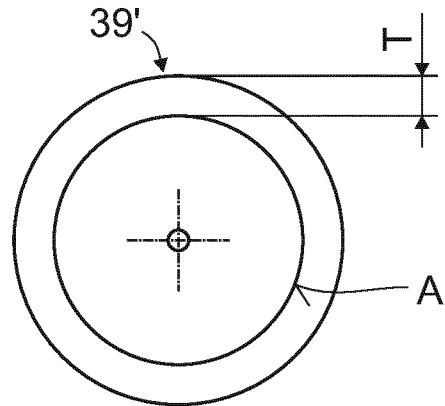


Fig. 13

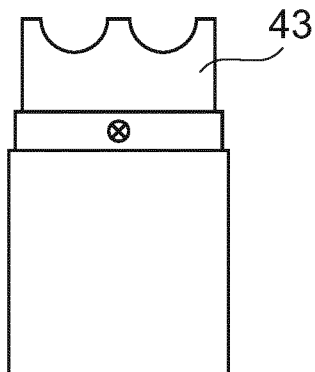


Fig. 14

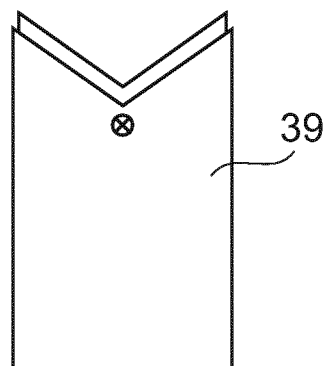


Fig. 15

7/37

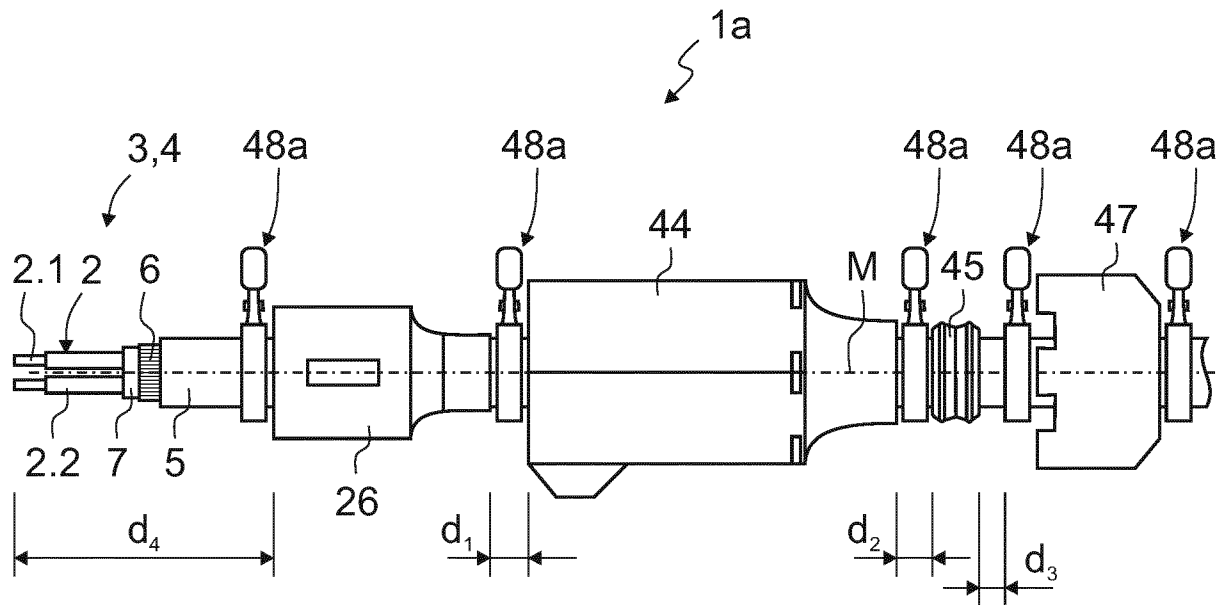


Fig. 16

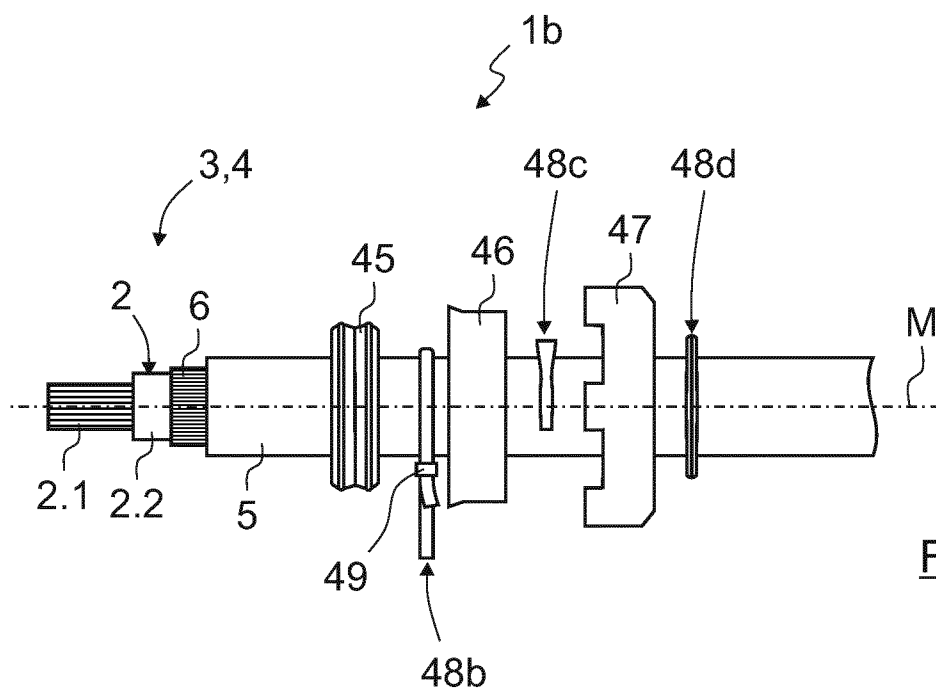


Fig. 17

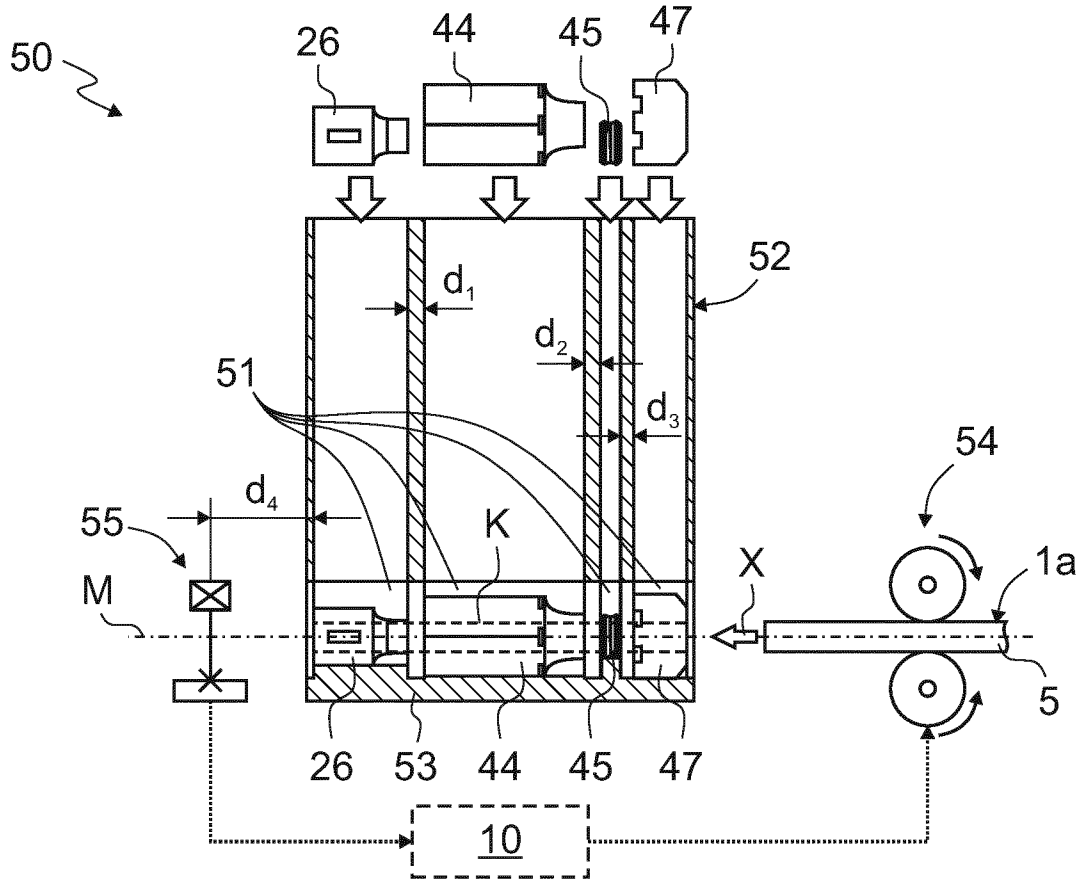


Fig. 18

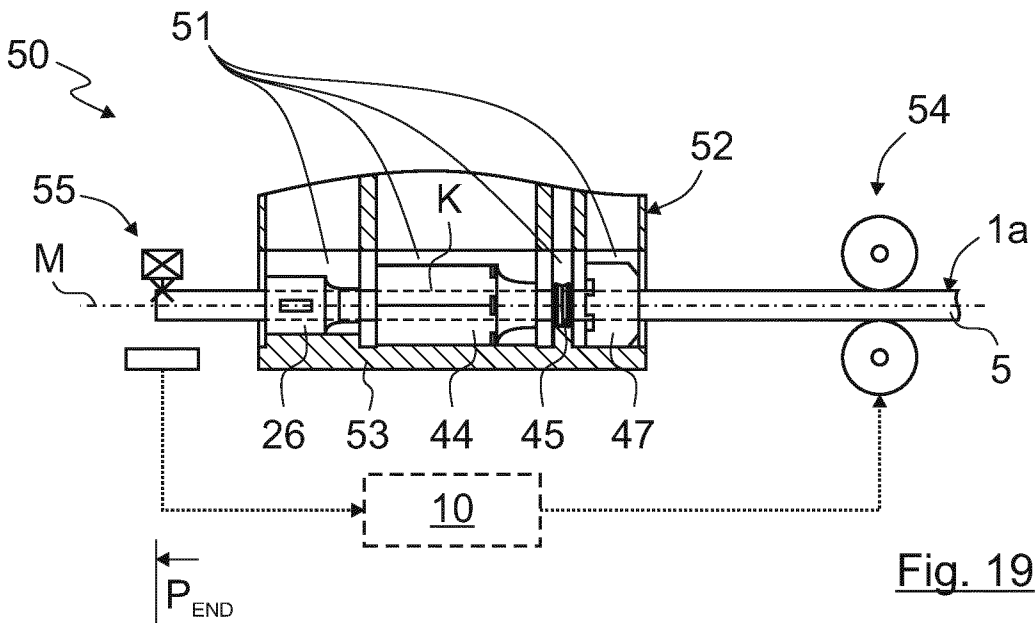


Fig. 19

9/37

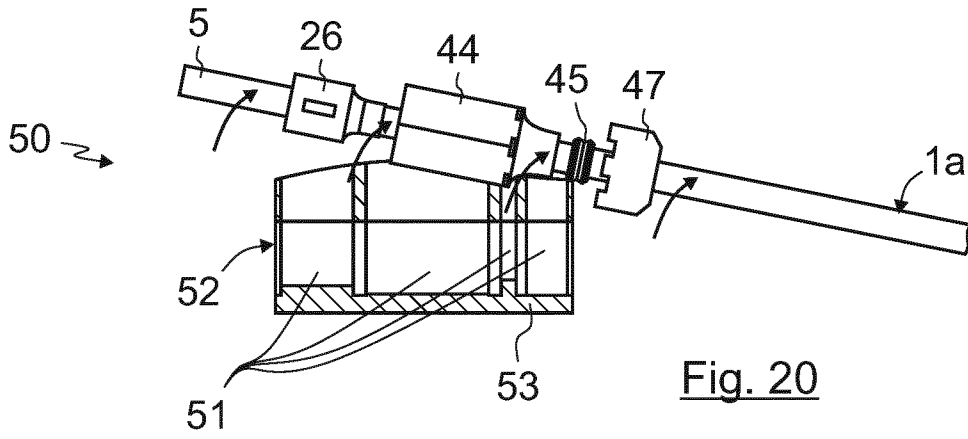


