



(10) **DE 10 2019 119 468 A1** 2020.10.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 119 468.7**

(22) Anmeldetag: **18.07.2019**

(43) Offenlegungstag: **29.10.2020**

(51) Int Cl.: **H01R 43/28 (2006.01)**

H01B 13/012 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2019 110 572.2 24.04.2019

(71) Anmelder:

**Metzner Maschinenbau GmbH, 89231 Neu-Ulm,
DE**

(74) Vertreter:

**Lorenz & Kollegen Patentanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB, 89522
Heidenheim, DE**

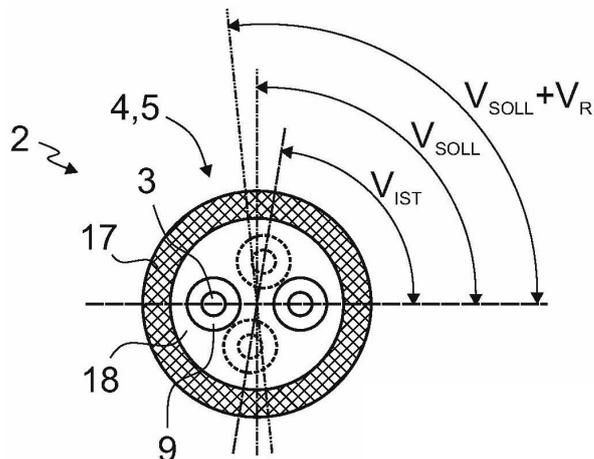
(72) Erfinder:

**Sorg, Manfred, 89079 Ulm, DE; Maier, Pascal,
89077 Ulm, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren, Vorrichtung und System zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels (2), aufweisend wenigstens zwei Innenleiter (3), die sich von einem ersten Kabelende (4) zu einem zweiten Kabelende (5) erstrecken, wonach eine Steuereinheit (20) eine Istverdrehung (V_{IST}) und eine Sollverdrehung (V_{SOLL}) zwischen den aus dem jeweiligen Kabelende (4, 5) austretenden Innenleiterenden (3.1) erfasst. Die Istverdrehung (V_{IST}) wird an die Sollverdrehung (V_{SOLL}) angeglichen, indem die Innenleiter (3) an zumindest einem der Kabelenden (4, 5) verdreht werden. Die Verdrehung wird fixiert, indem ein die Innenleiterenden (3.1) in sich aufnehmender Kontaktteileträger (11) eines auf dem zugeordneten Kabelende (4, 5) zu montierenden elektrischen Steckverbinders an einem Kabelmantel (12) des Kabels (2) verdrehsicher festgelegt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels, aufweisend wenigstens zwei Innenleiter, die sich von einem ersten Kabelende zu einem zweiten Kabelende erstrecken. Die Erfindung betrifft im Rahmen des erfindnerischen Gesamtkonzepts außerdem auch ein Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels, aufweisend einen einzigen Innenleiter, der sich von einem ersten Kabelende zu einem zweiten Kabelende erstreckt.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels, aufweisend eine Steuereinheit, eine Aktuatoreinrichtung und ein Presswerkzeug. Im Rahmen des erfindungsgemäßen Gesamtkonzepts betrifft die Erfindung außerdem auch eine Vorrichtung zur Konfektionierung eines einen einzigen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels, aufweisend ein erstes Mittel zur verdrehsicheren Befestigung eines ersten Kontaktelements und ein zweites Mittel zur verdrehsicheren Befestigung eines zweiten Kontaktelements, und eine Steuereinheit.

[0003] Die Erfindung betrifft außerdem ein Computerprogrammprodukt und ein System zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels.

[0004] Bei der Konfektionierung von Kabeln werden deren Leiter typischerweise mit einem Steckverbinder verbunden, um anschließend elektrische Verbindungen mit anderen Kabeln bzw. Leitern, die korrespondierende Steckverbinder bzw. Gegensteckverbinder aufweisen, herstellen zu können. Bei einem Steckverbinder bzw. Gegensteckverbinder kann es sich 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.

[0005] 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.

[0006] 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.

[0007] Eine weitere Anforderung an Steckverbinder für die Automobilindustrie besteht darin, dass diese in hohen Stückzahlen wirtschaftlich herstellbar sein müssen. Eine möglichst vollautomatisierte Kabelkonfektionierung ist aus diesem Grunde insbesondere zur Konfektionierung von Kabeln für die Automobilindustrie vorzuziehen. So müssen entsprechende Fertigungsstraßen etabliert werden, um die geforderten Stückzahlen bei gleichzeitig hoher Qualität zu erreichen.

[0008] Insbesondere wenn ein elektrisches 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 Ausrichtung der Steckverbinder zueinander im Rahmen der Kabelkonfektionierung zu beachten. Die Berücksichtigung einer Sollverdrehung bei der Kabelkonfektionierung gestaltet sich insbesondere im Rahmen einer automatisierten bzw. vollautomatisierten Kabelkonfektionierung als schwierig. Ferner gilt es Vorgaben des Kabelherstellers und Sicherheitsvorgaben zu beachten, die die Möglichkeiten hinsichtlich der Verdrehung von Innenleitern des Kabels einschränken können.

[0009] In Anbetracht des bekannten Stands der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels bereitzustellen, bei dem insbesondere eine relative Orientierung von auf den jeweiligen Kabelenden zu montierenden elektrischen Steckverbindern, vorzugsweise im Rahmen einer automatisierten Kabelkonfektionierung, sichergestellt werden kann.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung bereitzustellen, bei der insbesondere eine relative Orientierung von auf den jeweiligen Kabelenden zu montierenden elektrischen Steckverbindern, vorzugsweise im Rahmen einer automatisierten Kabelkonfektionierung, sichergestellt werden kann.

[0011] Schließlich ist es auch Aufgabe der Erfindung, ein vorteilhaftes Computerprogrammprodukt zur Durchführung eines Verfahrens zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels bereitzustellen.

[0012] Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, ein System zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels bereitzustellen, bei dem insbesondere eine relative Orientierung von auf den jeweiligen Kabelenden zu montierenden elektrischen Steckverbindern, vorzugsweise im Rahmen einer automatisierten Kabelkonfektionierung, sichergestellt werden kann.

[0013] Die Aufgabe wird für das Verfahren mit den in Anspruch 1 bzw. mit den in Anspruch 11 aufgeführten Merkmalen gelöst. Hinsichtlich der Vorrichtung wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 16 bzw. durch die Merkmale des Anspruchs 17 gelöst. Bezüglich des Computerprogrammprodukts wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 18 und betreffend das System durch Anspruch 19 gelöst.

[0014] Die abhängigen Ansprüche und die nachfolgend beschriebenen Merkmale betreffen vorteilhafte Ausführungsformen und Varianten der Erfindung.

[0015] Es ist ein Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels vorgesehen, wobei das elektrische Kabel wenigstens zwei Innenleiter aufweist, die sich von einem ersten Kabelende zu einem zweiten Kabelende erstrecken.

[0016] Vorzugsweise ist das elektrische Kabel als Hochvoltleitung ausgebildet.

[0017] Der Bereich des elektrischen Kabels, in dem die Bearbeitung bzw. Konfektionierung vornehmlich stattfindet, wird nachfolgend mitunter auch als „zu bearbeitender Kabelabschnitt“ bezeichnet. Bei dem zu bearbeitenden Kabelabschnitt kann es sich um ein Kabelendstück handeln. Vorzugsweise werden zwei Kabelabschnitte des Kabels, insbesondere beide Kabelendstücke bearbeitet bzw. mit einem jeweiligen Steckverbinder konfektioniert.

[0018] Insbesondere kann die Erfindung für eine automatisierte oder vollautomatisierte Konfektionierung eines elektrischen Kabels vorgesehen sein.

[0019] Grundsätzlich kann im Rahmen der Erfindung ein beliebiges elektrisches Kabel mit beliebigen Steckverbindern konfektioniert werden. Vorzugsweise weist das elektrische Kabel einen Außenleiter auf bzw. ist als geschirmtes elektrisches Kabel ausgebildet. Besonders vorteilhaft eignet sich die Erfindung zur Konfektionierung von elektrischen Kabeln mit großem 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.

[0020] Das elektrische Kabel bzw. der wenigstens eine elektrische Steckverbinder kann insbesondere eine beliebige Anzahl Innenleiter aufweisen, beispielsweise zwei Innenleiter oder mehr Innenleiter, drei Innenleiter oder mehr Innenleiter, vier Innenleiter oder noch mehr Innenleiter. 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.

[0021] Das Kabel kann im Rahmen des Gesamtkonzepts der erfindungsgemäßen Konfektionierung aber auch nur einen einzigen Innenleiter aufweisen. Das Verfahren ist für diesen Fall später noch näher beschrieben; zunächst wird die Erfindung zur Verwendung mit einem elektrischen Kabel mit wenigstens zwei Innenleitern beschrieben, wobei die in diesem Rahmen beschriebenen Merkmale und Vorteile auch auf die Konfektionierung eines einadrigen Kabels mit nur einem Innenleiter übertragen werden können - und umgekehrt, sofern dies technisch nicht ausgeschlossen ist.

[0022] 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.

[0023] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass eine Steuereinheit eine Istverdrehung und eine Sollverdrehung zwischen den aus dem jeweiligen Kabelende austretenden Innenleitern des Kabels erfasst, wobei die Istverdrehung an die Sollverdrehung angeglichen wird, indem die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden verdreht werden.

[0024] Im Rahmen der Erfindung kann unter einem „Innenleiterende“ der gesamte aus dem jeweiligen Kabelende austretende Bereich des Innenleiters als auch nur das 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] Erfindungsgemäß ist weiter vorgesehen, dass die Verdrehung fixiert wird, indem ein die Innenleiterenden in sich aufnehmender Kontaktteilträger eines auf dem zugeordneten Kabelende zu montierenden elektrischen Steckverbinders an einem Kabelmantel des Kabels verdrehsicher festgelegt wird.