Fig. 20

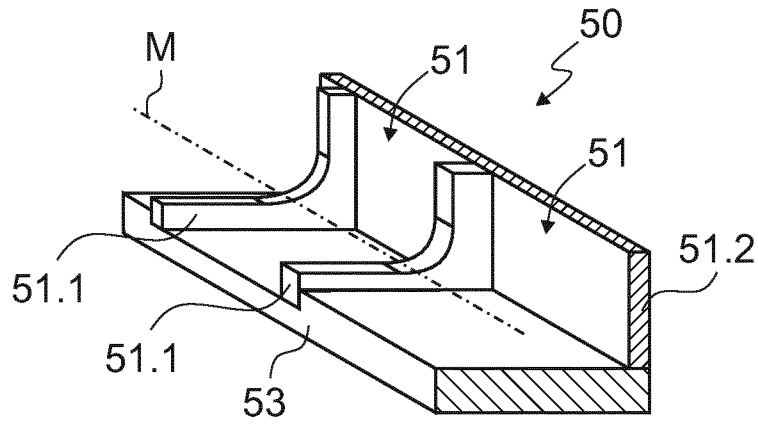


Fig. 21

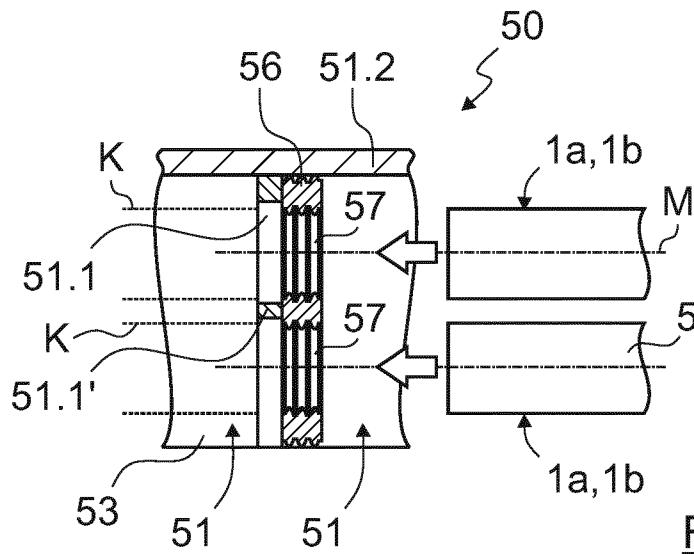


Fig. 22

10/37

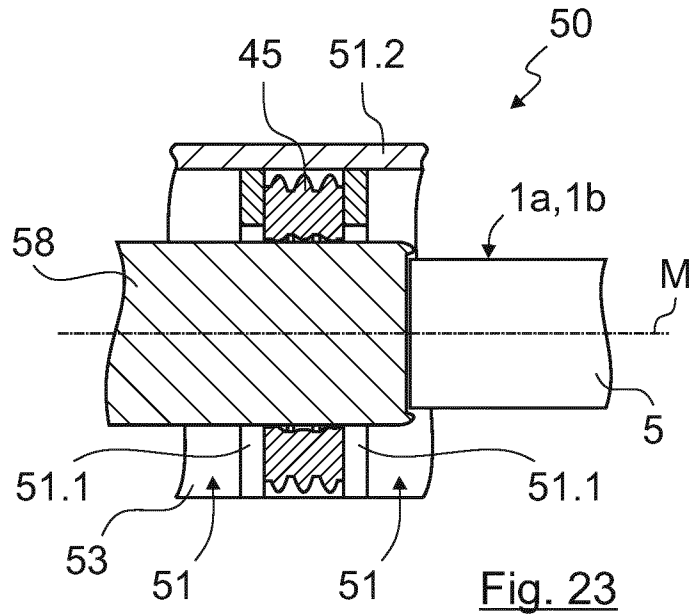


Fig. 23

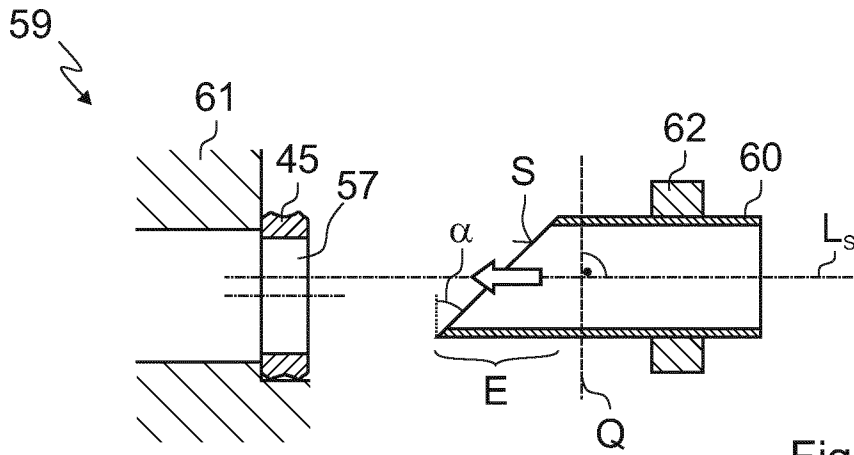


Fig. 24

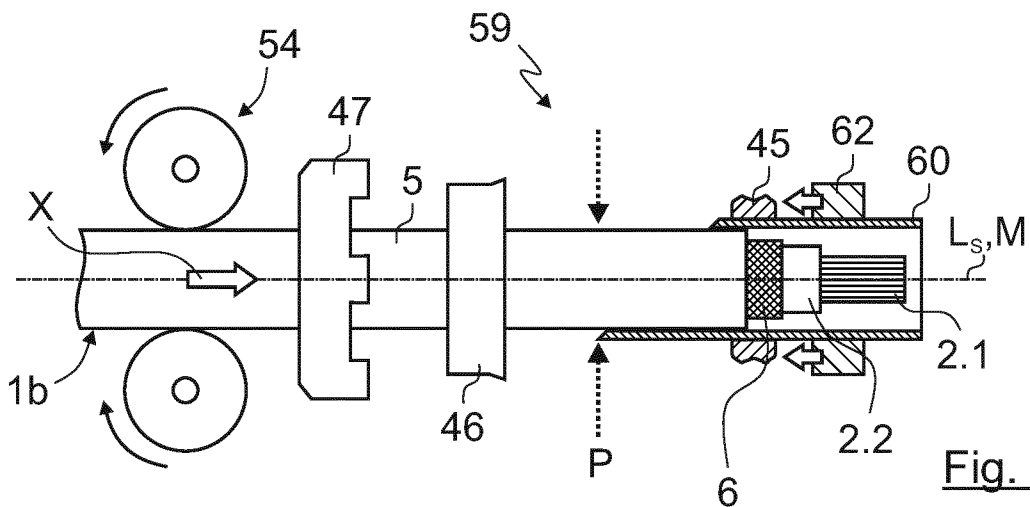


Fig. 25

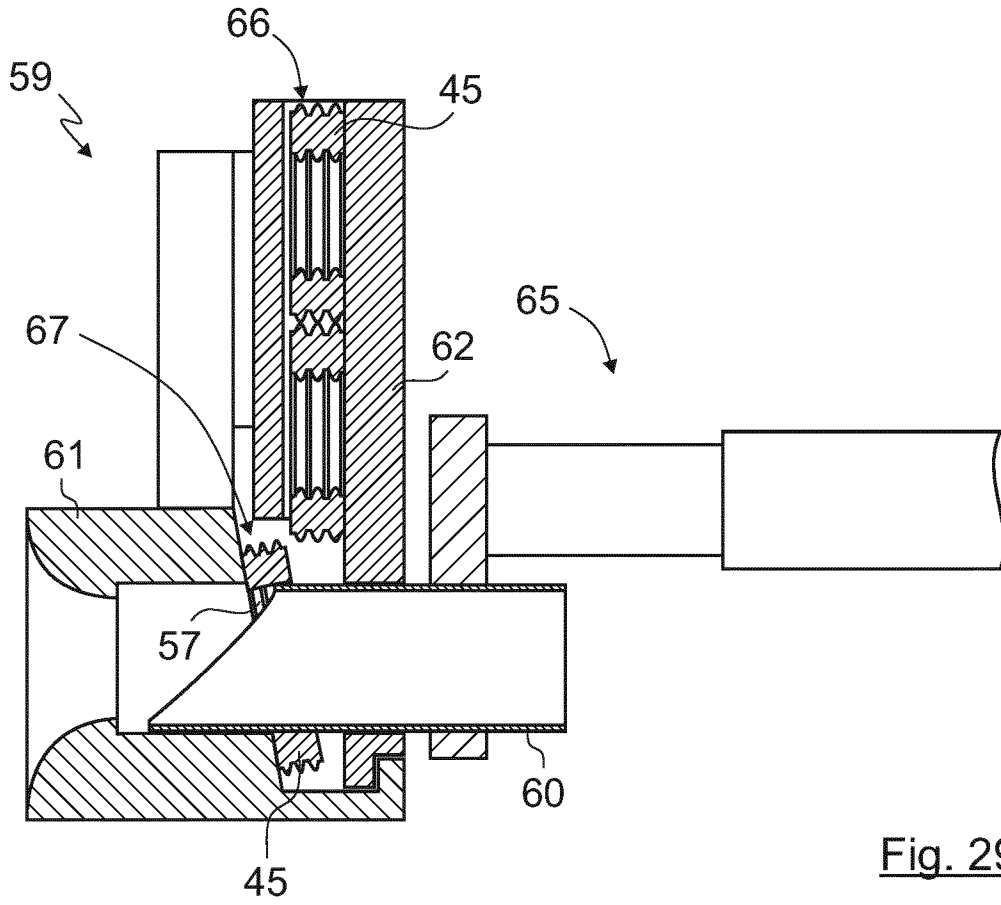


Fig. 29

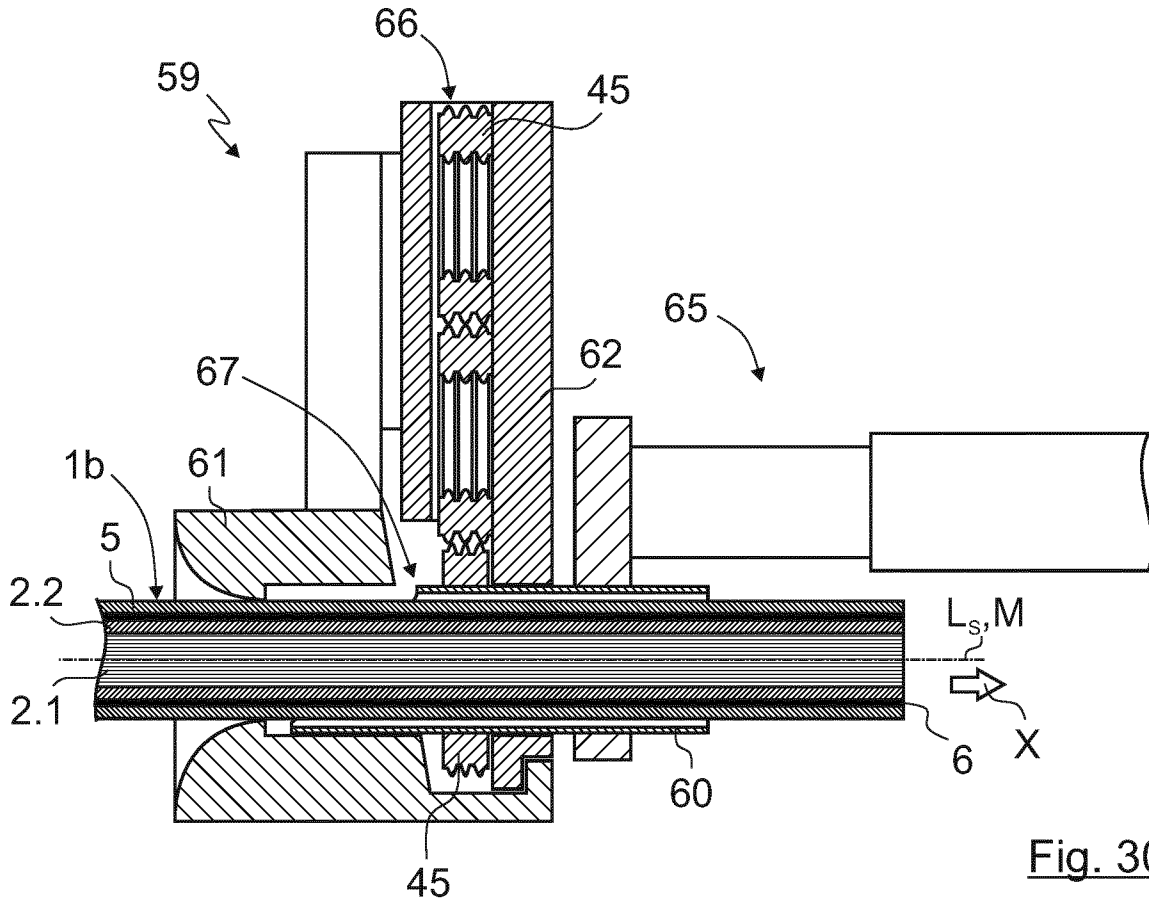


Fig. 30

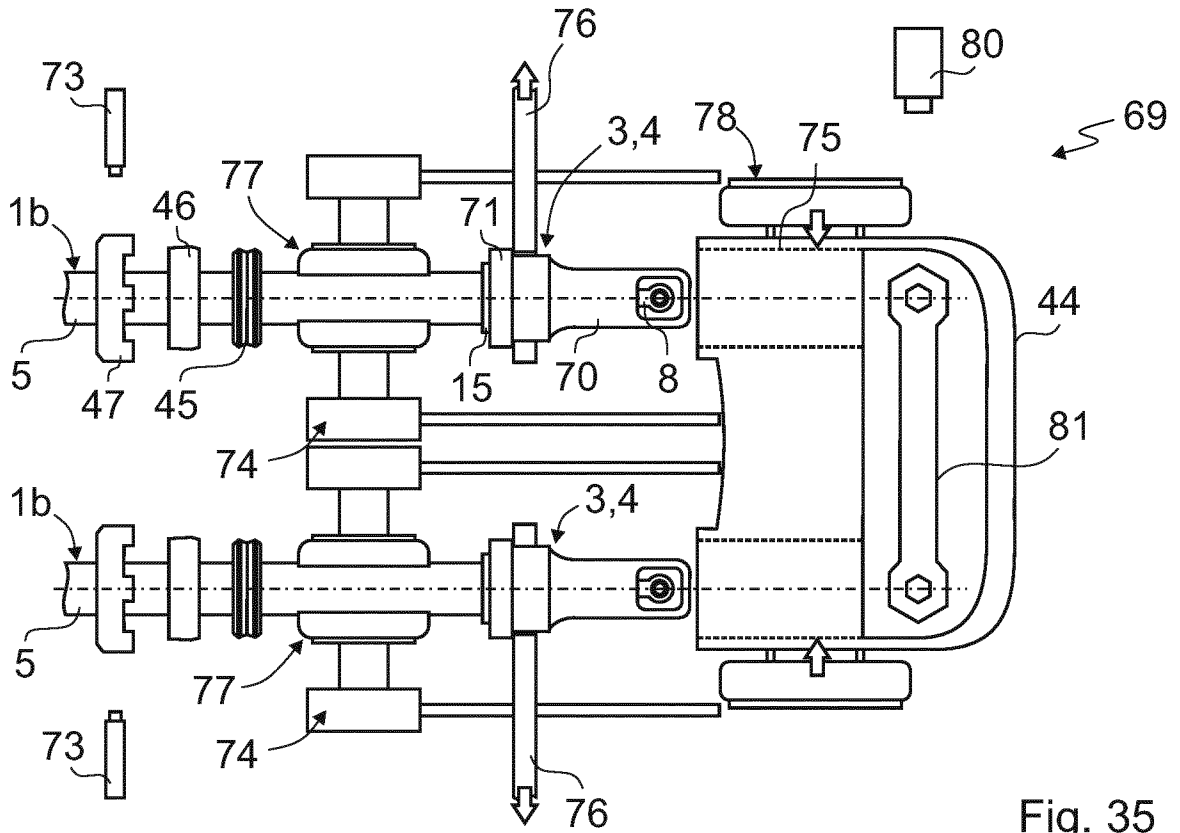


Fig. 35

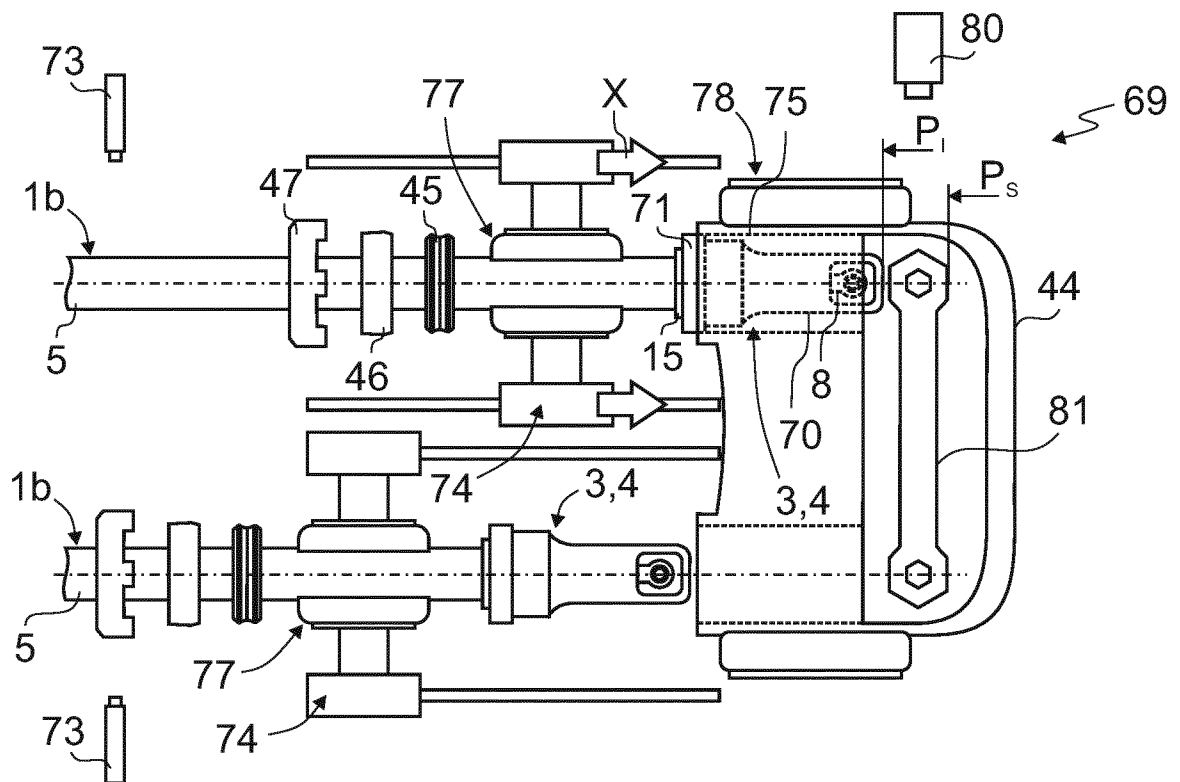


Fig. 36

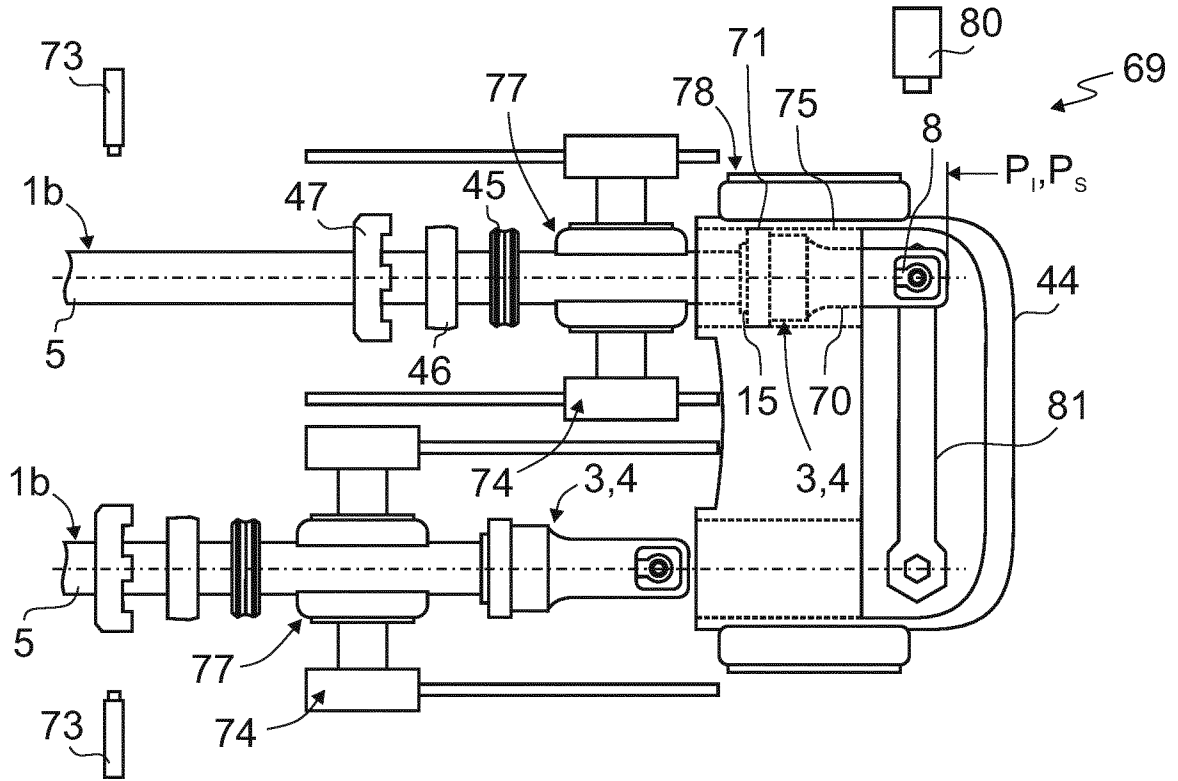


Fig. 37

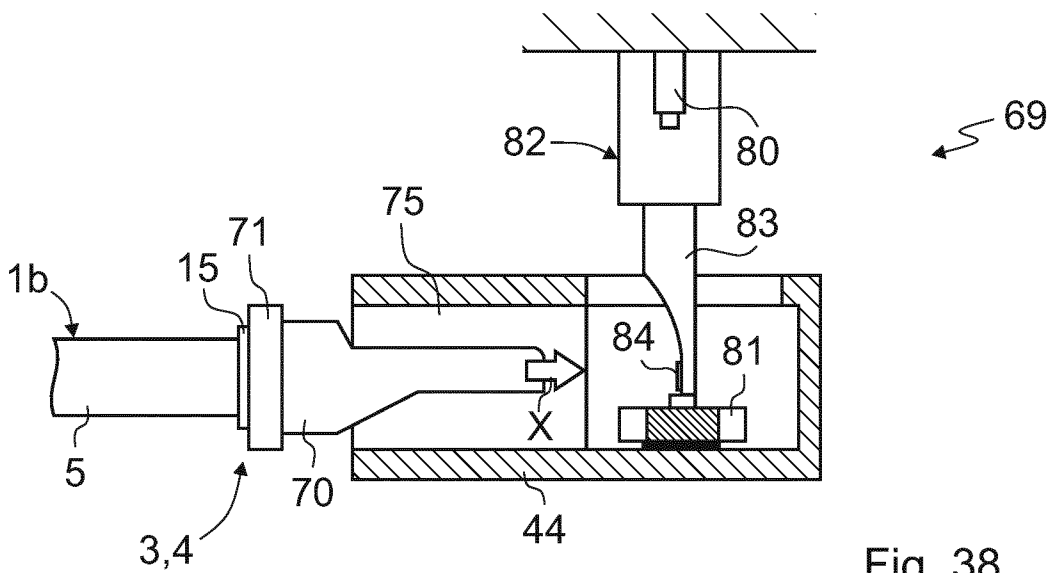
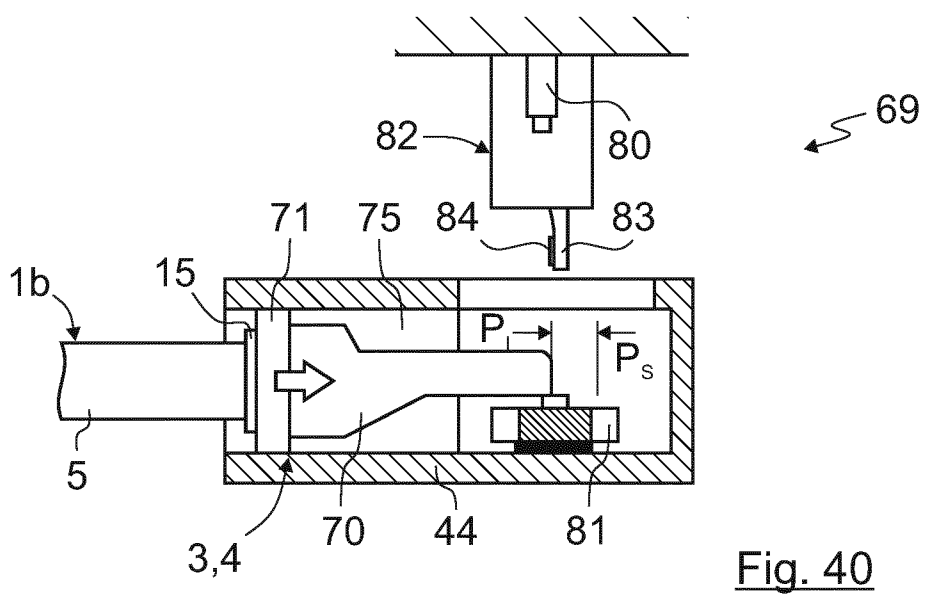
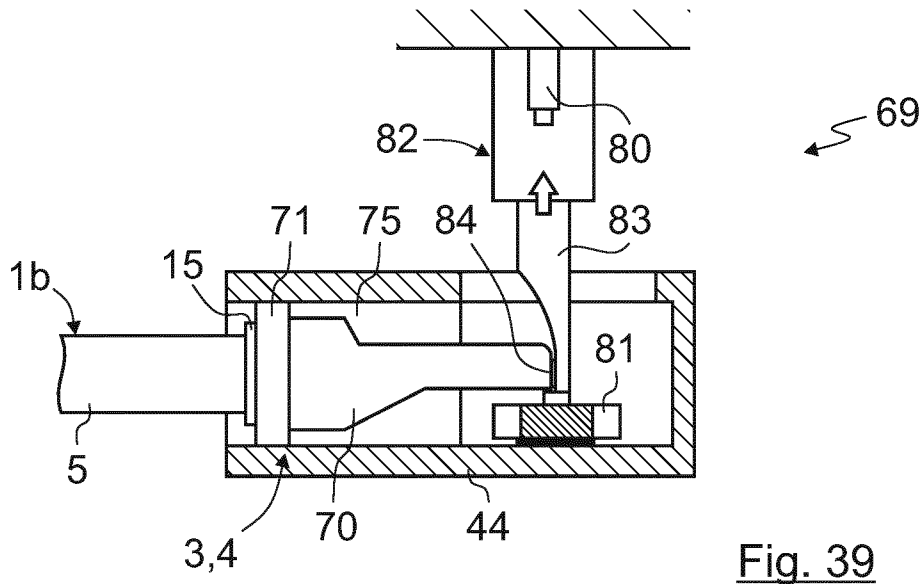
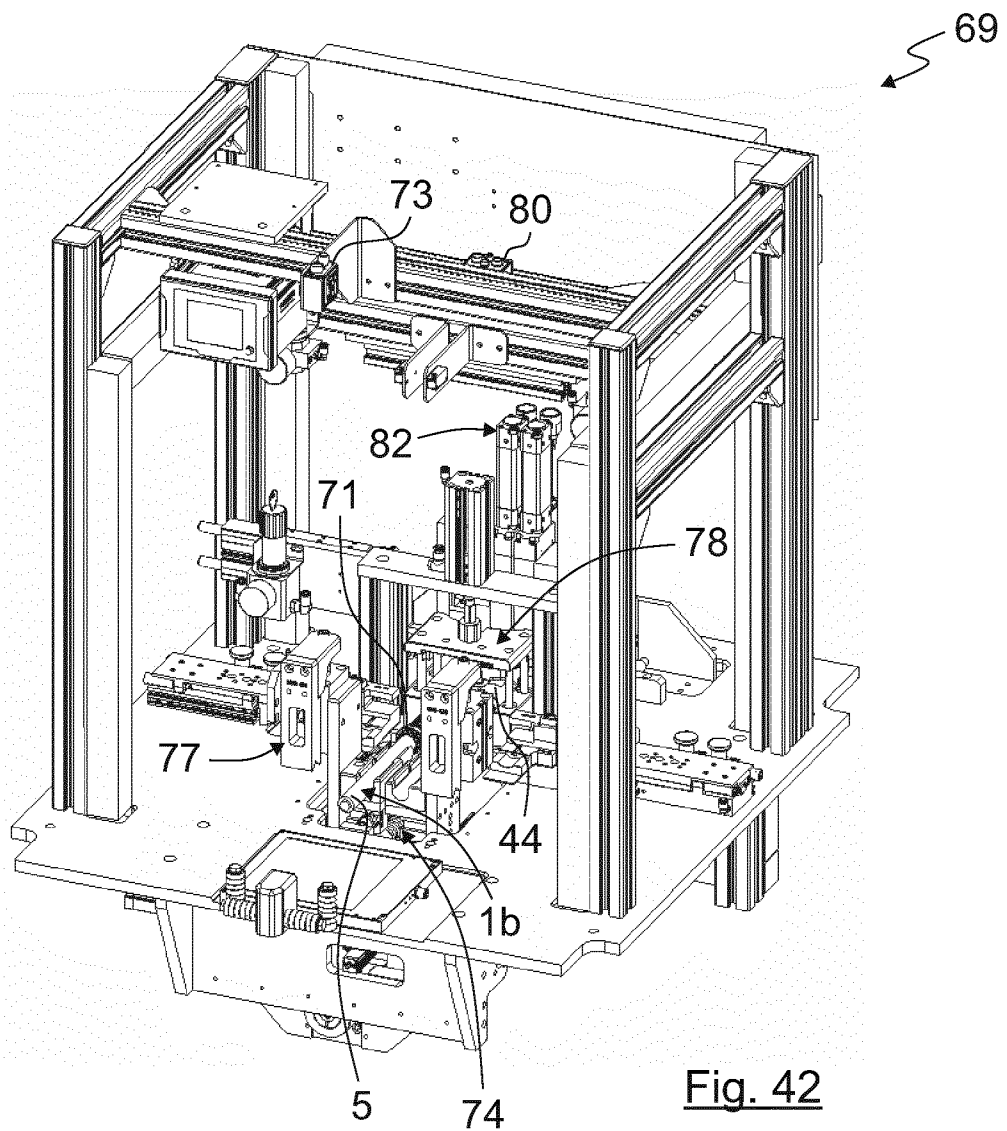
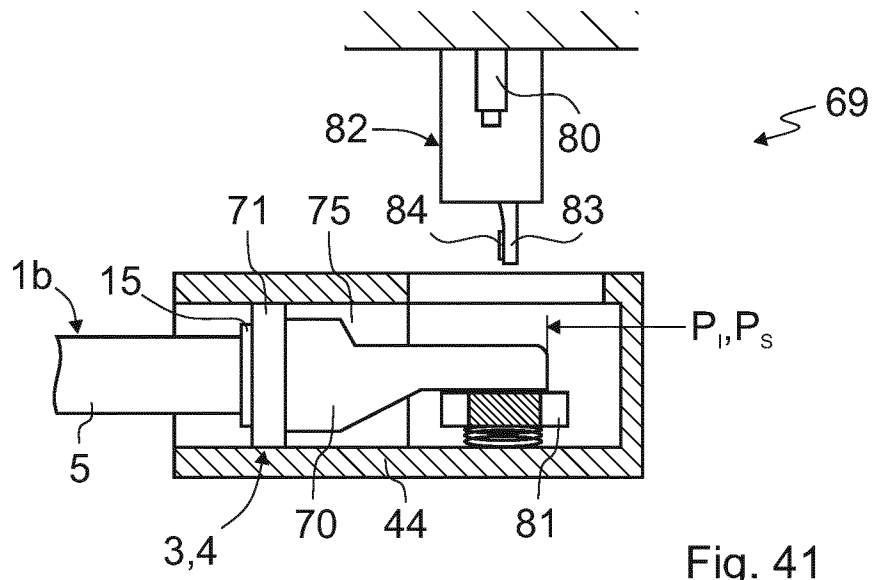
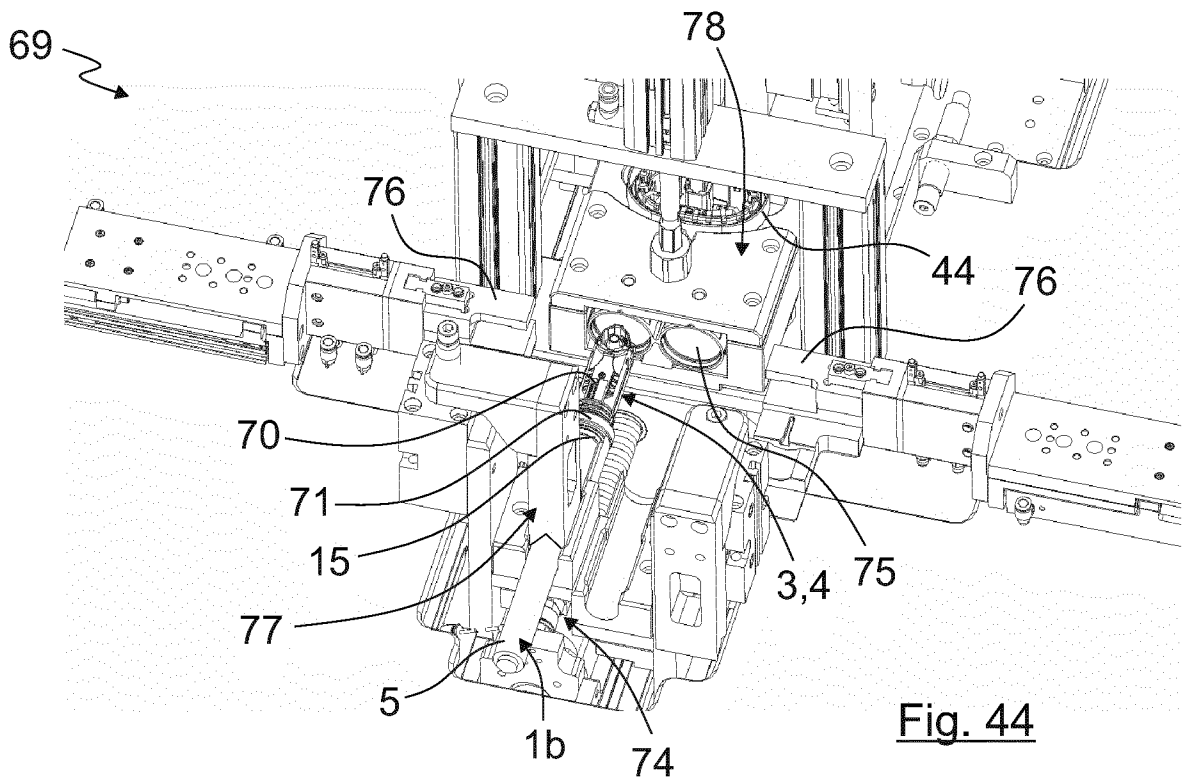
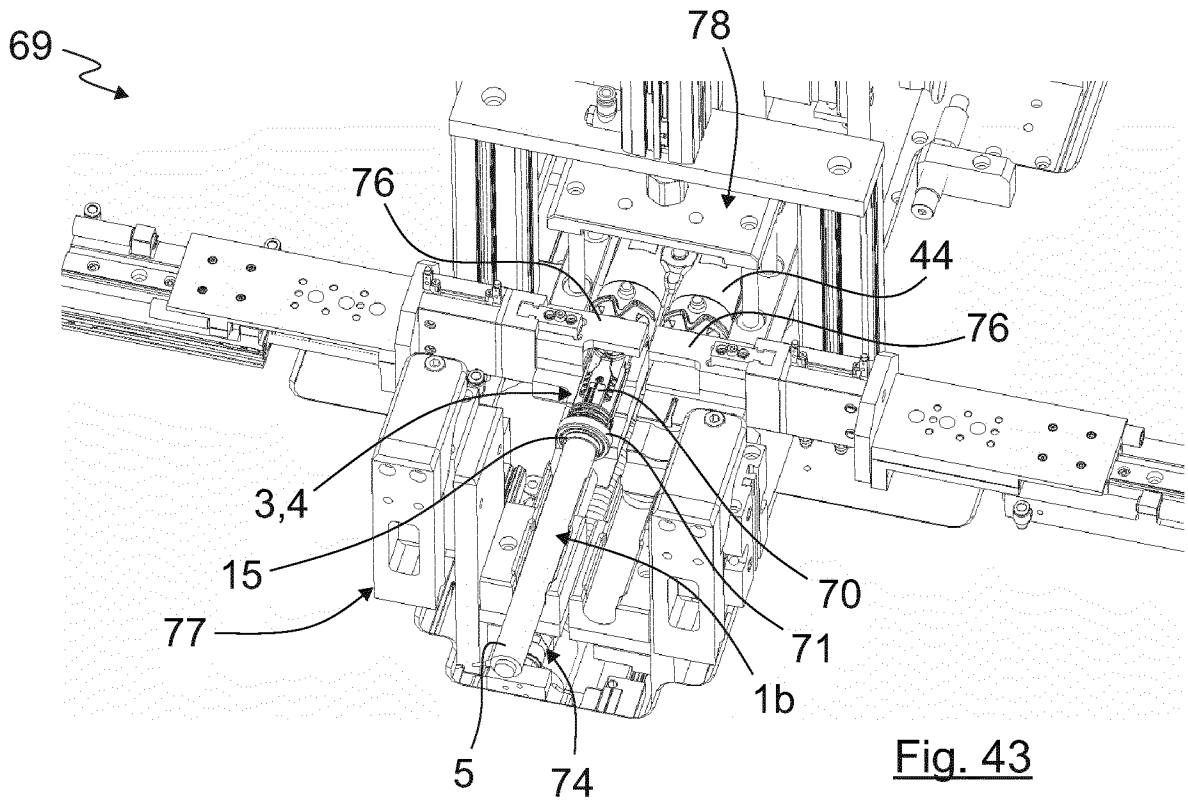