[0029] Bei einem Kontaktteilträger kann es sich insbesondere um eine Gehäusekomponente des späteren elektrischen Steckverbinders handeln. Der Kontaktteilträger kann auch als Innengehäuse oder innere Gehäuseschale bezeichnet werden. In der Regel weist der Kontaktteilträger entsprechende Aufnahmen zur Aufnahme des oder der Kontaktelemente auf, die sich axial durch den Kontaktteilträger erstrecken. Die Innenleiter können dadurch in dem Kontaktteilträger verdrehsicher aufgenommen sein.

[0030] Vorzugsweise ist der Kontaktteilträger aus einem Kunststoff ausgebildet.

[0031] Dadurch, dass die Innenleiter in dem Kontaktteilträger verdrehsicher aufgenommen sind, kann eine Fixierung des Kontaktteilträgers an dem Kabelmantel - unmittelbar oder mittelbar über eine weitere Komponente des späteren Steckverbinders - die Verdrehung und damit die Angleichung der Istverdrehung an die Sollverdrehung vorteilhaft festlegen.

[0032] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere für eine vollautomatisierte Kabelkonfektionierung vorteilhaft.

[0033] Dadurch, dass die Steuereinheit zur Erfassung der Istverdrehung und der Sollverdrehung vorgesehen ist, kann ein Abgleich der Istverdrehung mit der Sollverdrehung im Rahmen einer Vorrichtung zur automatisierten Konfektionierung eines elektrischen Kabels, insbesondere einer nachfolgend noch beschriebenen Vorrichtung zur automatisierten Konfektionierung eines elektrischen Kabels, vorteilhaft erfolgen. Ein manueller Eingriff ist dann in der Regel nicht erforderlich.

[0034] Insbesondere die Sollverdrehung der Innenleiterenden kann der Steuereinheit im Rahmen der Kabelkonfektionierung als Zielvorgabe für eine rela-

tive Orientierung der auf den Kabelenden zu montierenden Steckverbinder vorgegeben werden. Die Steuereinheit kann die Sollverdrehung somit beispielsweise mittels einer Benutzerschnittstelle oder einer sonstigen Datenschnittstelle erfassen.

[0035] Auch die Istverdrehung kann der Steuereinheit mittels einer Benutzerschnittstelle oder einer sonstigen Datenschnittstelle vorgegeben werden. Vorzugsweise ermittelt die Steuereinheit die Istverdrehung allerdings mittels einer Sensoreinrichtung und/oder auf Grundlage einer Kabeldatenbasis (u. a. Herstellerinformationen zur Verdrillung der Innenleiter über die Länge des Kabels).

[0036] Eine Erfassung der Istverdrehung und/oder der Sollverdrehung kann im Rahmen der Erfindung die Erfassung eines analogen oder digitalen Zahlenwerts betreffen.

[0037] In einer vorteilhaften Weiterbildung 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.

[0038] 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 z. B. eine Schirmhülse auf dem Kontaktteilträger montiert, beispielsweise in einer vorgegebenen Orientierung aufgeschoben und anschließend die Schirmhülse mit dem entsprechenden Kabelende verpresst, vorzugsweise vercrimpt wird.

[0039] Die Schirmhülse kann auch als „Ferrule“ (bzw. äußere Ferrule) bezeichnet werden und ist in der Regel vorgesehen, um den Kontaktteilträger insbesondere im Bereich der Kontaktelemente elektromagnetisch abzuschirmen. Für die verdrehsichere Befestigung auf dem Kontaktteilträger 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.

[0040] Vorzugsweise wurde die Schirmhülse bereits vorab von vorne auf das elektrische Kabel bzw. auf dessen Kabelmantel aufgeschoben und kann nach der Montage des Kontaktteilträgers von hinten, d. h. ausgehend von dem Kabelmantel, über den Kon-

takteileträger geschoben oder auf sonstige Weise an diesem befestigt werden.

[0041] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden verdreht werden, indem das Kabelende gedreht wird.

[0042] Beispielsweise kann der Kabelmantel im Bereich des Kabelendes mittels einer Aktuatereinrichtung verdreht werden. Vorzugsweise kann der Kontakteileträger 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 Kontakteileträger eingeführt sind, verdrehen. Hierdurch ändert sich die relative Orientierung der in dem Kontakteileträger 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.

[0043] Das Drehen des Kabelendes bei gleichzeitigem Fixieren des Kontakteileträgers kann von Vorteil sein, da sich dann die absolute Orientierung des Kontakteileträgers in der Vorrichtung zur Konfektionierung des Kabels nicht verändert, was für die (nachfolgende) Kabelbearbeitung, beispielsweise das Aufschieben einer Schirmhülse, von Vorteil sein kann, insbesondere im Rahmen einer automatisierten Kabelkonfektionierung. Nachfolgende Verfahrensschritte bzw. Vorrichtungen/Module können somit einfacher konstruiert sein, da sie von einer definierten, vorgegebenen Orientierung des Kontakteileträgers ausgehen können.

[0044] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden verdreht werden, indem der Kontakteileträger zusammen mit den in dem Kontakteileträger aufgenommenen Innenleiterenden verdreht wird.

[0045] Da die Innenleiterenden in dem Kontakteileträger aufgenommen sind, kann eine Verdrehung der Innenleiterenden bzw. eine Angleichung der Istverdrehung an die Sollverdrehung auch durch Verdrehen des Kontakteileträgers vorteilhaft erfolgen. Vorzugsweise kann der Kabelmantel im Bereich des entsprechenden Kabelendes gleichzeitig verdrehsicher gehalten werden.

[0046] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann außerdem vorgesehen sein, dass die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden verdreht werden, indem die Schirmhülse verdrehsicher auf dem Kontakteileträger montiert und gemeinsam mit dem Kontakteileträger und den in dem Kontaktei-

leträger aufgenommenen Innenleiterenden verdreht wird.

[0047] Es kann von Vorteil sein, zunächst die Schirmhülse auf dem Kontakteileträger zu montieren und anschließend gemeinsam mit dem Kontakteileträger 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.

[0048] Insbesondere wenn die Schirmhülse nur in einer oder zwei definierten Orientierungen auf den Kontakteileträger montierbar ist, kann es von Vorteil sein, den Kontakteileträger 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 Kontakteileträger (oder ein Verdrehen des Kabelendes) vermieden werden.

[0049] Es kann in einer Ausgestaltung 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 Kontakteileträger in einer definierten Orientierung in die Schirmhülse einzuschieben und gleichzeitig die Innenleiterenden in die entsprechenden Aufnahmen des Kontakteileträgers einzuführen.

[0050] Diese Vorgehensweise ist in der Regel allerdings eher aufwendig zu realisieren und daher nicht bevorzugt. Das Prinzip kann allerdings in Sonderfällen geeignet sein.

[0051] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zunächst das erste Kabelende mit einem ersten Steckverbinder und anschließend das zweite Kabelende mit einem zweiten Steckverbinder konfektioniert wird.

[0052] Durch eine sequentielle Bearbeitung der Kabelenden können in vorteilhafterweise Komponenten der Vorrichtung zur Konfektionierung des elektrischen Kabels bzw. Verfahrensschritte zur Konfektionierung des elektrischen Kabels 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.

[0053] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit eine Verdre-

hung beider Kabelenden nur dann bestimmt, wenn die Istverdrehung der Innenleiterenden an den beiden Kabelenden um mehr als 90° von der Sollverdrehung abweicht.

[0054] In der Regel kann es den Aufwand der Kabelbearbeitung reduzieren, wenn die Istverdrehung an die Sollverdrehung 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 lediglich einem Kabelende grundsätzlich auch ausreichen.

[0055] Es kann allerdings auch vorgesehen sein, die mechanische Belastung des elektrischen Kabels, beispielsweise mechanische Verspannungen, durch das Verdrehen bzw. Verdrillen zu verringern, indem die Verdrehung zwischen den beiden Kabelenden aufgeteilt wird, insbesondere wenn eine vergleichsweise große Verdrehung (z. B. um mehr als 90°) erforderlich ist.

[0056] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit eine Aktuatoreinrichtung ansteuert, um die zuvor bestimmte Verdrehung zu bewirken.

[0057] Die Aktuatoreinrichtung kann mit der Steuereinheit kommunikationsverbunden sein.

[0058] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit eine elastizitätsbedingte Rückverdrehung der Innenleiterenden bei der Angleichung der Istverdrehung an die Sollverdrehung berücksichtigt.

[0059] Dadurch, dass das elektrische Kabel in der Regel verschiedene elastische Komponenten aufweist, beispielsweise 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 grundsätzlich vorgegeben zu verdrehen. Die Istverdrehung kann somit an die Sollverdrehung angeglichen werden, indem die Istverdrehung zunächst „überkompensiert“ wird.

[0060] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Innenleiter verdrillt durch das Kabel verlaufen und die Steuereinheit einen Drall

der Innenleiter zur Bestimmung der Istverdrehung berücksichtigt.

[0061] 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.

[0062] Unter Berücksichtigung des Dralls der Innenleiter kann bei einer bekannten Kabellänge im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens 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.

[0063] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Drall messtechnisch oder experimentell ermittelt wird.

[0064] 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“, 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.

[0065] 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.

[0066] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass in einem der Verdrehung vorhergehenden Bearbeitungsschritt betreffend ein Ablängen des elektrischen Kabels oder dessen Komponenten und/oder ein Abisolieren von Komponenten des elektrischen Kabels eine durch das spätere Verdrehen der Innenleiter bedingte Längenverkürzung bereits berücksichtigt wird.

[0067] Dadurch, dass im Rahmen der Angleichung der Istverdrehung an die Sollverdrehung eine Verdrillung der Innenleiter an zumindest einem Kabelen-

de des elektrischen Kabels erfolgt, verkürzt sich die axiale Länge der Innenleiterende bzw. der Abstand des vorderen, freien Endes des jeweiligen Innenleiters zu dessen Austrittsstelle aus dem Kabelende bezogen auf die Mittelachse bzw. Längsachse des elektrischen Kabels. Da die Innenleiterenden in dem Kontaktteilträger aufgenommen sind, variiert demnach auch die axiale Position des Kontaktteilträgers entlang der Mittelachse bzw. Längsachse des elektrischen Kabels, was im Rahmen der Montage weiterer Komponenten des elektrischen Steckverbinders gegebenenfalls problematisch sein kann, da bei der Konfektionierung häufig exakte relative Abstände der Bauteile des Steckverbinders zueinander und zu dem Kabelende zu beachten sind. Somit kann es von Vorteil sein, die axiale Längenverkürzung der Innenleiterenden bereits vorab zu berücksichtigen und die Innenleiterenden beispielsweise länger auszulegen.

[0068] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels, aufweisend einen einzigen Innenleiter, der sich von einem ersten Kabelende zu einem zweiten Kabelende erstreckt.

[0069] Dieses Verfahren stellt im Rahmen des erfindnerischen Gesamtkonzepts eine Lösung für die einheitliche erfindungsgemäße Aufgabe dar, eine relative Orientierung von auf den jeweiligen Kabelenden zu montierenden elektrischen Steckverbinder, insbesondere im Rahmen einer automatisierten Kabelkonfektionierung, sicherzustellen, wenn das elektrische Kabel nur einen einzigen Innenleiter aufweist. Das Verfahren zur Konfektionierung eines nur einen einzigen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels ist vorliegend zweckmäßigerweise separat wiedergegeben. Die Verfahren stehen dahingehend miteinander in Beziehung, dass in beiden Fällen die relative Orientierung der auf den Kabelenden zu montierenden Steckverbinder gemäß einer Sollvorgabe sichergestellt wird.

[0070] Für das erfindungsgemäße Verfahren zur Konfektionierung des einadrigen Kabels ist vorgesehen, dass an dem ersten Kabelende ein erstes Kontaktelement verdrehsicher in einer ersten Orientierung befestigt wird, wonach anschließend das zweite Kabelende bearbeitet wird, um ein zweites Kontaktelement verdrehsicher zu befestigen. Eine Steuereinheit erfasst die erste Orientierung und eine Sollverdrehung zwischen den beiden Kontaktelementen und ermittelt hieraus eine zweite Orientierung für die Befestigung des zweiten Kontaktelements.

[0071] Bei dem Kontaktelement kann es sich vorzugsweise um ein Kontaktelement zur Übertragung von hohen Strömen handeln, beispielsweise um einen sogenannten „Powerkontakt“. Grundsätzlich kann es sich aber um ein beliebiges Kontaktelement handeln.

[0072] Das Kontaktelement kann beispielsweise ausgebildet sein, um in einem nachfolgenden Verfahrensschritt in einem Isoliergehäuse, insbesondere in einem mehrteiligen Isoliergehäuse, montiert zu werden. Beispielsweise kann das Kontaktelement zwischen zwei Isolierschalen eingelegt werden, wonach die Isolierschalen miteinander verrastet werden.

[0073] Nach der Montage des Kontaktelements in dem Isoliergehäuse kann das Isoliergehäuse optional in eine weitere Gehäusebaugruppe eines späteren Steckverbinders eingeschoben und in dieser verrastet werden.

[0074] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Konfektionierung des einadrigen Kabels ist besonders vorteilhaft zur automatisierten oder vollautomatisierten Konfektionierung elektrischer Kabel geeignet.

[0075] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung, insbesondere im Rahmen der Bearbeitung eines einadrigen Kabels, kann vorgesehen sein, dass das zweite Kontaktelement in der zweiten Orientierung verdrehsicher an dem zweiten Kabelende befestigt wird.

[0076] Hierdurch kann vorteilhaft die relative Orientierung der beiden Kontaktelemente zueinander fest vorgegeben werden.

[0077] Es kann vorgesehen sein, das zweite Kontaktelement in einer vorgegebenen bzw. definierten, absoluten Ausrichtung bezogen auf die Vorrichtung zur Konfektionierung des Kabels an dem zweiten Kabelende zu befestigen und zum Erreichen der Sollverdrehung zwischen den beiden Kontaktelementen zuvor das elektrische Kabel entsprechend zu verdrehen.

[0078] Es kann allerdings auch vorgesehen sein, zum Erreichen der Sollverdrehung das zweite Kontaktelement bereits in der entsprechenden Orientierung an dem zweiten Kabelende zu befestigen. Hierfür ist es allerdings erforderlich, dass die Vorrichtung ausgebildet ist, um das Kontaktelement auch in der entsprechend verdrehten Ausrichtung befestigen zu können. In der Regel ist ein Verdrehen des elektrischen Kabels aus diesem Grunde einfacher zu realisieren.

[0079] In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das erste Kontaktelement und/oder das zweite Kontaktelement stoffschlüssig an einem aus dem zugeordneten Kabelende austretenden Innenleiterende befestigt wird.

[0080] Insbesondere eine stoffschlüssige Befestigung wenigstens eines der Kontaktelemente kann von Vorteil sein, beispielsweise wenn das elektrische Kabel hohe Ströme übertragen soll und einen ver-

gleichsweise großen Querschnitt aufweist. Es kann allerdings auch ein Verpressen, beispielsweise Vercrimpen, vorgesehen sein.

[0081] Das erste Kontaktelement und/oder das zweite Kontaktelement kann auch kraft- und/oder formschlüssig an einem aus dem zugeordneten Kabelende austretenden Innenleiterende befestigt werden. Beispielsweise kann das erste Kontaktelement und/oder das zweite Kontaktelement an dem entsprechenden Innenleiterende angecrimpt werden, vorzugsweise mittels eines Kabelschuhs oder einer Adernhülse.

[0082] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das erste Kontaktelement und/oder das zweite Kontaktelement stoffschlüssig durch ein Ultraschallschweißverfahren oder ein Widerstandsschweißverfahren an dem aus dem zugeordneten Kabelende austretenden Innenleiterende befestigt wird.

[0083] Ein Ultraschallschweißverfahren hat sich für eine stoffschlüssige Befestigung als besonders vorteilhaft herausgestellt. Auch ein Widerstandsschweißverfahren kann sich zur stoffschlüssigen Befestigung allerdings sehr gut eignen.

[0084] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das zweite Kabelende mittels derselben Vorrichtung zur Konfektionierung des elektrischen Kabels bearbeitet wird, wie das erste Kabelende.

[0085] Dadurch, dass das zweite Kabelende mittels derselben Vorrichtung bearbeitet wird wie das erste Kabelende, kann ein entsprechendes System zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels effizienter bzw. kompakter und auch wirtschaftlicher aufgebaut sein. Nach der Bearbeitung des ersten Kabelendes kann das elektrische Kabel beispielsweise mittels eines Moduls zum Umliegen des elektrischen Kabels umgedreht werden, um in den nachfolgenden Bearbeitungsschritten auch das zweite Kabelende bearbeiten zu können.

[0086] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels, insbesondere eines elektrischen Kabels, das wenigstens zwei Innenleiter aufweist.

[0087] Das elektrische Kabel kann beispielsweise als Hochvoltleitung ausgebildet sein.

[0088] Die Vorrichtung weist erfindungsgemäß eine Steuereinheit auf, die eingerichtet ist, um eine Istverdrehung und eine Sollverdrehung zwischen einem ersten Kabelende und einem zweiten Kabelende austretenden Innenleiterenden von sich durch das Kabel erstreckenden Innenleitern zu erfassen.

[0089] Die Vorrichtung weist erfindungsgemäß ferner eine Aktuatoreinrichtung auf, die mit der Steuereinheit kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, um die Innenleiter an zumindest einem der Kabelenden zu verdrehen, um nach Vorgabe der Steuereinheit die Istverdrehung an die Sollverdrehung anzugleichen.

[0090] Die Vorrichtung weist erfindungsgemäß außerdem ein Presswerkzeug auf das ausgebildet ist, um einen der Innenleiterenden in sich aufnehmenden Kontaktteilträger eines auf dem zugeordneten Kabelende zu montierenden elektrischen Steckverbinders an einem Kabelmantel des Kabels verdrehsicher festzulegen, um die Verdrehung zu fixieren.

[0091] Es kann vorgesehen sein, dass das vorstehend beschriebene Verfahren unter Verwendung der genannten Vorrichtung durchgeführt wird.

[0092] Vorzugsweise ist die Vorrichtung zur automatisierten oder vollautomatisierten Kabelkonfektionierung ausgebildet.

[0093] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Konfektionierung eines einen einzigen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels, insbesondere einer Hochvoltleitung.

[0094] Die Vorrichtung zur Konfektionierung eines einen einzigen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels stellt im Rahmen des erfinderischen Gesamtkonzepts eine Lösung für die einheitliche erfindungsgemäße Aufgabe dar, eine relative Orientierung von auf den jeweiligen Kabelenden zu montierenden elektrischen Steckverbinder, insbesondere im Rahmen einer automatisierten Kabelkonfektionierung, sicherzustellen, wenn ein einadriges Kabel konfektioniert werden soll.