Fig. 38



18/37





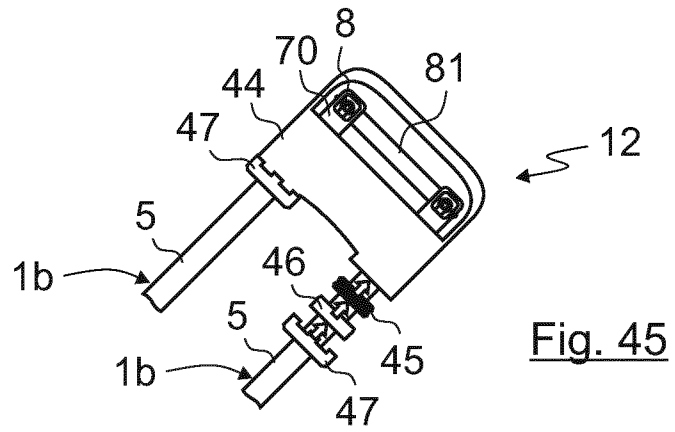


Fig. 45

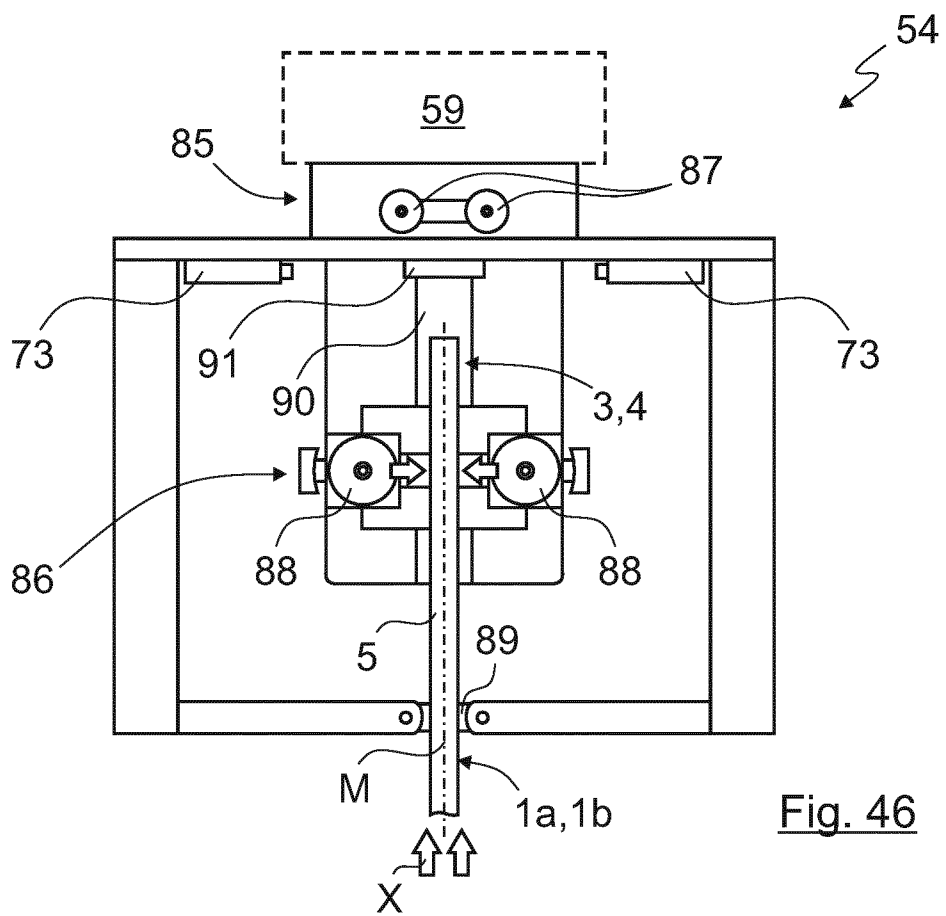
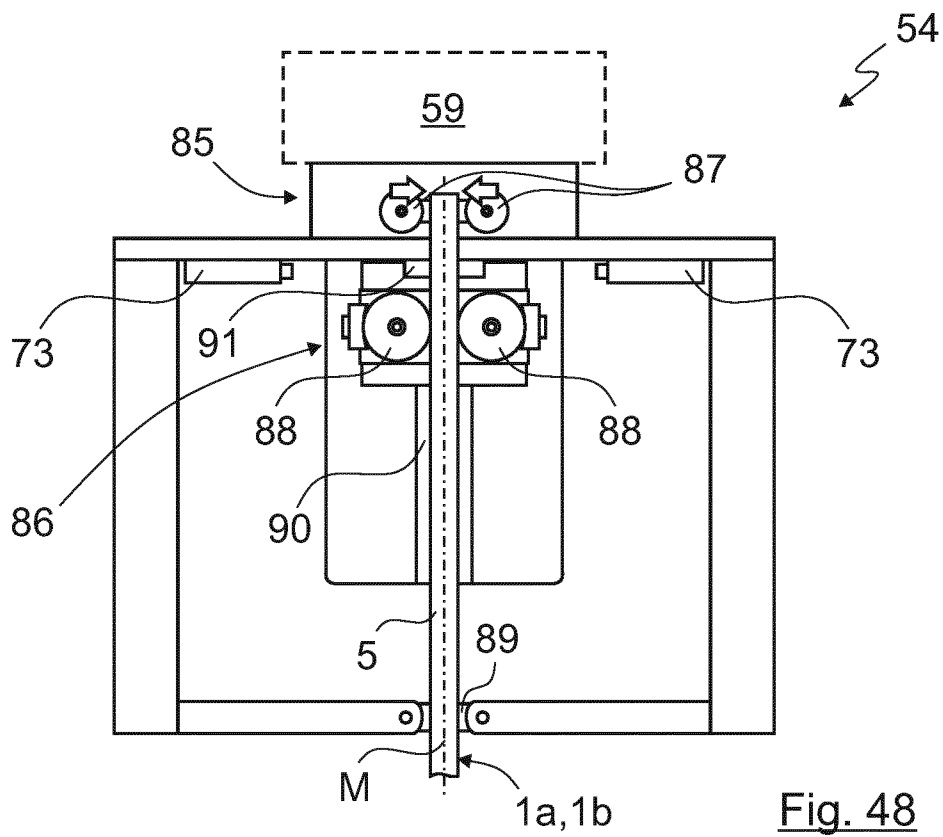
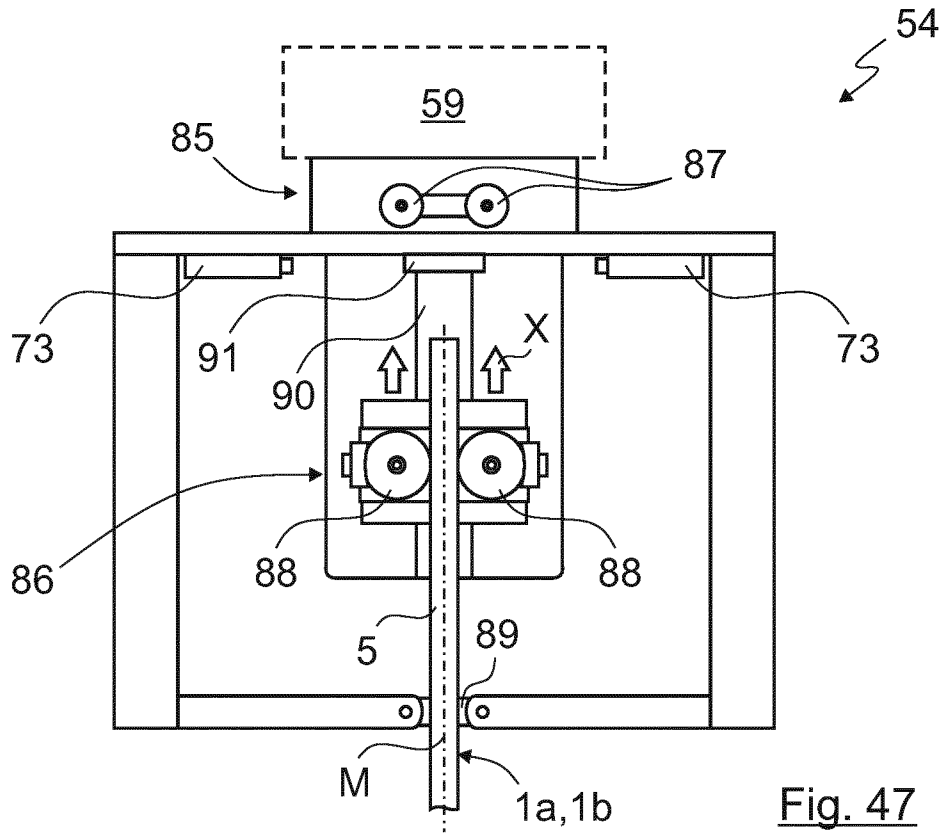
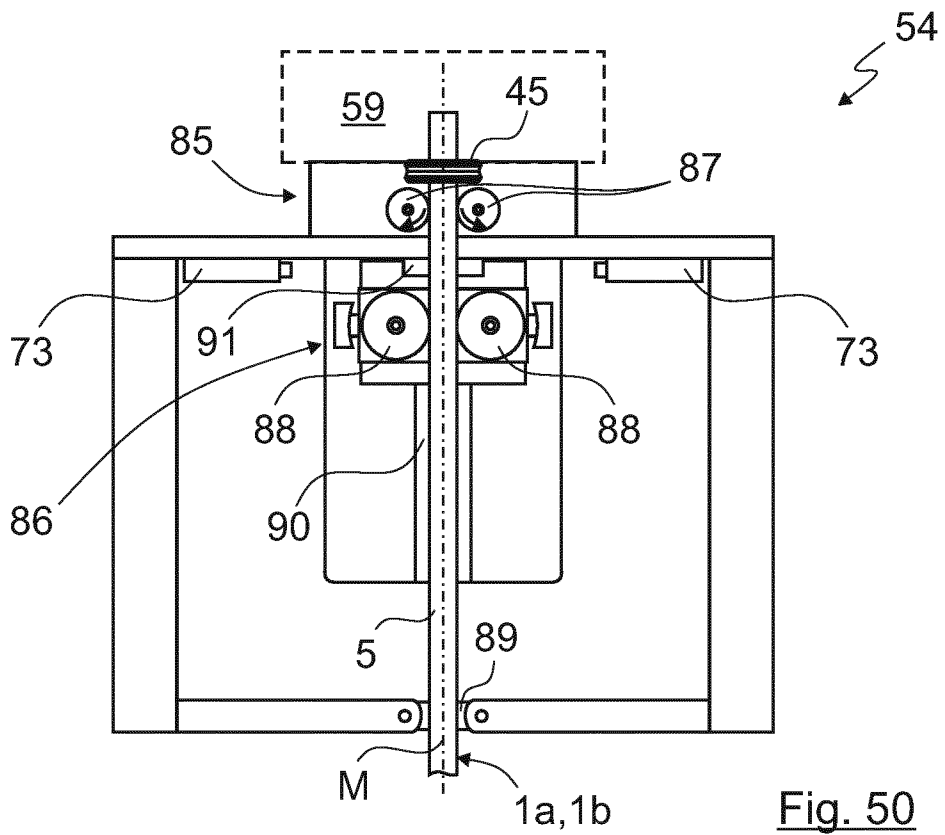
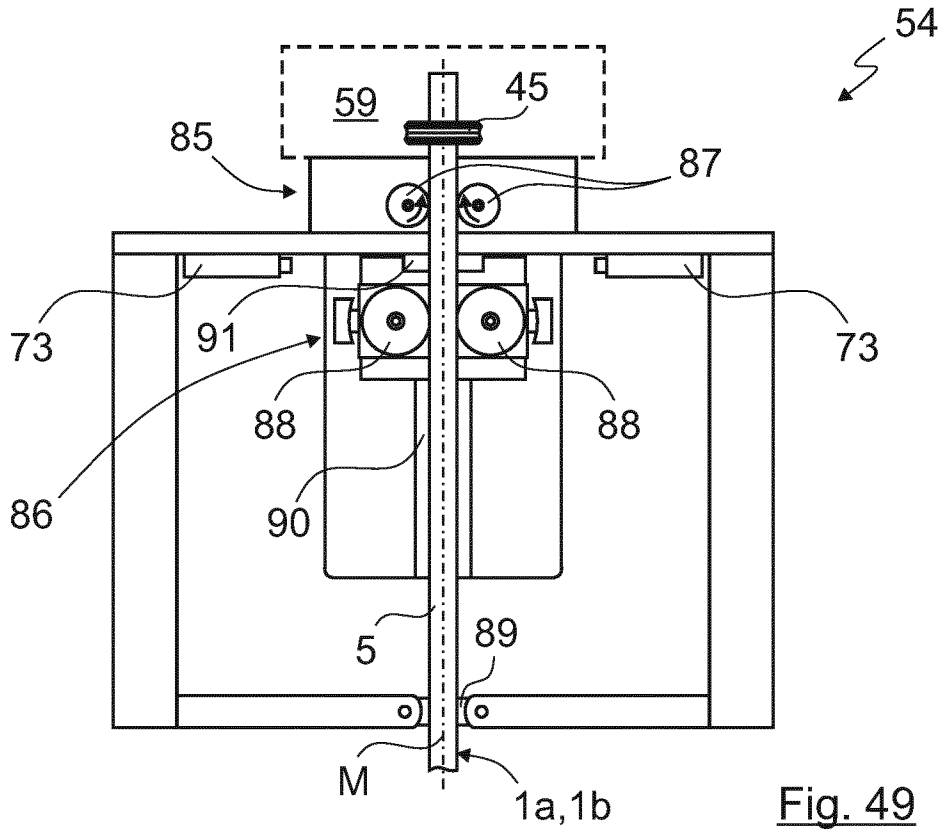
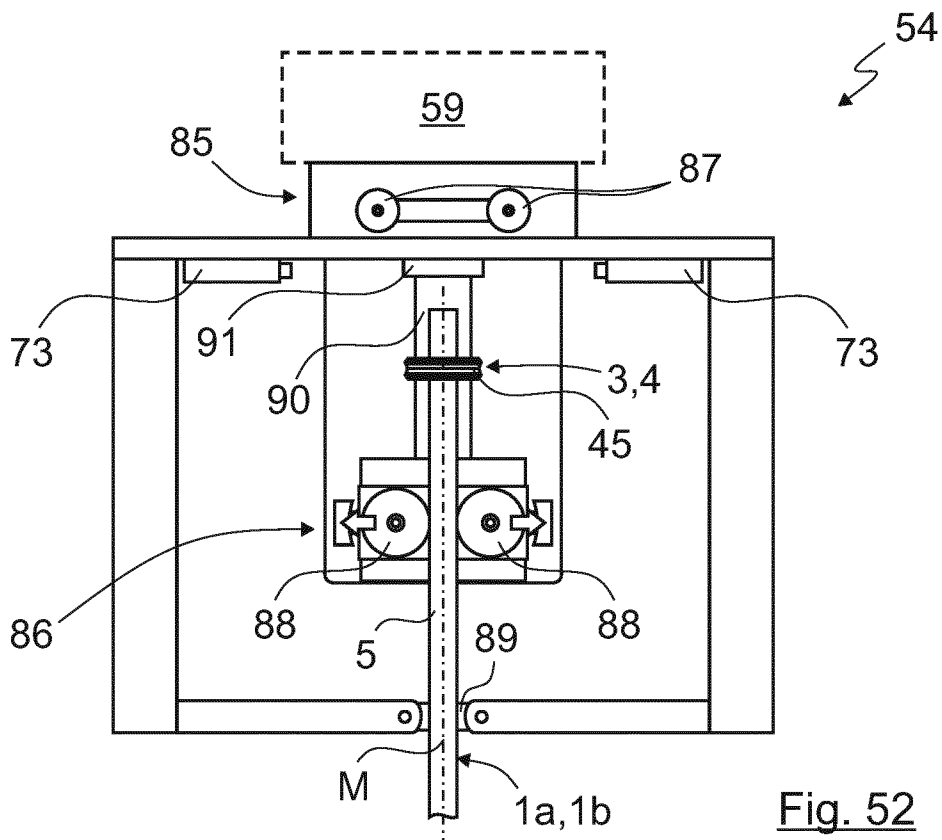
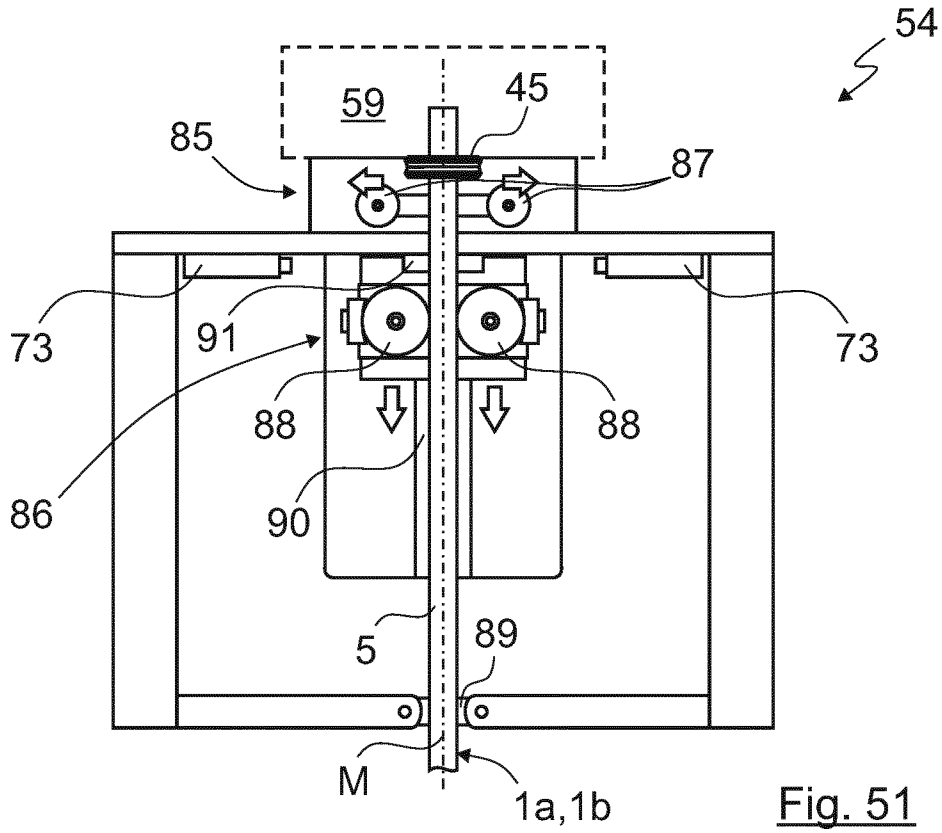


Fig. 46

21/37







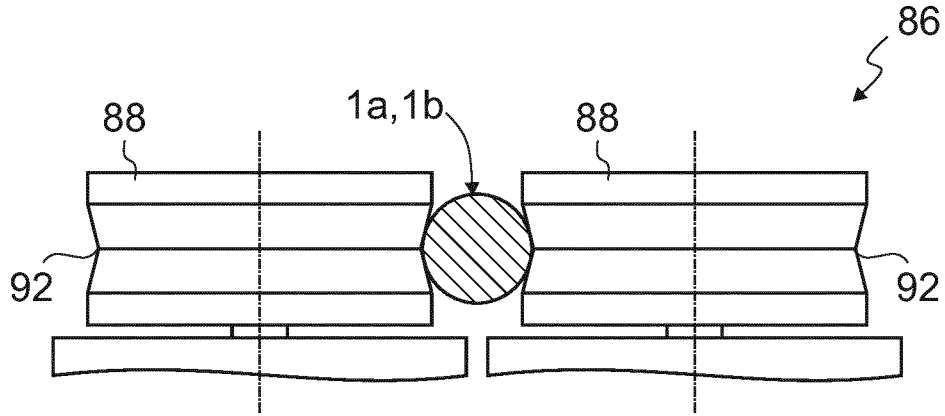


Fig. 53

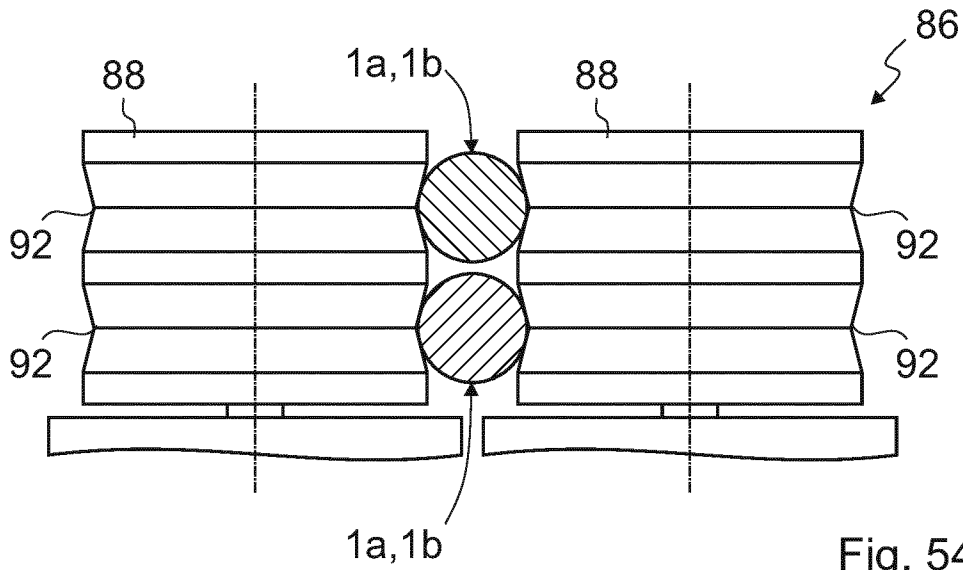


Fig. 54

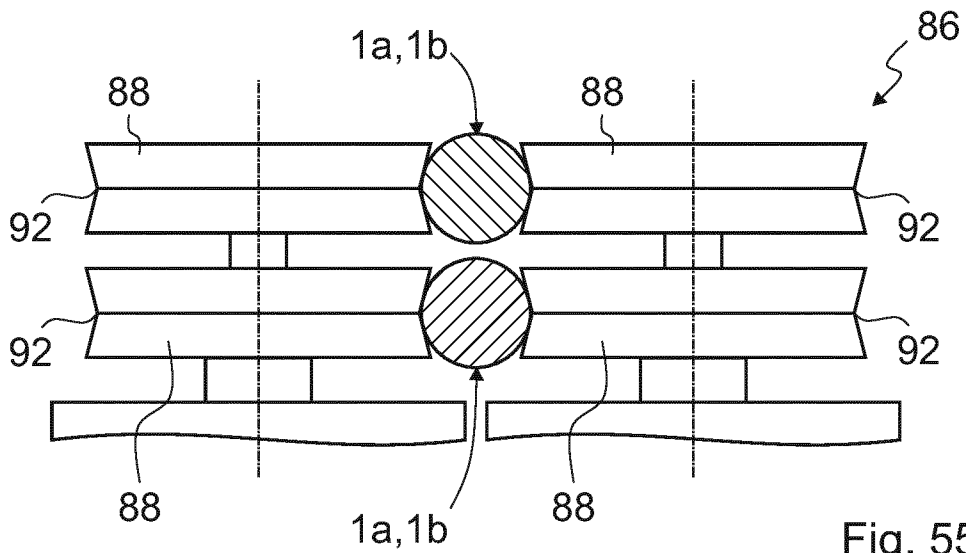


Fig. 55

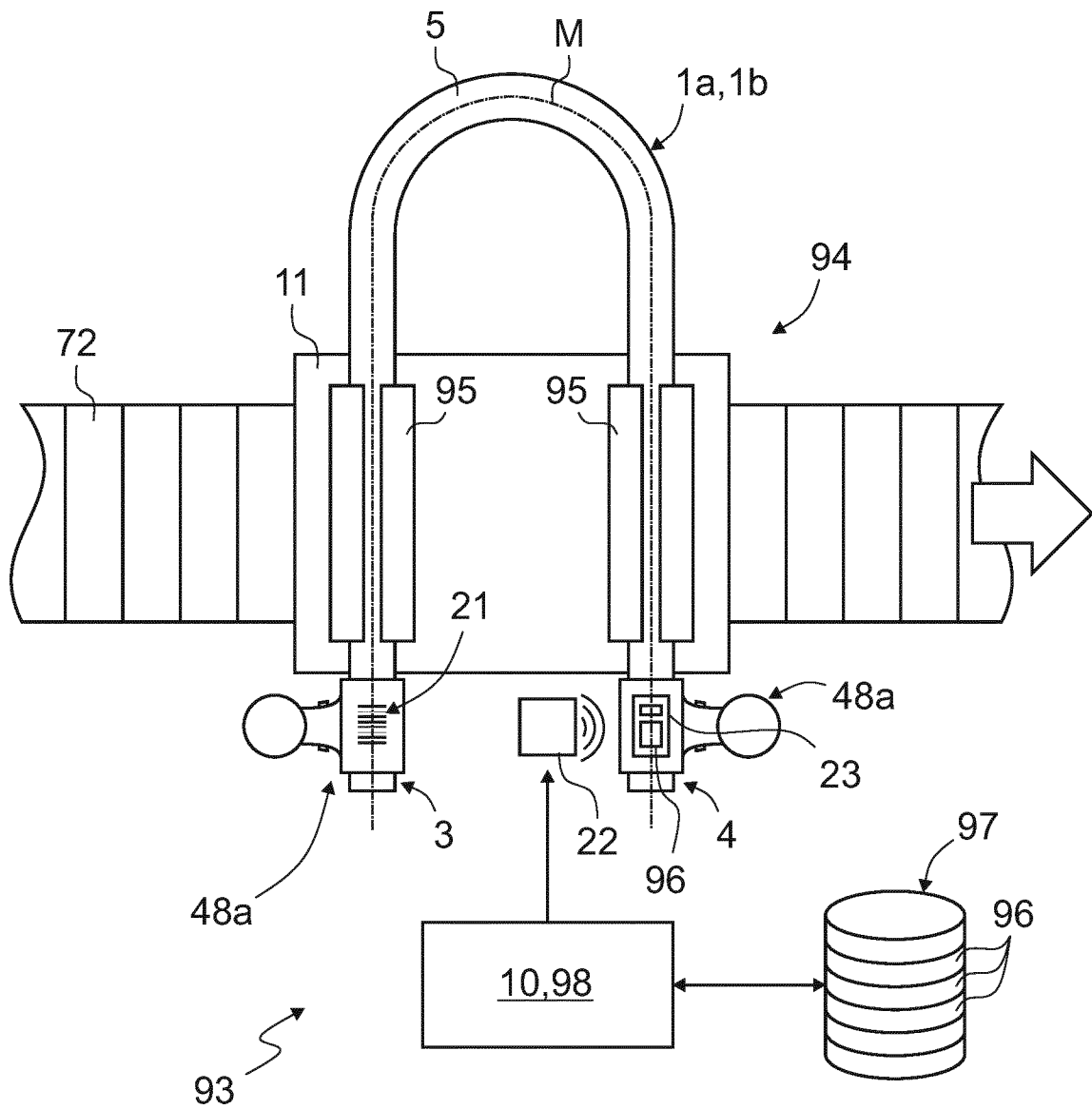


Fig. 56

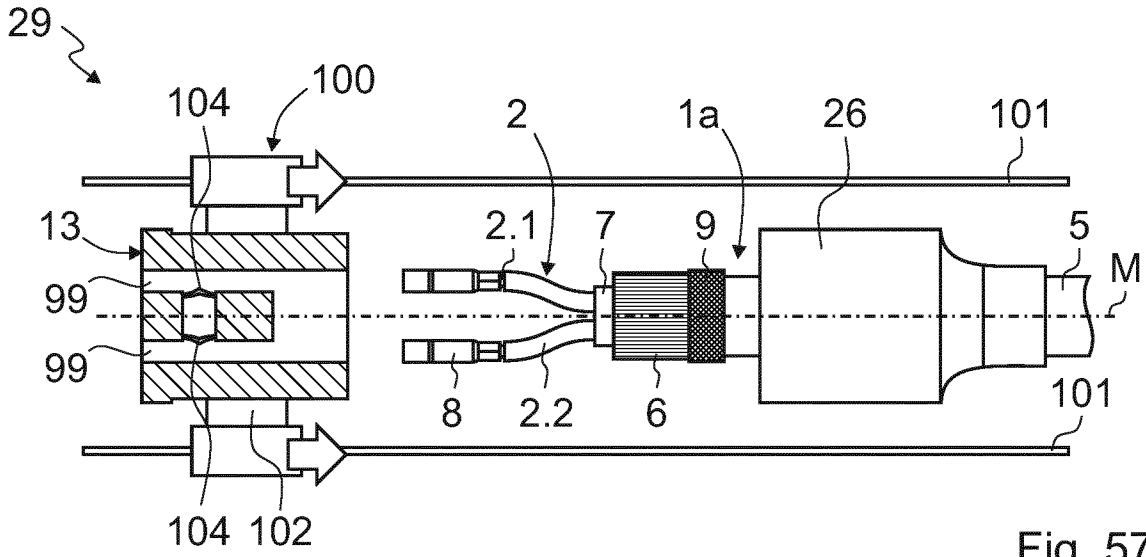


Fig. 57

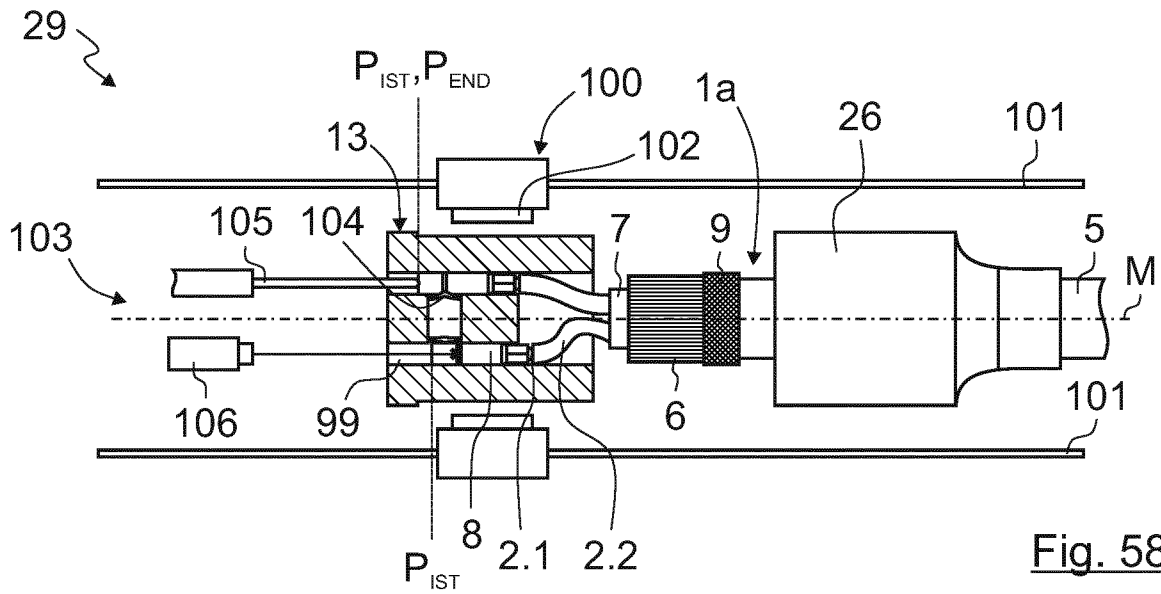