[0095] Die Vorrichtung zur Konfektionierung eines einen einzigen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels weist ein erstes Mittel zur verdrehsicheren Befestigung eines ersten Kontaktelements in einer ersten Orientierung an einem ersten Kabelende des elektrischen Kabels auf. Die Vorrichtung zur Konfektionierung eines einen einzigen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels weist ferner ein zweites Mittel zur verdrehsicheren Befestigung eines zweiten Kontaktelements an einem zweiten Kabelende des elektrischen Kabels auf. Außerdem weist die Vorrichtung zur Konfektionierung eines einen einzigen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels eine Steuereinheit auf die eingerichtet ist, um die erste Orientierung und eine Sollverdrehung zwischen den beiden Kontaktelementen zu erfassen und hieraus eine zweite Orientierung für die Befestigung des zweiten Kontaktelements zu ermitteln.

[0096] Die vorstehend bereits genannten Merkmale und Vorteile betreffend die Vorrichtung zur Konfektionierung des elektrischen Kabels (bzw. des wenigstens zwei Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels) können auch auf die Vorrichtung zur Konfektionierung des einen einzigen Innenleiter aufweisenden elektrischen Kabels vorgesehen sein - und umgekehrt, sofern dies technisch nicht ausgeschlossen ist.

[0097] Die Erfindung betrifft auch ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen durchzuführen, wenn das Programm auf einer Steuereinheit einer Vorrichtung zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels ausgeführt wird.

[0098] 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.

[0099] Die Erfindung betrifft auch ein System zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels, insbesondere einer Hochvoltleitung. Das System umfasst eine Vorrichtung zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels, vorzugsweise gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Angaben. Das System umfasst ferner zumindest ein von der Vorrichtung unabhängiges Modul zur Konfektionierung des elektrischen Kabels.

[0100] Die erfindungsgemäße Verteilung der Bearbeitungsschritte auf mehrere voneinander unabhängige Module ermöglicht es, das System als „Fließbandprozess“ bzw. als „Taktautomat“ mit aufeinanderfolgenden Einzelschritten zu betreiben, um die Bearbeitungszeit bei einer Massenabfertigung zu reduzieren.

[0101] Ferner kann die Vorrichtung bzw. können die einzelnen Module modular aufgebaut sein, wodurch einzelne Module der Baugruppe ohne großen Aufwand ersetzt, modifiziert oder entfernt werden können. Hierdurch kann das System, insbesondere für die Bearbeitung verschiedener Kabelarten, mit einfachen Mitteln konfigurierbar sein.

[0102] Die unabhängigen Module können der Vorrichtung vorzugsweise vorgeordnet oder nachgeordnet sein.

[0103] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zumindest eines der unabhängigen Module als ein Modul zur Montage des Kontaktteilträgers und/oder ein Modul zur Sicherstellung der korrekten Montage des Kontaktteilträgers und/oder ein Modul zum Verkrimpen einer Stützhülse auf dem Kabelende und/oder ein Modul zur Montage wenigstens einer Gehäusekomponente des elektrischen Steckverbinders ausgebildet ist.

[0104] Es können auch noch weitere, voneinander und von der Vorrichtung unabhängige Module vorgesehen sein, die der Vorrichtung vorgeordnet oder nachgeordnet sind.

[0105] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass zumindest eines der unabhängigen Module als ein Modul zum Umliegen des elektrischen Kabels ausgebildet ist, um zunächst das erste Kabelende mittels der Vorrichtung und optional auch mittels den Modulen zu bearbeiten, und anschließend in einem zweiten Bearbeitungsdurchgang das zweite Kabelende ebenso zu bearbeiten.

[0106] Die Erfindung betrifft auch ein elektrisches Kabel, bearbeitet nach einem Verfahren gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen.

[0107] Die Erfindung betrifft außerdem ein elektrisches Kabel, das mit einer Vorrichtung gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen bearbeitet wurde.

[0108] Merkmale, die im Zusammenhang mit einem der erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben wurden, sind selbstverständlich auch für eine der Vorrichtungen, das Computerprogrammprodukt und das System vorteilhaft umsetzbar - und umgekehrt. Ferner können Vorteile, die bereits im Zusammenhang mit einem der erfindungsgemäßen Verfahren genannt wurden, auch auf eine der Vorrichtungen, das Computerprogrammprodukt oder das System bezogen verstanden werden - und umgekehrt.

[0109] 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 Einzahl von Schritten oder Merkmalen hinweisen, keine Mehrzahl von Merkmalen oder Schritten aus - und umgekehrt.

[0110] 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 abschließend aufgezählt sind. Dementsprechend kann eine oder können mehrere Aufzählungen im Rahmen der Erfindung als abgeschlossen betrachtet wer-

den, beispielsweise jeweils für jeden Patentanspruch betrachtet. Die Erfindung kann beispielsweise ausschließlich aus den in Patentanspruch 1 genannten Merkmalen bestehen.

[0111] 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 diejenigen Werte und Bruchteile, die von dem jeweils benannten Bereich eingeschlossen sind, insbesondere die Anfangs- und Endwerte und einen jeweiligen Mittelwert.

[0112] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

[0113] 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.

[0114] In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0115] Es zeigen schematisch:

Fig. 1 ein System zur Konfektionierung eines mehradrigen elektrischen Kabels mit einer Vorrichtung zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels und weiteren, von der Vorrichtung unabhängigen Modulen;

Fig. 2 ein beispielhaftes zweiadriges elektrisches Kabel in einer Seitenansicht;

Fig. 3 das elektrische Kabel der **Fig. 2** in einer Vorderansicht;

Fig. 4 ein System zur Konfektionierung eines einadrigen elektrischen Kabels mit einer Vorrichtung zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels und weiteren, von der Vorrichtung unabhängigen Modulen;

Fig. 5 ein beispielhaftes einadriges elektrisches Kabel in einer Seitenansicht;

Fig. 6 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Konfektionierung eines mehradrigen elektrischen Kabels; und

Fig. 7 ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels.

[0116] **Fig. 1** zeigt ein System **1** zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels **2**, das wenigstens zwei Innenleiter **3** aufweist, die sich von einem ersten Kabelende **4** zu einem zweiten Kabelende **5** erstrecken. In den **Fig. 1** und **Fig. 6** ist beispielhaft jeweils nur das erste Kabelende **4** während dessen erfindungsgemäßer Bearbeitung gezeigt.

[0117] Das elektrische Kabel **2** kann grundsätzlich eine beliebige Anzahl Innenleiter **3** aufweisen und ist im Ausführungsbeispiel gemäß den **Fig. 1** bis **Fig. 3** sowie **6** beispielhaft als zweiadriges elektrisches Kabel **2** dargestellt. In den **Fig. 4** und **Fig. 5** ist das elektrische Kabel **2** als einadriges Kabel **2** ausgebildet, dessen Bearbeitung nachfolgend noch näher beschrieben wird.

[0118] Das System **1** zur Konfektionierung des mehr- bzw. zweiadrigen elektrischen Kabels **2** gemäß **Fig. 1** umfasst eine Vorrichtung **6** zur Konfektionierung des elektrischen Kabels **2** sowie weitere, von der Vorrichtung **6** unabhängige Module zur Konfektionierung des elektrischen Kabels **2**.

[0119] Grundsätzlich kann es sich bei den unabhängigen Modulen um beliebige Module zur Konfektionierung elektrischer Kabel handeln; in **Fig. 1** sind lediglich einige beispielhafte Module dargestellt. Auch die Reihenfolge der Bearbeitung bzw. die Anordnung der Module kann gegebenenfalls abweichen. Ferner können weitere Module hinzugefügt oder bestehende Module aufgetrennt oder zusammengefasst werden. Dies gilt analog auch für das später noch beschriebene System zur Konfektionierung eines einadrigen Kabels **2** gemäß **Fig. 4**.

[0120] Der in **Fig. 1** dargestellte Ausschnitt des Systems **1** zeigt ein erstes Modul **7**, das als ein Modul zum Aufcrimpen von Innenleiterkontaktelementen **8** bzw. Buchsenkontakten auf die Innenleiter **3**, die aus dem dargestellten Kabelende **4** austreten, ausgebildet ist. Die Innenleiter **3** sind hierfür in einem ausreichend großen Bereich von ihrer Isolation **9** bzw. von dem sie umhüllenden Dielektrikum/Isolationwerkstoff freigelegt.

[0121] Ein dem ersten Modul **7** nachfolgendes, zweites Modul **10** ist als Modul zur Montage eines Kontakteileträgers **11** ausgebildet. Der Kontakteileträger **11** kann hierfür auf die Innenleiter **3** aufgeschoben werden und optional mit den Innenleitern **3** bzw. den Innenleiterkontaktelementen **8** verrasten. Der Kontakteileträger **11** kann entsprechende Aufnahmen für

die Innenleiter **3** bzw. für die Innenleiterkontaktelemente **8** aufweisen. Im Rahmen des zweiten Moduls **10** oder eines ergänzenden, nicht dargestellten Moduls, kann außerdem die korrekte Montage des Kontaktteilträgers **11** überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden.

[0122] Dem zweiten Modul **10** ist die erfindungsgemäße Vorrichtung **6** zur Konfektionierung des mehradrigen elektrischen Kabels **2** nachgeordnet. Im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorrichtung **6** kann ein Verfahren zur Konfektionierung des elektrischen Kabels **2** durchgeführt werden, wonach eine Istverdrehung V_{IST} und eine Sollverdrehung V_{SOLL} zwischen den aus dem jeweiligen Kabelende **4**, **5** austretenden Innenleiterenden **3.1** erfasst wird (vgl. **Fig. 2** und **Fig. 3**). Die Istverdrehung V_{IST} wird an die Sollverdrehung V_{SOLL} angeglichen, indem die Innenleiter **3** an zumindest einem der Kabelenden **4**, **5** verdreht werden. Anschließend kann die Verdrehung fixiert werden, indem der Kontaktteilträger **11** des auf dem zugeordneten Kabelende **4**, **5** zu montierenden elektrischen Steckverbinders an dem Kabelmantel **12** des Kabels **2** verdrehsicher festgelegt wird. Das Prinzip wird nachfolgend noch im Detail beschrieben.