Fig. 58

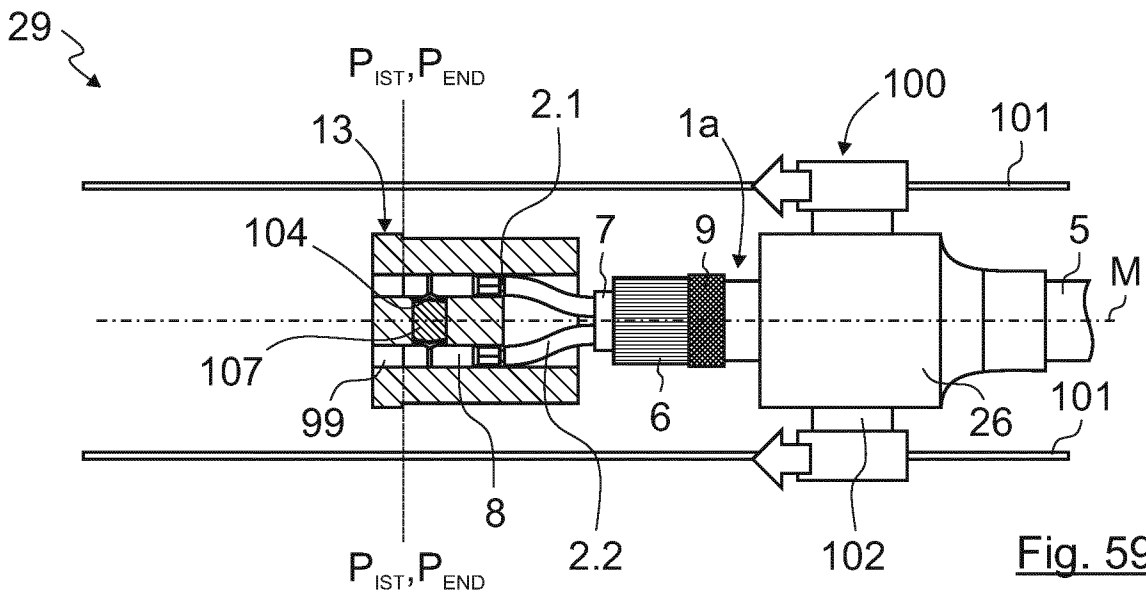
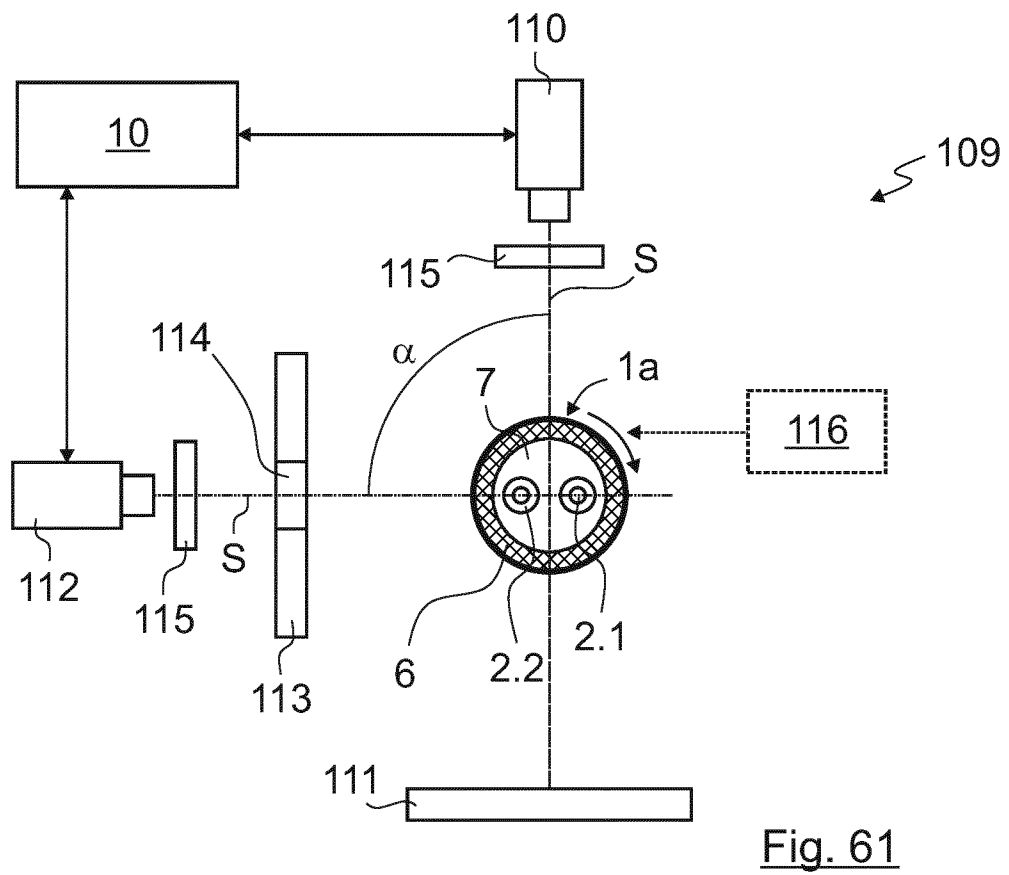
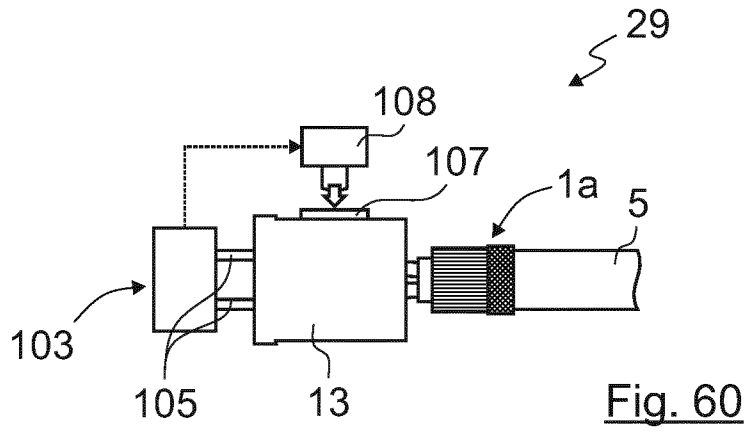


Fig. 59



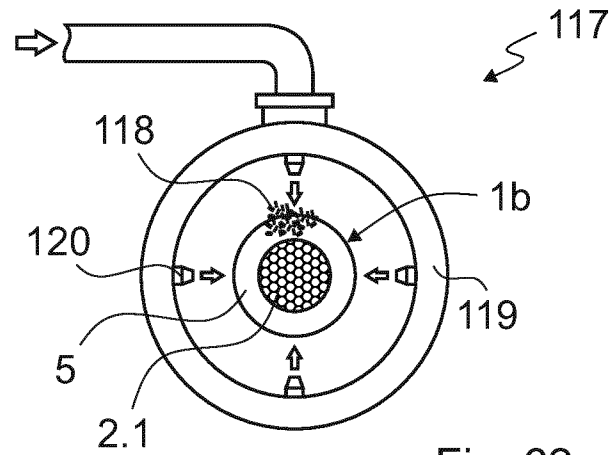


Fig. 62

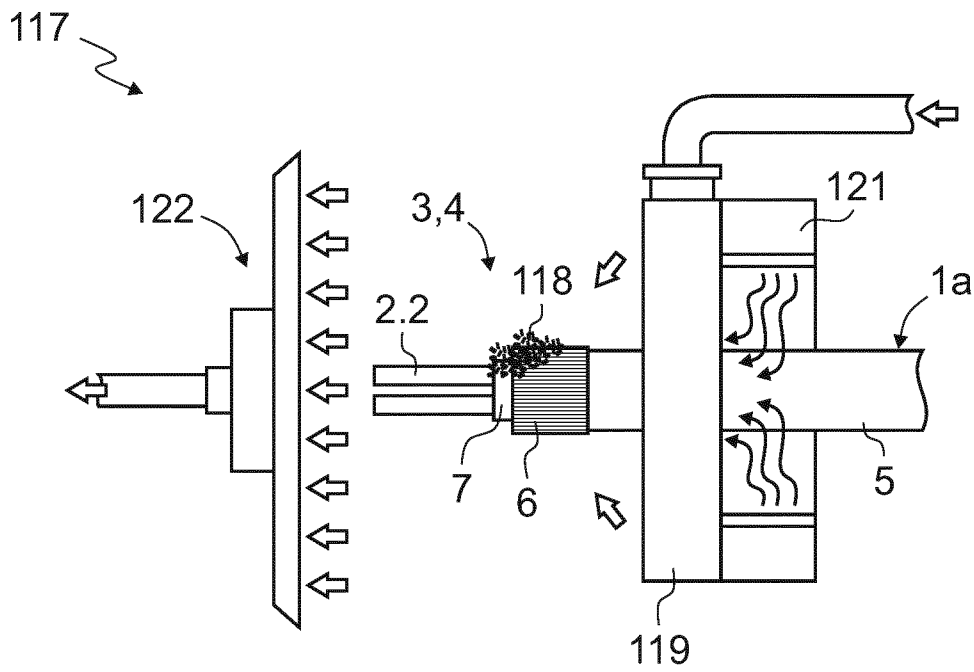
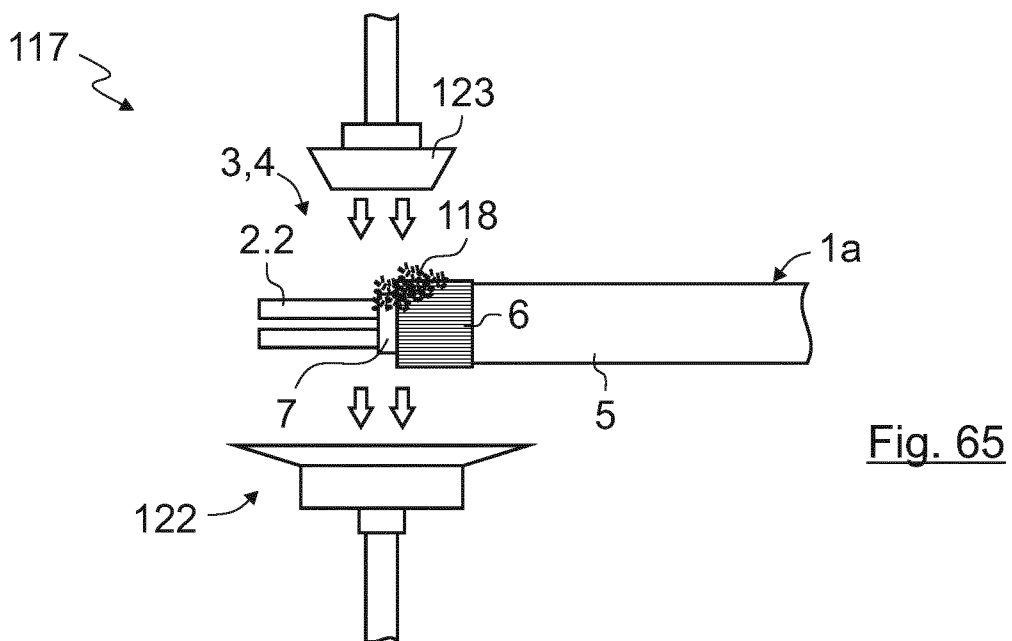
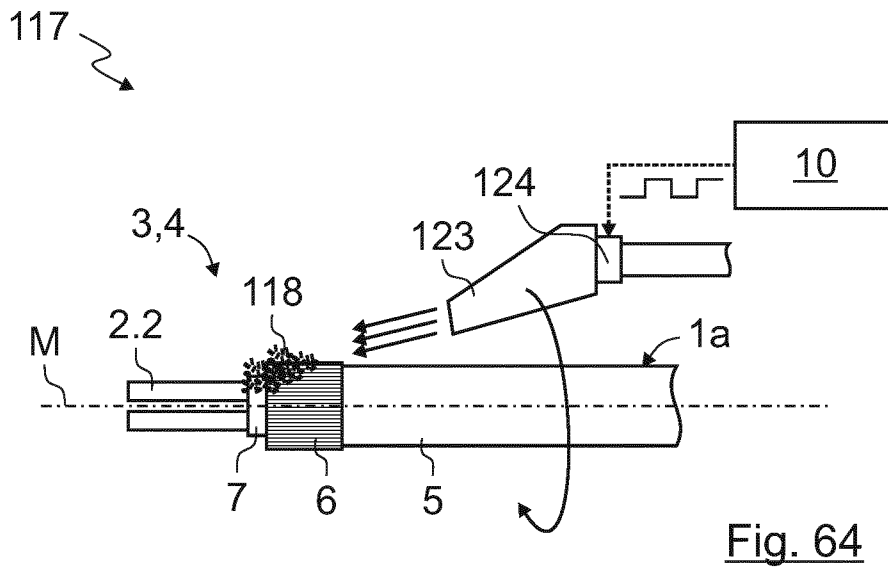


Fig. 63



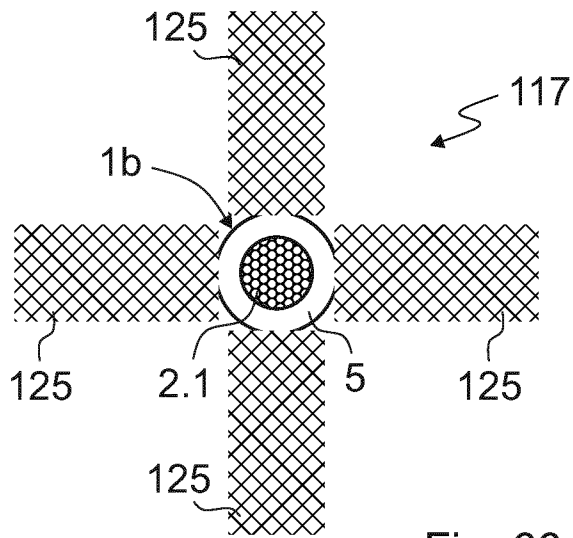


Fig. 66

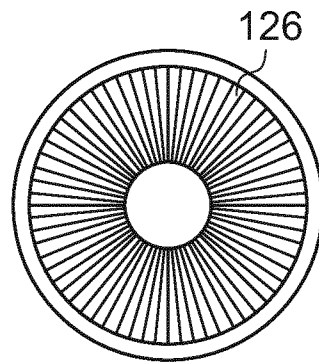


Fig. 67

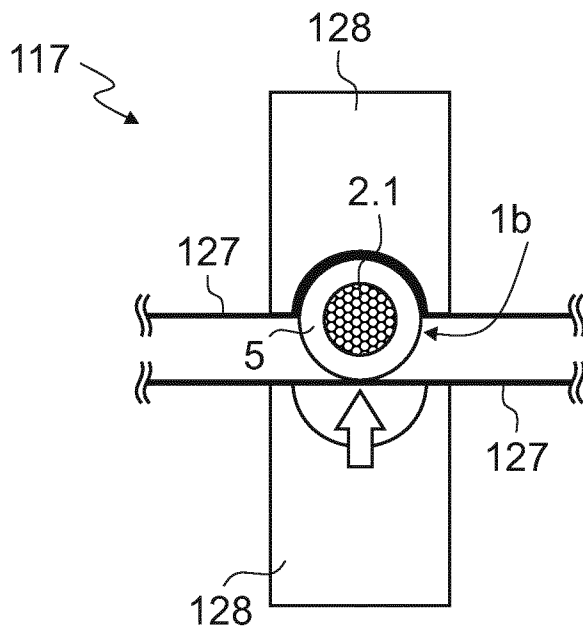


Fig. 68

31/37

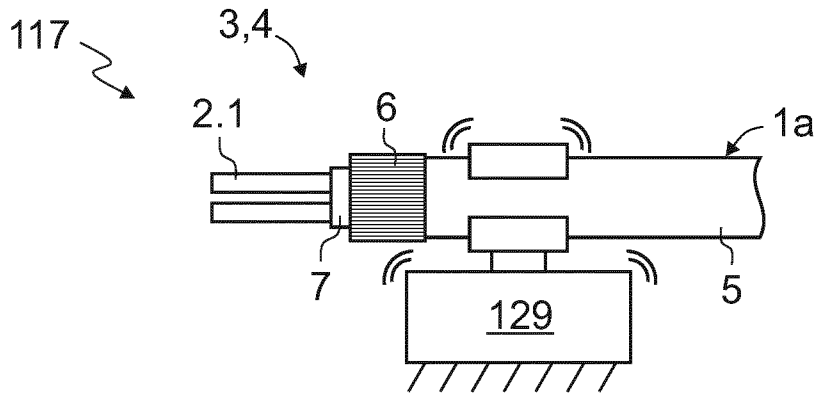


Fig. 69

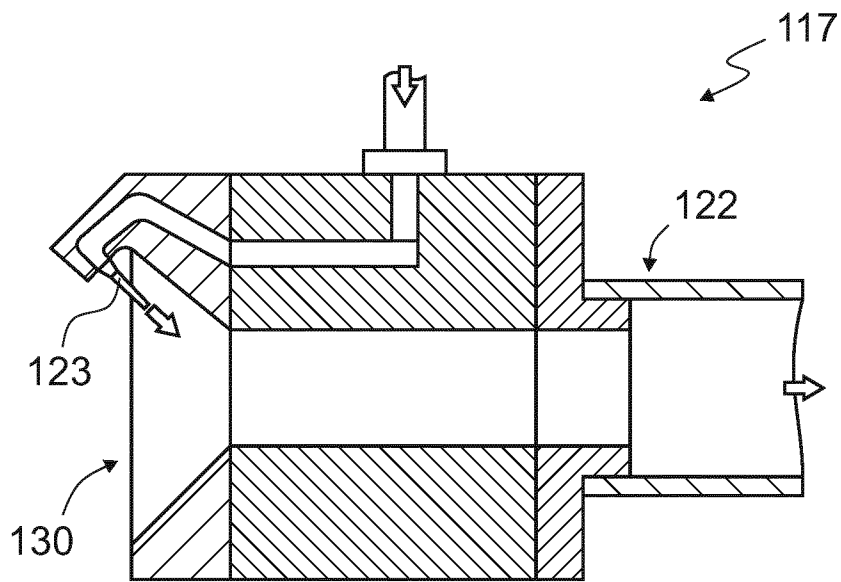


Fig. 70

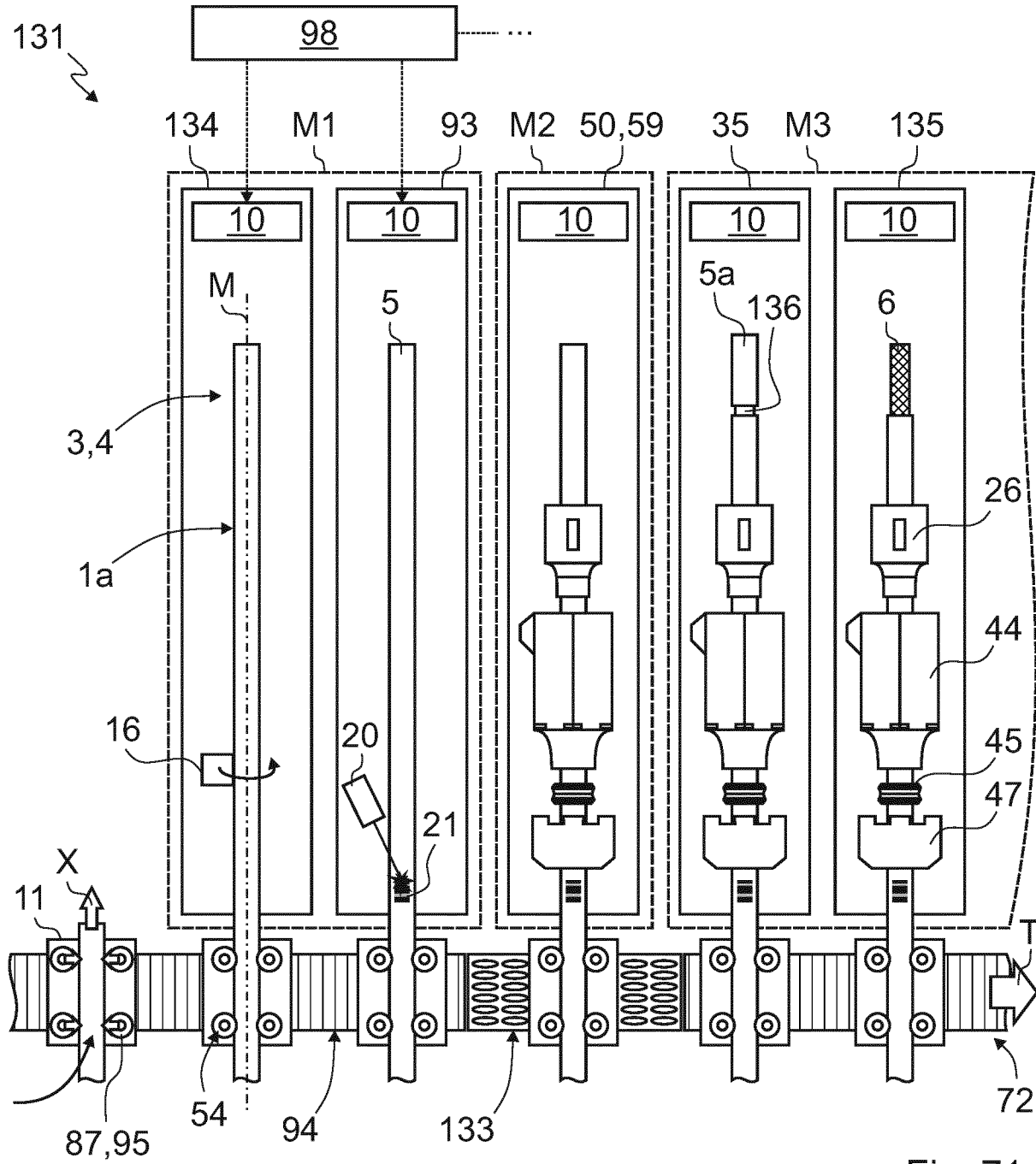


Fig. 71

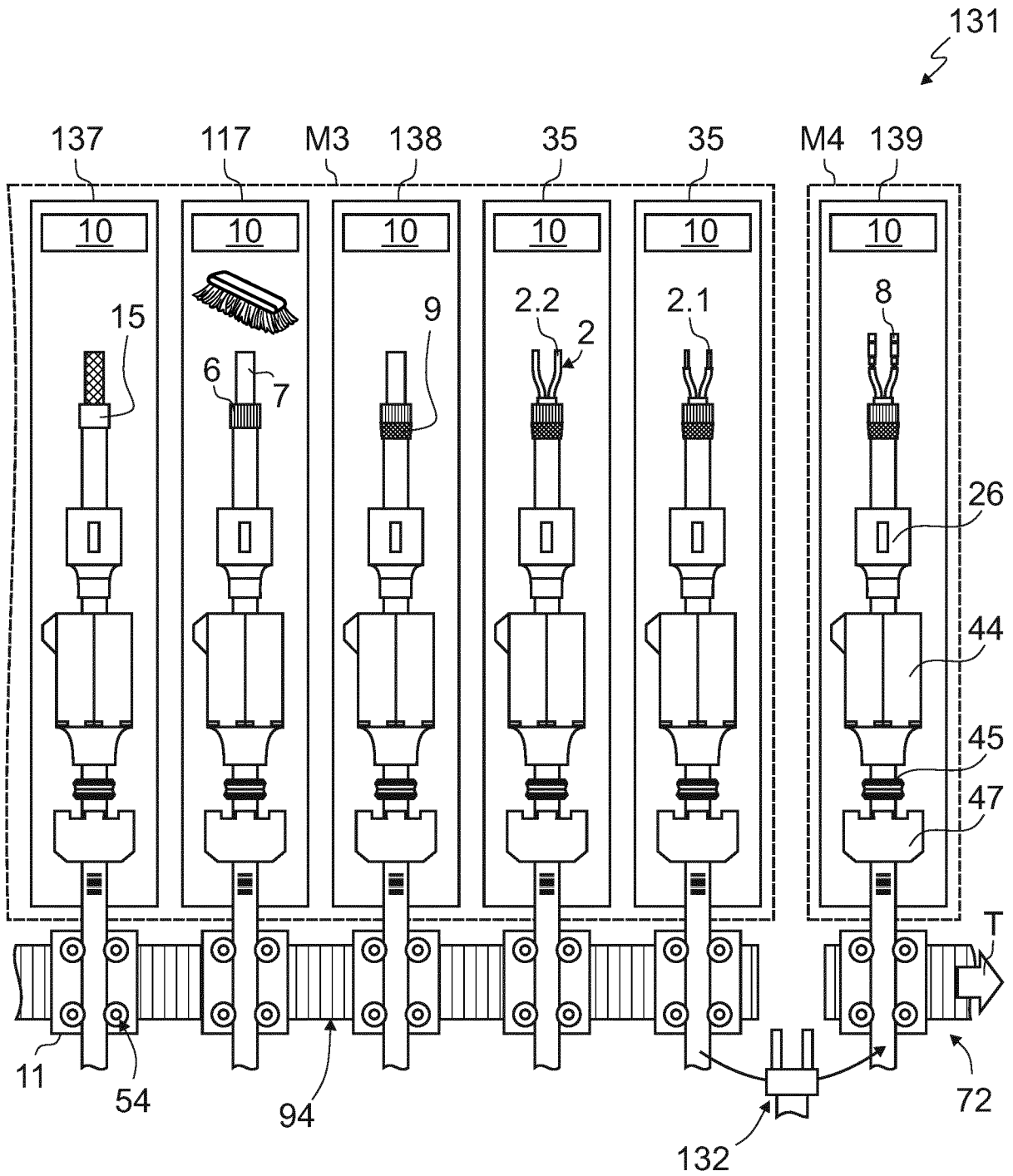


Fig. 72

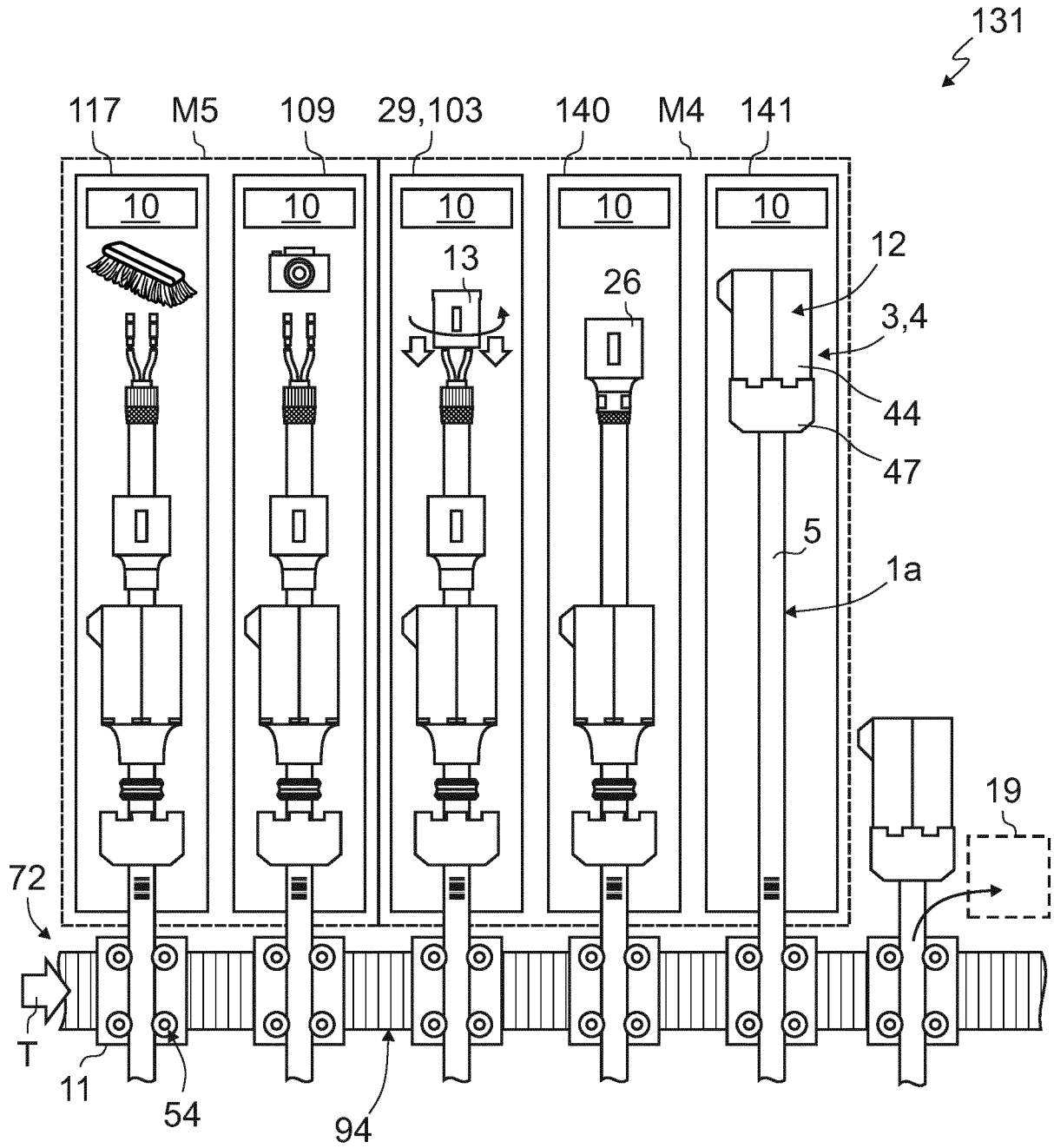


Fig. 73

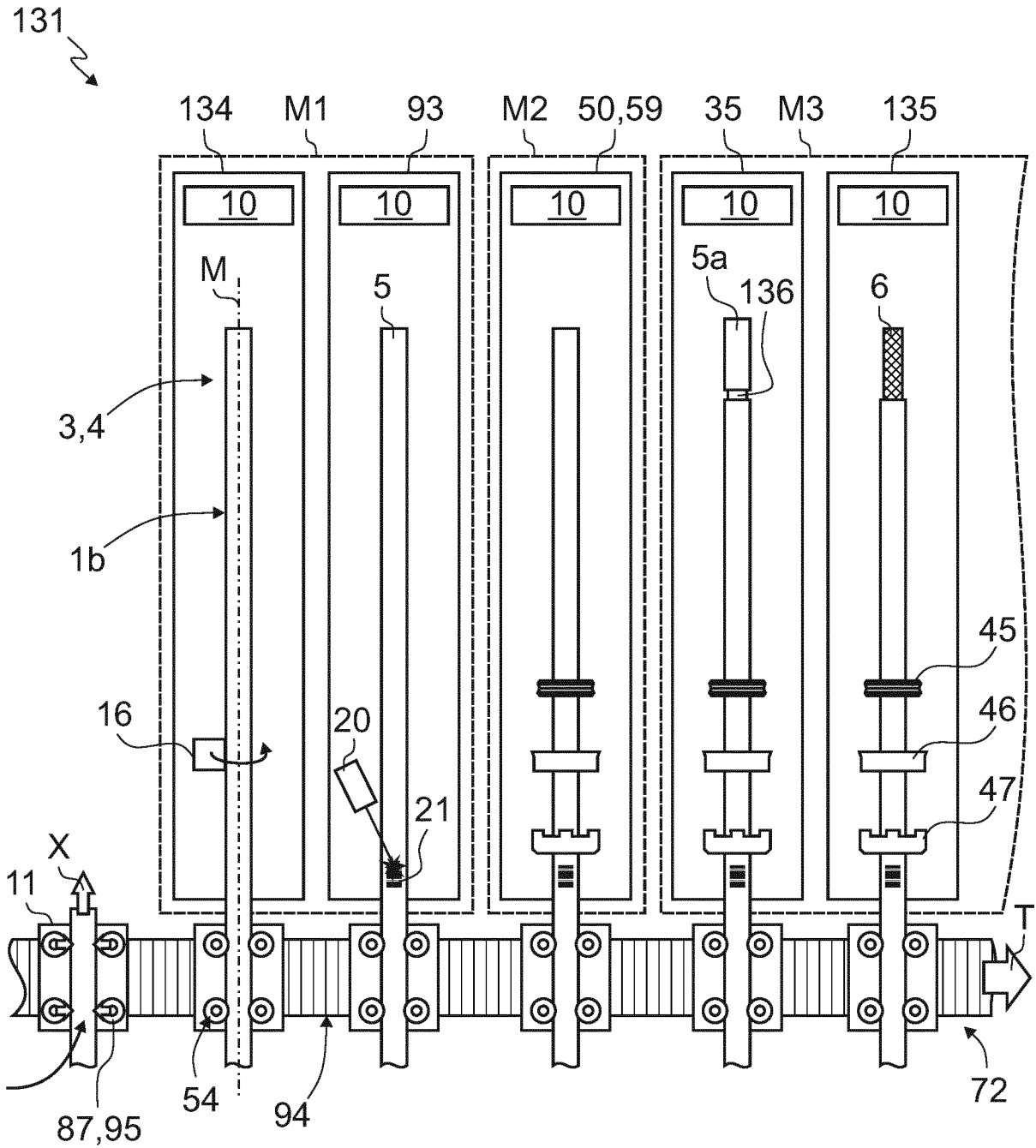


Fig. 74

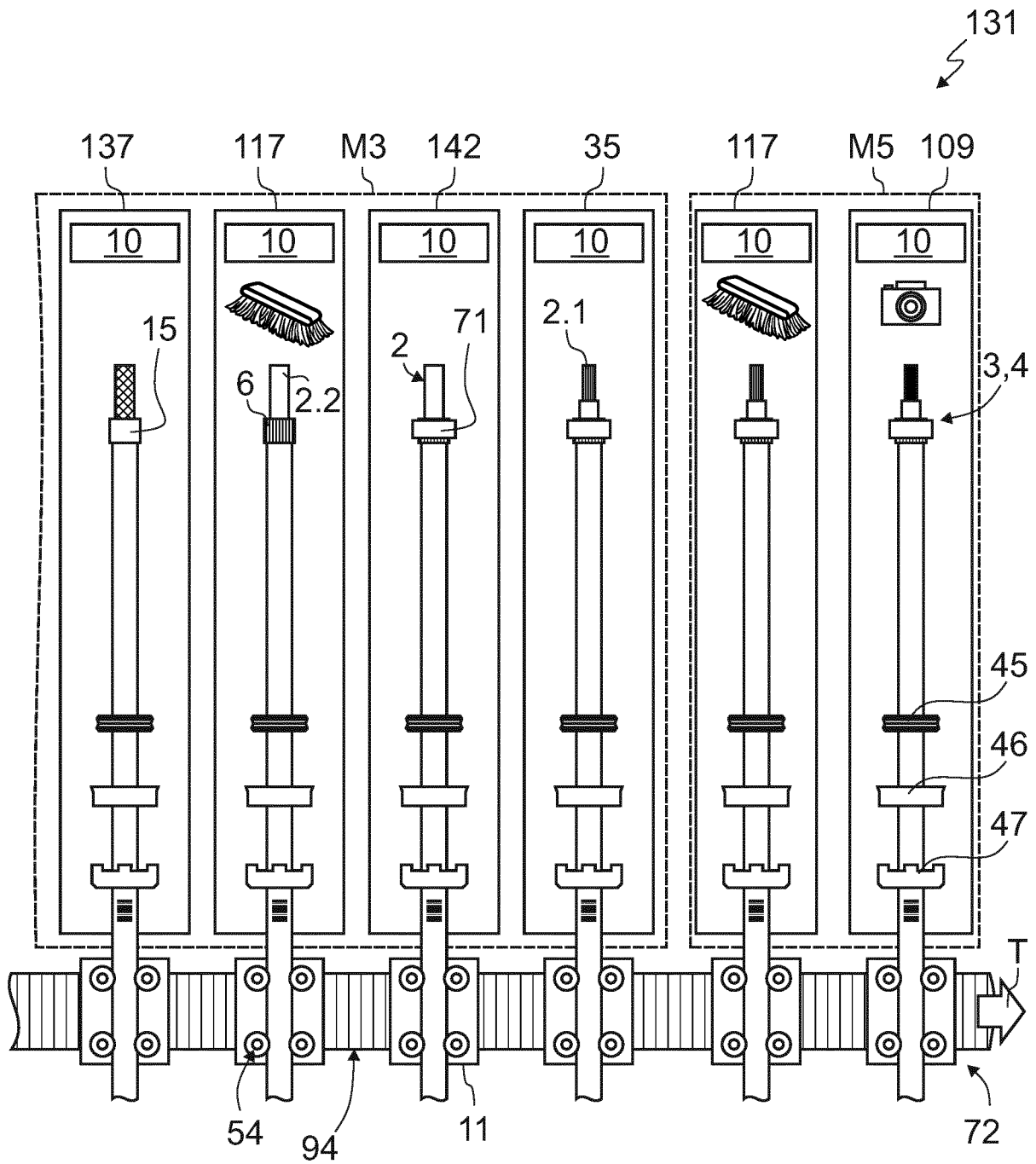


Fig. 75

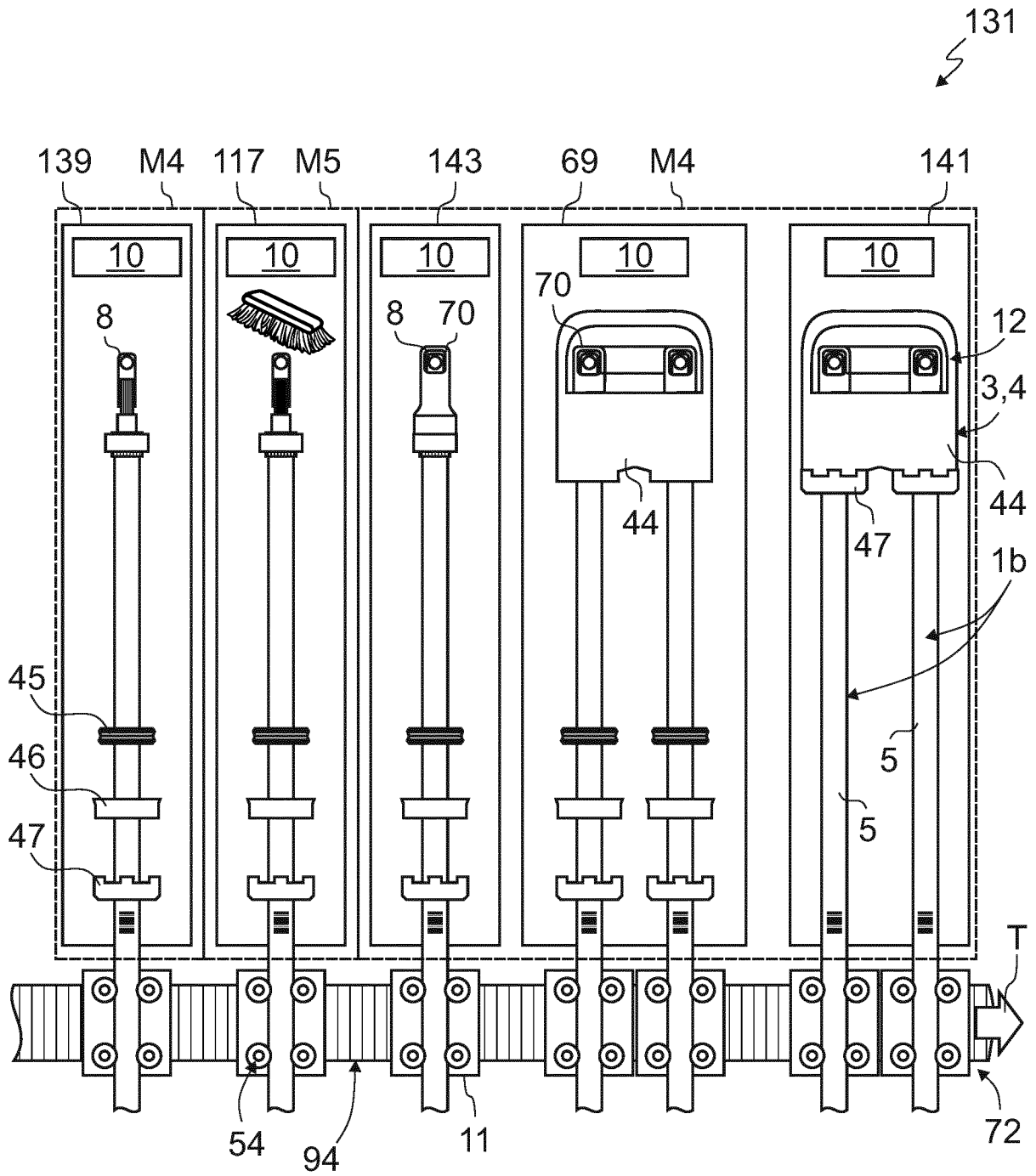


Fig. 76

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01R 43/048 (2006.01)i; H01R 43/20 (2006.01)i; H01R 43/28 (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01R		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4380117 A (BRANDEWIE JOSEPH E ET AL) 19 April 1983 (1983-04-19)	1, 3-7, 10, 11, 29, 31, 32
A	column 2, lines 19-32; figures 1-2D	23, 44
X	US 5208977 A (RICARD CLAUDE [FR]) 11 May 1993 (1993-05-11)	1, 3-5, 10, 11, 29, 31, 32
	column 9, lines 11-16; figure 1	
X	EP 3376612 A1 (BOEING CO [US]) 19 September 2018 (2018-09-19)	1, 5, 6, 29, 31, 32
	paragraphs [0012] - [0014]; figures 1, 2	
X	WO 03045616 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 05 June 2003 (2003-06-05)	1, 10, 11, 29
	claims 1, 2; figures 1, 2	
X	US 5606795 A (OHBA OSAMU [JP] ET AL) 04 March 1997 (1997-03-04)	1, 10, 11, 29
	column 9, line 59 - column 10, line 9; figure 2	
X	GB 2039806 A (LABINAL) 20 August 1980 (1980-08-20)	1, 10, 11, 29
	page 3, lines 31-38; figure 1	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 May 2020		Date of mailing of the international search report 24 July 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Jiménez, Jesús Telephone No.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1, 3-7, 10, 11, 23, 29, 31, 32, 44

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12) on a first end (3) and/or on a second end (4) of an electrical cable (1a, 1b) that has one or more inner conductors (2), said apparatus (131) comprising at least two independent processing modules for processing the cable (1a, 1b), a common conveying device (72) for conveying the cable (1a, 1b) between at least two of the processing modules along a direction of travel (T), and further devices for conveying the cable, and details about the conveying device.

2. claims: 1, 2, 8, 9, 29, 30, 33

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device with control elements.

3. claims: 1, 12-14, 29, 34, 35

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including an orientation module for orienting the inner conductors.

4. claims: 1, 15, 16, 29, 36, 37

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including a mounting module

5. claims: 1, 17, 18, 29, 38, 39

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including an insulation module

6. claims: 1, 19, 29, 40

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including a control unit for calculating the length of the cable and of the insulation

7. claims: 1, 20, 29, 41

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including a multi-equipment module for fitting plug components.

8. claims: 1, 21, 29, 42

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including a single-equipment module for equipping the cable with an elastic ring member.

9. claims: 1, 22, 29, 43

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including a pressing module for pressing the end (3, 4) of the cable (1a, 1b), which has been prefabricated with an inner conductor contacting element (8), along an advancing direction (X) into a corresponding socket (75) in a housing subassembly (44) of the plug (12).

10. claims: 1, 24, 29, 45

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including an equipment module for securing a mantle terminal (48a, 48b, 48c, 48d).

11. claims: 1, 25, 29, 46

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including a sensor module for detecting an axial actual position (PIST).

12. claims: 1, 26, 29, 47

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including a quality monitoring module (109) for monitoring the quality with which the cable end is processed.

13. claims: 1, 27, 29, 48

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including an information medium for identification purposes

14. claims: 1, 28, 29, 49

An apparatus (131) and a method for mounting an electrical plug (12), comprising processing modules and a common conveying device, including a cleaning module.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

15. claims: 1, 29, 50

A computer program product comprising program code means for carrying out a method according to any of claims 29 to 49.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1, 3-7, 10, 11, 23, 29, 31, 32, 44**

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/057691

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	4380117	A	19 April 1983	NONE	
US	5208977	A	11 May 1993	AT	125072 T 15 July 1995
				CA	2053010 A1 18 April 1992
				DE	69111182 T2 28 March 1996
				EP	0481901 A1 22 April 1992
				ES	2074683 T3 16 September 1995
				JP	2780883 B2 30 July 1998
				JP	H04298985 A 22 October 1992
				US	5208977 A 11 May 1993
EP	3376612	A1	19 September 2018	BR	102018003610 A2 30 October 2018
				CN	108631138 A 09 October 2018
				EP	3376612 A1 19 September 2018
				JP	2018196901 A 13 December 2018
				US	2018267498 A1 20 September 2018
WO	03045616	A1	05 June 2003	AU	2002350237 A1 10 June 2003
				EP	1461179 A1 29 September 2004
				JP	2005510837 A 21 April 2005
				JP	2008251539 A 16 October 2008
				US	2003100228 A1 29 May 2003
				US	2005204595 A1 22 September 2005
				US	2005210670 A1 29 September 2005
				WO	03045616 A1 05 June 2003
US	5606795	A	04 March 1997	JP	3056353 B2 26 June 2000
				JP	H06223646 A 12 August 1994
				PT	101420 A 31 January 1995
				TW	242712 B 11 March 1995
				US	5606795 A 04 March 1997
				US	5659949 A 26 August 1997
GB	2039806	A	20 August 1980	DE	3002330 A1 31 July 1980
				ES	487981 A1 01 July 1980
				FR	2447666 A1 22 August 1980
				GB	2039806 A 20 August 1980
				IT	1129769 B 11 June 1986
GB	1587342	A	01 April 1981	DE	2702188 A1 27 July 1978
				FR	2378424 A1 18 August 1978
				GB	1587342 A 01 April 1981
				JP	S53101695 A 05 September 1978
				NL	7800521 A 24 July 1978
				SE	422860 B 29 March 1982