[0123] Der erfindungsgemäßen Vorrichtung **6** nachgeordnet ist beispielhaft ein drittes Modul **13** dargestellt, das als Modul zur Montage wenigstens einer Gehäusekomponente des elektrischen Steckverbinders ausgebildet ist, beispielsweise eines Außengehäuses **14**.

[0124] Im Ausführungsbeispiel ist eine Transporteinrichtung **15** vorgesehen, um den zu bearbeitenden Kabelabschnitt des Kabels **2** an die einzelnen Module **7**, **10**, **13** bzw. an die Vorrichtung **6** nacheinander zuzustellen. In Abhängigkeit der zu fertigenden Stückzahlen kann die Transporteinrichtung **15** auch entfallen. Die Kabel **2** bzw. die Kabelabschnitte können in diesem Fall auch von einem Mitarbeiter der Produktion zwischen den einzelnen Modulen **7**, **10**, **13** bzw. der Vorrichtung **6** transportiert werden, beispielsweise auch unter Zuhilfenahme einer Rollenbahn. Vorzugsweise ist die Transporteinrichtung **15** in der Art eines Werkstückträgersystems oder eines Fließbands ausgebildet und transportiert mehrere Kabel **2** von Modul zu Modul, um alle Module möglichst dauerhaft auszulasten und damit einen hohen Durchsatz bei der Kabelbearbeitung zu erzielen.

[0125] Die Transporteinrichtung **15** kann einen oder mehrere Greifeinrichtungen **16** oder Werkstückträger aufweisen, um eines oder mehrere Kabel **2** für den Transport oder für die Bearbeitung durch die Module zu fixieren, beispielsweise auch verdrehsicher zu fixieren. Die Greifeinrichtungen **16** können außerdem ausgebildet sein, um das Kabel **2** oder zumindest den zu bearbeitenden Kabelabschnitt nach dem Anfahren eines Moduls für die Bearbeitung an das Modul zu-

zustellen, insbesondere in das entsprechende Modul einzuführen.

[0126] In **Fig. 2** ist ein beispielhaftes mehradriges elektrisches Kabel **2** in einer Seitenansicht vergrößert dargestellt. **Fig. 3** zeigt eine Vorderansicht des elektrischen Kabels **2**, wobei die Ausrichtung bzw. Orientierung der Innenleiterenden **3.1** des zweiten Kabelendes **5** gestrichelt dargestellt sind. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Konfektionierung des elektrischen Kabels **2** soll anhand der **Fig. 2** und **Fig. 3** genauer beschrieben werden.

[0127] Wie in **Fig. 2** dargestellt, erstrecken sich die Innenleiter **3** von einem ersten Kabelende **4** zu einem zweiten Kabelende **5**. Das dargestellte mehradrige elektrische Kabel **2** ist bereits teilweise vorkonfektioniert. Das zweiadrige Kabel **2** weist einen Kabelmantel **12** und ein unter dem Kabelmantel **12** verlaufendes Kabelschirmgeflecht **17** auf. Oberhalb des Kabelschirmgeflechts **17** kann optional eine Schirmfolie verlaufen (nicht dargestellt). Unterhalb des Kabelschirmgeflechts **17** verlaufen innerhalb einer Füllschicht **18** die Innenleiter **3**. Die beiden Innenleiter **3** sind jeweils von einer Isolation **9** umhüllt. Im Rahmen der vorhergehenden Konfektionierungsschritte wurde die Innenleiter **3** im Bereich der Innenleiterenden **3.1** an beiden Kabelenden **4**, **5** bereits freigelegt. An den jeweiligen Innenleiterenden **3.1** werden anschließend die Innenleiterkontaktelemente **8** befestigt, insbesondere vercrimpt (für den in **Fig. 2** dargestellten oberen Innenleiter **3** des ersten Kabelendes **4** beispielhaft dargestellt). Ferner wurde das Kabelschirmgeflecht **17** an dem ersten Kabelende **4** nach hinten über den Kabelmantel **12**, vorzugsweise über eine Metallhülse bzw. Stützhülse (nicht dargestellt) umgeschlagen und optional mit einem Gewebeband **19** fixiert. Das in **Fig. 2** dargestellte rechte Kabelende (vorliegend das zweite Kabelende **5**) ist bis auf das Freilegen der Innenleiterenden **3.1** noch unbearbeitet.

[0128] Das in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellte zweiadrige Kabel **2** 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 elektrischen Kabel **2** mit nur einem Innenleiter **3**, beispielsweise in koaxialer Ausführung, wie in den **Fig. 4** und **Fig. 5** nachfolgend noch näher beschrieben wird.

[0129] Vorliegend verlaufen die Innenleiter **3** verdreht durch das Kabel **2**, weshalb in Abhängigkeit der Kabellänge L im unbearbeiteten Zustand eine Istverdrehung V_{IST} zwischen den aus dem jeweiligen Kabelende **4**, **5** austretenden Innenleiterenden **3.1** vorliegt. Erfindungsgemäß wird die Istverdrehung V_{IST} von einer Steuereinheit **20** (vgl. **Fig. 6**) erfasst. Ferner wird von der Steuereinheit **20** eine Sollverdrehung V_{SOLL}

für die aus dem jeweiligen Kabelende **4, 5** austretenden Innenleiterenden **3.1** erfasst. Erfindungsgemäß wird die Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} angeglichen, indem die Innenleiter **3** an zumindest einem der Kabelenden **4, 5** verdreht werden, wie vorstehend bereits erwähnt. Die Verdrehung kann anschließend fixiert werden, indem ein auf die Innenleiterenden **3.1** aufgebracht Kontaktteilträger **11** verdrehsicher an dem Kabelmantel **12** festgelegt wird.

[0130] Der Kontaktteilträger **11** kann verdrehsicher festgelegt werden, indem er unmittelbar auf dem entsprechenden Kabelende **4, 5** verpresst wird, beispielsweise mittelbar oder unmittelbar auf dem Kabelmantel **12**, vorzugsweise auf einer auf dem Kabelmantel **12** befestigten Stützhülse bzw. einem über den Kabelmantel **12** nach hinten umgeschlagenen Kabelschirmgeflecht **17**.

[0131] Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass der Kontaktteilträger **11** mittelbar an dem Kabelmantel **12** des zugeordneten Kabelendes **4, 5** festgelegt wird, indem eine Schirmhülse **21** (vgl. **Fig. 1** und **Fig. 6**) verdrehsicher auf dem Kontaktteilträger **11** montiert und auf dem entsprechenden Kabelende **4, 5**, beispielsweise auf der nicht dargestellten Stützhülse oder dem umgeschlagenen Kabelschirmgeflecht **17** verpresst, vorzugsweise vercrimpt wird.

[0132] Hinsichtlich der Angleichung der Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} kann vorgesehen sein, dass das Kabelende **4, 5** gedreht wird, wobei der Kontaktteilträger **11** verdrehsicher gehalten wird. Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass der Kontaktteilträger **11** zusammen mit den in dem Kontaktteilträger **11** aufgenommenen Innenleiterenden **3.1** verdreht wird und/oder dass die Schirmhülse **21** verdrehsicher auf dem Kontaktteilträger **11** montiert und gemeinsam mit dem Kontaktteilträger **11** und den in dem Kontaktteilträger **11** aufgenommenen Innenleiterenden **3.1** verdreht wird.

[0133] Vorzugsweise weisen Schirmhülse **21** und Kontaktteilträger **11** eine mechanische Kodierung auf, um nur in einer oder in zwei definierten Orientierungen miteinander verbindbar zu sein. Beispielsweise kann eine Rastnase **22** und eine Rastnut **23**, wie in **Fig. 1** angedeutet, vorgesehen sein.

[0134] Um die mechanische Belastung des elektrischen Kabels **2** zu verringern kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit **20** eine Verdrehung beider Kabelenden **4, 5** bestimmt, insbesondere wenn die Istverdrehung V_{IST} der Innenleiterenden **3.1** an den beiden Kabelenden **4, 5** um mehr als 90° von der Sollverdrehung V_{SOLL} abweicht. Die Steuereinheit **20** kann außerdem eine elastizitätsbedingte Rückverdrehung der Innenleiterenden **3.1** 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 überkompensiert wird (vgl. **Fig. 3**).

[0135] Zur Erfassung der Istverdrehung V_{IST} kann es von Vorteil sein, wenn die Steuereinheit **20** einen Drall der Innenleiter **3** berücksichtigt, der zuvor beispielsweise messtechnisch oder experimentell ermittelt wurde. Unter Berücksichtigung der Kabellänge L des elektrischen Kabels **2** kann somit nach dem Erfassen der Orientierung der Innenleiterenden **3.1** an einem der beiden Kabelenden **4, 5** die Orientierung der Innenleiter **3** an dem gegenüberliegenden Kabelende **5, 4** berechnet werden.

[0136] Es kann außerdem von Vorteil sein, in einem der Verdrehung vorhergehenden Bearbeitungsschritt betreffend ein Ablängen des elektrischen Kabels **2** oder dessen Komponenten und/oder ein Abisolieren von Komponenten des elektrischen Kabels **2** eine durch das spätere Verdrehen der Innenleiter **3** bedingte Längenverkürzung bereits zu berücksichtigen und das elektrische Kabel **2** und/oder die Innenleiterenden **3.1** entsprechend länger auszulegen, um die gewünschte Kabellänge L zu erhalten.

[0137] **Fig. 6** zeigt beispielhaft die Vorrichtung **6** zur Konfektionierung des mehradrigen elektrischen Kabels **2**, beispielsweise des bereits beschriebenen zweiadrigen elektrischen Kabels **2**, mit weiteren, nur schematisch zu verstehenden Einzelheiten.

[0138] Die Vorrichtung **6** weist die besagte Steuereinheit **20** auf, die eingerichtet ist, um die Istverdrehung V_{IST} und die Sollverdrehung V_{SOLL} zwischen den aus den Kabelenden **4, 5** austretenden Innenleiterenden **3.1** zu erfassen.

[0139] Die Vorrichtung **6** weist ferner eine Aktuator-einrichtung **24** auf, die mit der Steuereinheit **20** kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, um die Innenleiter **3** an zumindest einem der Kabelenden **4, 5** zu verdrehen, um nach Vorgabe der Steuereinheit **20** die Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} anzugleichen. Beispielhaft ist eine drehbare Aktuator-einrichtung **24** mit an den Kontaktteilträger **11** zustellbaren Klemmbacken **25** dargestellt. Ferner sind Kabelklemmbacken **26** zur Fixierung des elektrischen Kabels **2** an dessen Kabelmantel **12** im Bereich des ersten Kabelendes **4** dargestellt, um das elektrische Kabel **2** während des Verdrehens des Kontaktteilträgers **11** verdrehsicher zu fixieren. Bei der Aktuator-einrichtung **24** zum Verdrehen des Kontaktteilträgers **11** kann es sich auch um eine Aktuator-einrichtung handeln, die grundsätzlich auch zum linearen Aufschieben des Kontaktteilträgers **11** auf die Innenleiterkontaktelemente **8** verwendet wird.

[0140] Die Vorrichtung **6** kann ferner ein Presswerkzeug **27** aufweisen das ausgebildet ist, um den Kontaktteilträger **11** an dem Kabelmantel **12** des Kabels **2** verdrehsicher festzulegen, um die Verdrehung zu fixieren. Das in **Fig. 6** dargestellte Presswerkzeug **27** ist insbesondere ausgebildet, um die Schirmhülse **21** nach dem Montieren auf dem Kontaktteilträger **11** im Bereich des umgelegten Kabelschirmgeflechts **17** zu vercrimpen. Die Schirmhülse **21** ist im Rahmen einer Vormontage bereits auf den Kabelmantel **12** aufgeschoben (gestrichelt dargestellt) und kann nach dem Verdrehen des Kontaktteilträgers **11** von hinten über den Kontaktteilträger **11** in der entsprechenden Orientierung aufgeschoben werden.

[0141] Erfindungsgemäß kann auch ein Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels **2**, aufweisend einen einzigen Innenleiter **3** vorgesehen sein. Ein entsprechendes Kabel **2** ist beispielhaft in **Fig. 5** dargestellt. Im Rahmen des genannten Verfahrens kann vorgesehen sein, dass an dem ersten Kabelende **4** ein erstes Kontaktelement **28** verdrehsicher in einer ersten Orientierung (vgl. linke Seite in **Fig. 5**) befestigt wird, wonach anschließend das zweite Kabelende **5** bearbeitet wird, um ein zweites Kontaktelement **29** verdrehsicher zu befestigen, wobei die Steuereinheit **20** (vgl. **Fig. 4**) die erste Orientierung und eine Sollverdrehung zwischen den beiden Kontaktelementen **28, 29** erfasst und hieraus eine zweite Orientierung (vgl. rechte Seite in **Fig. 5**) für die Befestigung des zweiten Kontaktelements **29** ermittelt. In **Fig. 5** ist beispielhaft eine Sollverdrehung von 90° zwischen Kontaktelementen **28, 29** dargestellt. Grundsätzlich kann die Sollverdrehung allerdings beliebig sein.

[0142] Vorzugsweise kann das zweite Kontaktelement **29** in der zweiten Orientierung verdrehsicher an dem zweiten Kabelende **5** befestigt werden.

[0143] Insbesondere kann für die Befestigung des ersten Kontaktelements **28** und/oder des zweiten Kontaktelements **29** eine stoffschlüssige Verbindung, vorzugsweise durch ein Ultraschallschweißverfahren oder ein Widerstandsschweißverfahren, vorgesehen sein.

[0144] Das in **Fig. 5** dargestellte elektrische Kabel **2** ist rein beispielhaft zu verstehen. Das einadrige Kabel **2** weist ebenfalls einen Kabelmantel **12** und ein unter dem Kabelmantel **12** verlaufendes Kabelschirmgeflecht **17** auf. Das Kabelschirmgeflecht **17** ist auf eine Stützhülse **30** umgeschlagen. Unter dem Kabelschirmgeflecht **17** verläuft die Isolation **9** bzw. die Primärisolation des Innenleiters **3**. Der Innenleiter **3** kann beispielsweise als Litze aus mehreren Einzeldrähten ausgebildet sein, wie in den **Fig. 4** und **Fig. 5** angedeutet. Grundsätzlich kommt es auf den genauen Aufbau des einadrigen Kabels **2** allerdings nicht an.

[0145] In **Fig. 4** ist ein System **31** zur Konfektionierung des einadrigen Kabels **2** dargestellt, umfassend eine Vorrichtung **32** zur Konfektionierung des einadrigen Kabels **2** und zumindest ein von der Vorrichtung **32** unabhängiges Modul. Zur Zuführung des zu bearbeitenden Kabelabschnitts kann beispielsweise eine Transporteinrichtung **15**, wie diese bereits im Zusammenhang mit der **Fig. 1** beschrieben wurde - oder die zusammen mit der Transporteinrichtung **15** genannten Alternativen - vorgesehen sein.

[0146] Grundsätzlich weist die Vorrichtung **32** ein erstes Mittel **33** zur verdrehsicheren Befestigung des ersten Kontaktelements **28** in der ersten Orientierung an dem ersten Kabelende **4** des elektrischen Kabels **2** auf. Ferner weist die Vorrichtung **32** ein zweites Mittel **34** zur verdrehsicheren Befestigung des zweiten Kontaktelements **29** an dem zweiten Kabelende **5** des elektrischen Kabels **2** auf. Das erste Mittel **33** und das zweite Mittel **34** können auch identisch sein; somit kann das erste Mittel zur Befestigung des zweiten Kontaktelements **29** wiederverwendet werden. In **Fig. 5** sind die Mittel **33, 34** zur Befestigung als Ultraschallschweißgerät gestrichelt angedeutet.

[0147] Die Vorrichtung **32** weist ferner die bereits erwähnte Steuereinheit **20** auf, die eingerichtet ist, um die erste Orientierung und eine Sollverdrehung zwischen den beiden Kontaktelementen **28, 29** zu erfassen und hieraus eine zweite Orientierung für die Befestigung des zweiten Kontaktelements **29** zu ermitteln (in **Fig. 4** gestrichelt dargestellt).

[0148] Das in **Fig. 4** gezeigte System **31** ist lediglich beispielhaft zu verstehen. Beispielsweise kann neben der Vorrichtung **32** ein erstes Modul **35** vorgesehen sein, um die Stützhülse **30** auf das zuvor freigelegte Kabelschirmgeflecht **17** aufzubringen. In einem nachfolgenden, zweiten Modul **36** kann vorgesehen sein, dass das Kabelschirmgeflecht **17** abgelängt und auf die Stützhülse **30** zurückgeschlagen wird. In einem dem zweiten Modul **36** nachfolgenden dritten Modul **37** kann vorgesehen sein, dass die Isolation **9** des Innenleiters **3** an dem Innenleiterende **3.1** zumindest teilweise freigelegt wird. Die Vorrichtung **32** kann dem dritten Modul **37** nachgeordnet sein.

[0149] Vorzugsweise kann - auch im Rahmen des Verfahrens bzw. der Vorrichtung **6** zur Konfektionierung des mehradrigen elektrischen Kabels **2** - vorgesehen sein, dass zunächst das erste Kabelende **4** mit einem ersten Steckverbinder und anschließend das zweite Kabelende **5** mit einem zweiten Steckverbinder konfektioniert wird, wobei insbesondere das zweite Kabelende **5** mittels derselben Vorrichtung **6, 32** zur Konfektionierung des elektrischen Kabels **2** bearbeitet wird, wie das erste Kabelende **4**. Hierfür kann beispielsweise das jeweilige System **1, 31** ein unabhängiges Modul aufweisen, das als Modul zum Umlegen des elektrischen Kabels **2** ausgebildet ist,

um zunächst das erste Kabelende **4** von den weiteren Modulen und von der Vorrichtung **6, 32** zu bearbeiten, und anschließend in einem zweiten Bearbeitungsdurchgang das zweite Kabelende **5** von denselben Modulen und derselben Vorrichtung **6, 32** zu bearbeiten.

[0150] Beispielsweise mittels der Ultraschallschweißeinrichtung **33, 34** kann in dem ersten Bearbeitungsdurchgang das erste Kontaktelement **28** in der ersten Orientierung an dem ersten Kabelende **4** des elektrischen Kabels **2** befestigt werden. In dem zweiten Bearbeitungsdurchgang kann anschließend dieselbe Ultraschallschweißeinrichtung **33, 34** zur verdrehsicheren Befestigung des zweiten Kontaktelements **29** an dem zweiten Kabelende **5** in der zweiten Orientierung verwendet werden.

[0151] Der erfindungsgemäßen Vorrichtung **32** zur Konfektionierung des einadrigen elektrischen Kabels **2** kann beispielsweise ein viertes Modul **38** nachgeordnet sein, das als Modul zur Montage eines Isoliergehäuses **39** ausgebildet ist.

[0152] Fig. 7 zeigt beispielhaft einen Verfahrensablauf für ein Verfahren zur Konfektionierung eines mehradrigen elektrischen Kabels **2**, beispielsweise des in Fig. 2 dargestellten, mehradrigen elektrischen Kabels **2**, im Rahmen des Systems **1** zur Konfektionierung des mehradrigen elektrischen Kabels **2**, insbesondere eines automatisierten oder vollautomatisierten Systems **1**.

[0153] In einem ersten Verfahrensschritt **S1** kann zunächst das elektrische Kabel **2** mit seinem ersten Kabelende **4** der erfindungsgemäßen Vorrichtung **6** zur Bearbeitung zugeführt werden.