				US	4145807 A 27 March 1979

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01R43/048 H01R43/20 H01R43/28 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01R		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 380 117 A (BRANDEWIE JOSEPH E ET AL) 19. April 1983 (1983-04-19)	1,3-7, 10,11, 29,31,32
A	Spalte 2, Zeilen 19-32; Abbildungen 1-2D -----	23,44
X	US 5 208 977 A (RICARD CLAUDE [FR]) 11. Mai 1993 (1993-05-11)	1,3-5, 10,11, 29,31,32
	Spalte 9, Zeilen 11-16; Abbildung 1 -----	
X	EP 3 376 612 A1 (BOEING CO [US]) 19. September 2018 (2018-09-19) Absätze [0012] - [0014]; Abbildungen 1,2 -----	1,5,6, 29,31,32
X	WO 03/045616 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 5. Juni 2003 (2003-06-05) Ansprüche 1,2; Abbildungen 1,2 -----	1,10,11, 29
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
25. Mai 2020		24/07/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Jiménez, Jesús

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 606 795 A (OHBA OSAMU [JP] ET AL) 4. März 1997 (1997-03-04) Spalte 9, Zeile 59 - Spalte 10, Zeile 9; Abbildung 2 -----	1,10,11, 29
X	GB 2 039 806 A (LABINAL) 20. August 1980 (1980-08-20) Seite 3, Zeilen 31-38; Abbildung 1 -----	1,10,11, 29
X	GB 1 587 342 A (GROTE & HARTMANN) 1. April 1981 (1981-04-01) Ansprüche 12,13; Abbildungen 1,2 -----	1,10,11, 29

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1, 3-7, 10, 11, 23, 29, 31, 32, 44

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1, 3-7, 10, 11, 23, 29, 31, 32, 44

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) auf einem ersten Kabelende (3) und/oder auf einem zweiten Kabelende (4) eines einen oder mehrere Innenleiter (2) aufweisenden elektrischen Kabels (1a, 1b), aufweisend wenigstens zwei voneinander unabhängige Bearbeitungsmodulare zur Bearbeitung des Kabels (1a, 1b) und eine gemeinsame Transporteinrichtung (72) zum Transport des Kabels (1a, 1b) zwischen zumindest zwei der Bearbeitungsmodulare entlang einer Transportrichtung (T) und weitere Einrichtungen zum Transport des Kabels und Details der Transporteinrichtung.

2. Ansprüche: 1, 2, 8, 9, 29, 30, 33

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodulare und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit Steuerelemente.

3. Ansprüche: 1, 12-14, 29, 34, 35

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodulare und eine gemeinsame Transporteinrichtung, mit einem Ausrichtungsmodul zur Ausrichtung der Innenleiter.

4. Ansprüche: 1, 15, 16, 29, 36, 37

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodulare und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einem Montagemodul

5. Ansprüche: 1, 17, 18, 29, 38, 39

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodulare und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einem Abisoliermodul

6. Ansprüche: 1, 19, 29, 40

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Bearbeitungsmodule und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit Steuereinheit, um die Länge des Kabels und der Abisolierung zu berechnen

7. Ansprüche: 1, 20, 29, 41

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodule und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einem Mehrfachbestückungsmodul um Steckverbinderkomponente zu bestücken.

8. Ansprüche: 1, 21, 29, 42

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodule und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einem Einzelbestückungsmodul, um das Kabel mit einem elastischen Ringkörper zu bestücken.

9. Ansprüche: 1, 22, 29, 43

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodule und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einem Einpressmodul, um das mit einem Innenleiterkontaktelement (8) vorkonfektionierte Kabelende (3, 4) des Kabels (1a, 1b) entlang einer Vorschubrichtung (X) in einen korrespondierenden Steckplatz (75) einer Gehäusebaugruppe (44) des Steckverbinders (12) einzupressen.

10. Ansprüche: 1, 24, 29, 45

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodule und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einer Bestückungseinheit, um eine Mantelklemme (48a, 48b, 48c, 48d) zu befestigen.

11. Ansprüche: 1, 25, 29, 46

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodule und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einem Sensormodul, um eine axiale Istposition (PIST) zu erfassen.

12. Ansprüche: 1, 26, 29, 47

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodule und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einem Qualitätsüberwachungsmodul (109) zur Qualitätsüberwachung der Bearbeitung des Kabelendes .

13. Ansprüche: 1, 27, 29, 48

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodule und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einem Informationsträger zur Identifizierung

14. Ansprüche: 1, 28, 29, 49

Vorrichtung (131) und Verfahren zur Montage eines elektrischen Steckverbinders (12) aufweisend Bearbeitungsmodule und eine gemeinsame Transporteinrichtung mit einem Reinigungsmodul.

15. Ansprüche: 1, 29, 50

Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 29 bis 49 durchzuführen.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/057691

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4380117	A	19-04-1983	KEINE
US 5208977	A	11-05-1993	AT 125072 T 15-07-1995 CA 2053010 A1 18-04-1992 DE 69111182 T2 28-03-1996 EP 0481901 A1 22-04-1992 ES 2074683 T3 16-09-1995 JP 2780883 B2 30-07-1998 JP H04298985 A 22-10-1992 US 5208977 A 11-05-1993
EP 3376612	A1	19-09-2018	BR 102018003610 A2 30-10-2018 CN 108631138 A 09-10-2018 EP 3376612 A1 19-09-2018 JP 2018196901 A 13-12-2018 US 2018267498 A1 20-09-2018
WO 03045616	A1	05-06-2003	AU 2002350237 A1 10-06-2003 EP 1461179 A1 29-09-2004 JP 2005510837 A 21-04-2005 JP 2008251539 A 16-10-2008 US 2003100228 A1 29-05-2003 US 2005204595 A1 22-09-2005 US 2005210670 A1 29-09-2005 WO 03045616 A1 05-06-2003
US 5606795	A	04-03-1997	JP 3056353 B2 26-06-2000 JP H06223646 A 12-08-1994 PT 101420 A 31-01-1995 TW 242712 B 11-03-1995 US 5606795 A 04-03-1997 US 5659949 A 26-08-1997
GB 2039806	A	20-08-1980	DE 3002330 A1 31-07-1980 ES 487981 A1 01-07-1980 FR 2447666 A1 22-08-1980 GB 2039806 A 20-08-1980 IT 1129769 B 11-06-1986
GB 1587342	A	01-04-1981	DE 2702188 A1 27-07-1978 FR 2378424 A1 18-08-1978 GB 1587342 A 01-04-1981 JP S53101695 A 05-09-1978 NL 7800521 A 24-07-1978 SE 422860 B 29-03-1982 US 4145807 A 27-03-1979