[0154] In einem zweiten Verfahrensschritt **S2** kann die Steuereinheit **20** die Istverdrehung V_{IST} und die Sollverdrehung V_{SOLL} zwischen den aus den jeweiligen Kabelenden **4, 5** austretenden Innenleiterenden **3.1** erfassen.

[0155] In einem dritten Verfahrensschritt **S3** kann ermittelt werden, ob die Sollverdrehung V_{SOLL} um mehr als 90° von der Istverdrehung V_{IST} abweicht. Sofern dies der Fall ist, kann in einem vierten Verfahrensschritt **S4** vorgesehen sein, die Innenleiterenden **3.1** des ersten Kabelendes **4** zu verdrehen, um die Istverdrehung V_{IST} zunächst zumindest teilweise an die Sollverdrehung V_{SOLL} anzugleichen.

[0156] In einem fünften Verfahrensschritt **S5**, der gegebenenfalls, sofern die Sollverdrehung V_{SOLL} um weniger als 90° von der Istverdrehung V_{IST} abweicht, unmittelbar auf den dritten Verfahrensschritt **S3** folgen kann, kann der Kontaktteilträger **11** auf dem Kabelmantel **12** des Kabels **2** festgelegt werden. Im Anschluss kann das erste Kabelende **4** beispielsweise

vollständig mit dem ersten Steckverbinder konfektioniert werden.

[0157] In einem nachfolgenden, zweiten Bearbeitungsdurchgang kann vorgesehen sein, auch das zweite Kabelende **5** zu konfektionieren. Hierzu kann in einem sechsten Verfahrensschritt **S6** vorgesehen sein, das elektrische Kabel **2** zunächst umzulegen bzw. umzudrehen, um das zweite Kabelende **5** der erfindungsgemäßen Vorrichtung **6** und ggf. den weiteren Modulen **7, 10, 13** zuzuführen.

[0158] Im Anschluss kann in einem siebten Verfahrensschritt **S7** die Istverdrehung V_{IST} und die Sollverdrehung V_{SOLL} von der Steuereinheit **20** erfasst werden.

[0159] In einem anschließenden achten Verfahrensschritt **S8** kann erfasst werden, ob die Sollverdrehung V_{SOLL} der Istverdrehung V_{IST} entspricht.

[0160] Ist dies nicht der Fall, kann in einem neunten Verfahrensschritt **S9** vorgesehen sein, die Innenleiterenden **3.1** des zweiten Kabelendes **5** zu verdrehen, um die Istverdrehung V_{IST} an die Sollverdrehung V_{SOLL} anzugleichen.

[0161] In einem zehnten Verfahrensschritt **S10** kann der Kontaktteilträger **11** verdrehsicher an dem Kabelmantel **12** festgelegt werden, wahlweise nach der Verdrehung gemäß Verfahrensschritt **S9** oder unmittelbar nach Verfahrensschritt **S8**.

[0162] Das beispielhaft dargestellte Verfahren kann als Computerprogrammprodukt mit Programmcode Mitteln auf der Steuereinheit **20** der Vorrichtung **6** oder der Vorrichtung **32** zur Konfektionierung des elektrischen Kabels **2** ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels (2), aufweisend wenigstens zwei Innenleiter (3), die sich von einem ersten Kabelende (4) zu einem zweiten Kabelende (5) erstrecken, wonach eine Steuereinheit (20) eine Istverdrehung (V_{IST}) und eine Sollverdrehung (V_{SOLL}) zwischen den aus dem jeweiligen Kabelende (4, 5) austretenden Innenleiterenden (3.1) erfasst, wobei die Istverdrehung (V_{IST}) an die Sollverdrehung (V_{SOLL}) angeglichen wird, indem die Innenleiter (3) an zumindest einem der Kabelenden (4, 5) verdreht werden, und wobei die Verdrehung fixiert wird, indem ein die Innenleiterenden (3.1) in sich aufnehmender Kontaktteilträger (11) eines auf dem zugeordneten Kabelende (4, 5) zu montierenden elektrischen Steckverbinders an einem Kabelmantel (12) des Kabels (2) verdrehsicher festgelegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kontaktteilträger (11) verdrehsicher festgelegt wird, indem der Kontaktteilträger (11) auf dem entsprechenden Kabelende (4, 5) verpresst wird und/oder indem eine Schirmhülse (21) verdrehsicher auf dem Kontaktteilträger (11) montiert und auf dem entsprechenden Kabelende (4, 5) verpresst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenleiter (3) an zumindest einem der Kabelenden (4, 5) verdreht werden, indem

- a) das Kabelende (4, 5) gedreht wird;
- b) der Kontaktteilträger (11) zusammen mit den in dem Kontaktteilträger (11) aufgenommenen Innenleiterenden (3.1) verdreht wird; und/oder
- c) die Schirmhülse (21) verdrehsicher auf dem Kontaktteilträger (11) montiert und gemeinsam mit dem Kontaktteilträger (11) und den in dem Kontaktteilträger (11) aufgenommenen Innenleiterenden (3.1) verdreht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst das erste Kabelende (4) mit einem ersten Steckverbinder und anschließend das zweite Kabelende (5) mit einem zweiten Steckverbinder konfektioniert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (20) eine Verdrehung beider Kabelenden (4, 5) nur dann bestimmt, wenn die Istverdrehung (V_{IST}) der Innenleiterenden (3.1) an den beiden Kabelenden (4, 5) um mehr als 90° von der Sollverdrehung (V_{SOLL}) abweicht.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (20) eine Aktuatoreinrichtung (24) ansteuert, um die zuvor bestimmte Verdrehung zu bewirken.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (20) eine elastizitätsbedingte Rückverdrehung (V_R) der Innenleiterenden (3.1) bei der Angleichung der Istverdrehung (V_{IST}) an die Sollverdrehung (V_{SOLL}) berücksichtigt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenleiter (3) verdreht durch das Kabel (2) verlaufen und die Steuereinheit (20) einen Drall der Innenleiter (3) zur Bestimmung der Istverdrehung (V_{IST}) berücksichtigt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drall messtechnisch oder experimentell ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem der Ver-

fahren vorangehenden Bearbeitungsschritt betreffend ein Ablängen des elektrischen Kabels (2) oder dessen Komponenten und/oder ein Abisolieren von Komponenten des elektrischen Kabels (2) eine durch das spätere Verdrehen der Innenleiter (3) bedingte Längenverkürzung bereits berücksichtigt wird.

11. Verfahren zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels (2), aufweisend einen einzigen Innenleiter (3), der sich von einem ersten Kabelende (4) zu einem zweiten Kabelende (5) erstreckt, wonach an dem ersten Kabelende (4) ein erstes Kontaktelement (28) verdrehsicher in einer ersten Orientierung befestigt wird, wonach anschließend das zweite Kabelende (5) bearbeitet wird, um ein zweites Kontaktelement (29) verdrehsicher zu befestigen, wobei eine Steuereinheit (20) die erste Orientierung und eine Sollverdrehung zwischen den beiden Kontaktelementen (28, 29) erfasst und hieraus eine zweite Orientierung für die Befestigung des zweiten Kontaktelements (29) ermittelt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Kontaktelement (29) in der zweiten Orientierung verdrehsicher an dem zweiten Kabelende (5) befestigt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Kontaktelement (28) und/oder das zweite Kontaktelement (29) stoffschlüssig an einem aus dem zugeordneten Kabelende (4, 5) austretenden Innenleiterende (3.1) befestigt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Kontaktelement (28) und/oder das zweite Kontaktelement (29) stoffschlüssig durch ein Ultraschallschweißverfahren oder ein Widerstandsschweißverfahren an dem aus dem zugeordneten Kabelende (4, 5) austretenden Innenleiterende (3.1) befestigt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Kabelende (5) mittels derselben Vorrichtung (6, 32) zur Konfektionierung des elektrischen Kabels (2) bearbeitet wird, wie das erste Kabelende (4).

16. Vorrichtung (6) zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels (2), aufweisend

- a) eine Steuereinheit (20), die eingerichtet ist, um eine Istverdrehung (V_{IST}) und eine Sollverdrehung (V_{SOLL}) zwischen aus einem ersten Kabelende (4) und einem zweiten Kabelende (5) austretenden Innenleiterenden (3.1) von sich durch das Kabel (2) erstreckenden Innenleitern (3) zu erfassen,
- b) eine Aktuatoreinrichtung (24), die mit der Steuereinheit (20) kommunikationsverbunden und eingerichtet ist, um die Innenleiter (3) an zumindest einem der Kabelenden (4, 5) zu verdrehen, um nach Vorga-

be der Steuereinheit (20) die Istverdrehung (V_{IST}) an die Sollverdrehung (V_{SOLL}) anzugleichen, und
 c) ein Presswerkzeug (27), das ausgebildet ist, um einen die Innenleiterenden (3.1) in sich aufnehmenden Kontaktteilträger (11) eines auf dem zugeordneten Kabelende (4, 5) zu montierenden elektrischen Steckverbinders an einem Kabelmantel (12) des Kabels (2) verdrehsicher festzulegen, um die Verdrehung zu fixieren.

tung (6, 32) zu bearbeiten, und anschließend in einem zweiten Bearbeitungsdurchgang das zweite Kabelende (5) von denselben Modulen und derselben Vorrichtung (6, 32) zu bearbeiten.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

17. Vorrichtung (32) zur Konfektionierung eines einen einzigen Innenleiter (3) aufweisenden elektrischen Kabels (2), aufweisend,
 a) ein erstes Mittel (33) zur verdrehsicheren Befestigung eines ersten Kontaktelements (28) in einer ersten Orientierung an einem ersten Kabelende (4) des elektrischen Kabels (2),
 b) ein zweites Mittel (34) zur verdrehsicheren Befestigung eines zweiten Kontaktelements (29) an einem zweiten Kabelende (5) des elektrischen Kabels (2), und
 c) eine Steuereinheit (20), die eingerichtet ist, um die erste Orientierung und eine Sollverdrehung zwischen den beiden Kontaktelementen (28, 29) zu erfassen und hieraus eine zweite Orientierung für die Befestigung des zweiten Kontaktelements (29) zu ermitteln.

18. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, um ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 durchzuführen, wenn das Programm auf einer Steuereinheit (20) einer Vorrichtung (6, 32) zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels (2) ausgeführt wird.

19. System (1, 31) zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels (2), umfassend
 a) eine Vorrichtung (6, 32) zur Konfektionierung eines elektrischen Kabels (2) nach Anspruch 16 oder 17; und
 b) zumindest ein von der Vorrichtung (6, 32) unabhängiges Modul (7, 10, 13, 35, 36, 37, 38) zur Konfektionierung des elektrischen Kabels (2).

20. System (1, 31) nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eines der unabhängigen Module als ein Modul (10) zur Montage des Kontaktteilträgers (11) und/oder ein Modul zur Sicherstellung der korrekten Montage des Kontaktteilträgers (11) und/oder ein Modul (35) zum Verkrimpen einer Stützhülse (30) auf dem Kabelende (4, 5) und/oder ein Modul (13) zur Montage wenigstens einer Gehäusekomponente (14) des elektrischen Steckverbinders ausgebildet ist.

21. System (1, 31) nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eines der unabhängigen Module (7, 10, 13, 35, 36, 37, 38) als ein Modul zum Umlegen des elektrischen Kabels (2) ausgebildet ist, um zunächst das erste Kabelende (4) von den weiteren Modulen und von der Vorrich-

Anhängende Zeichnungen

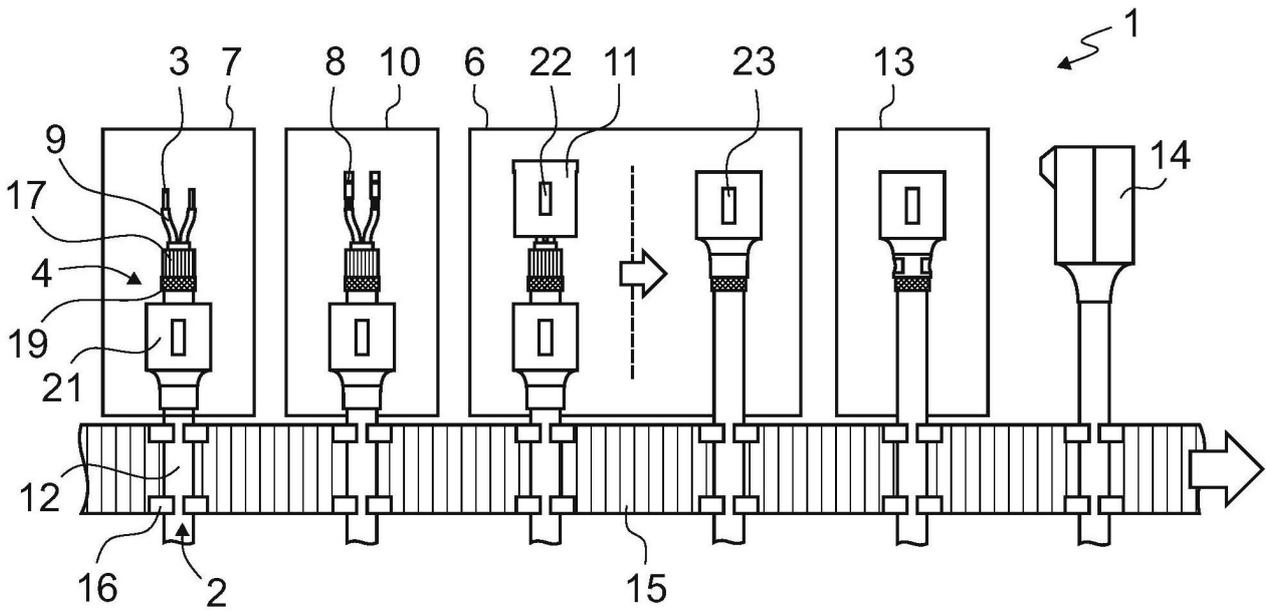


Fig. 1

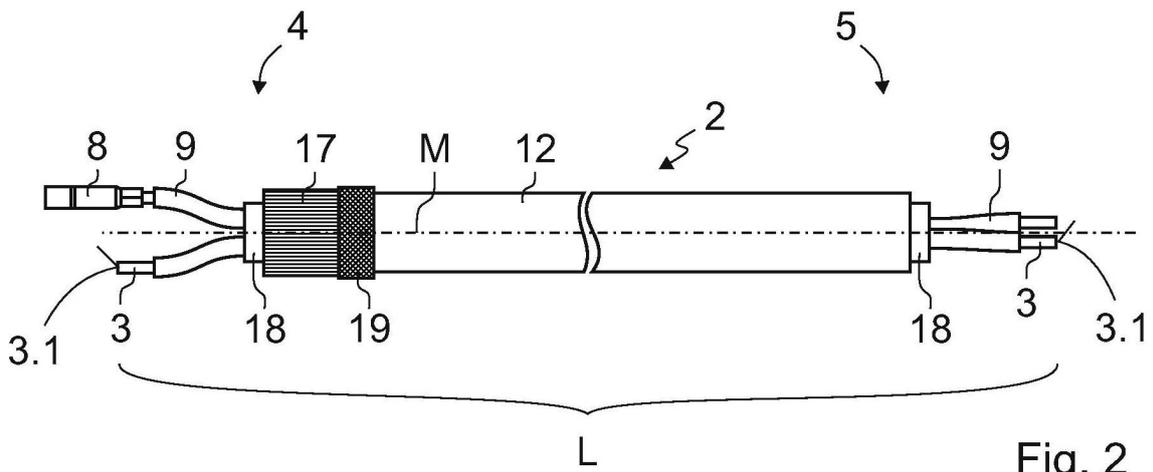


Fig. 2

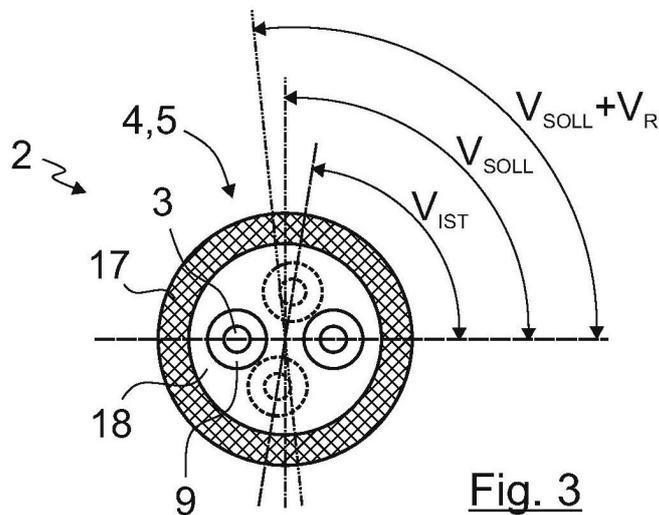


Fig. 3

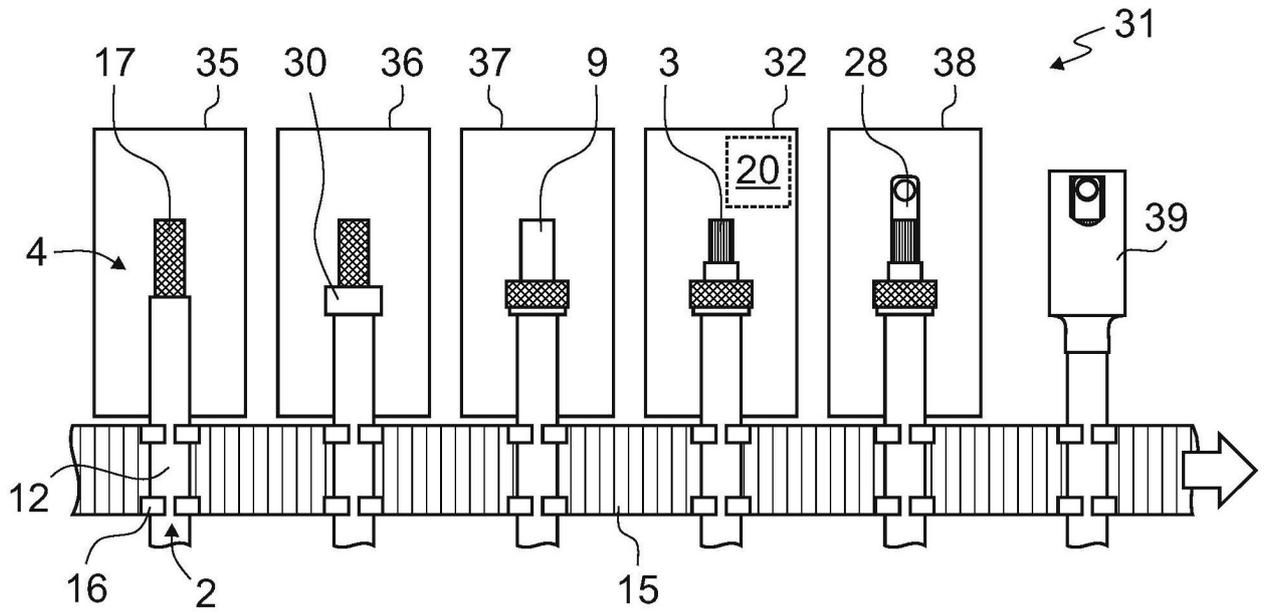


Fig. 4

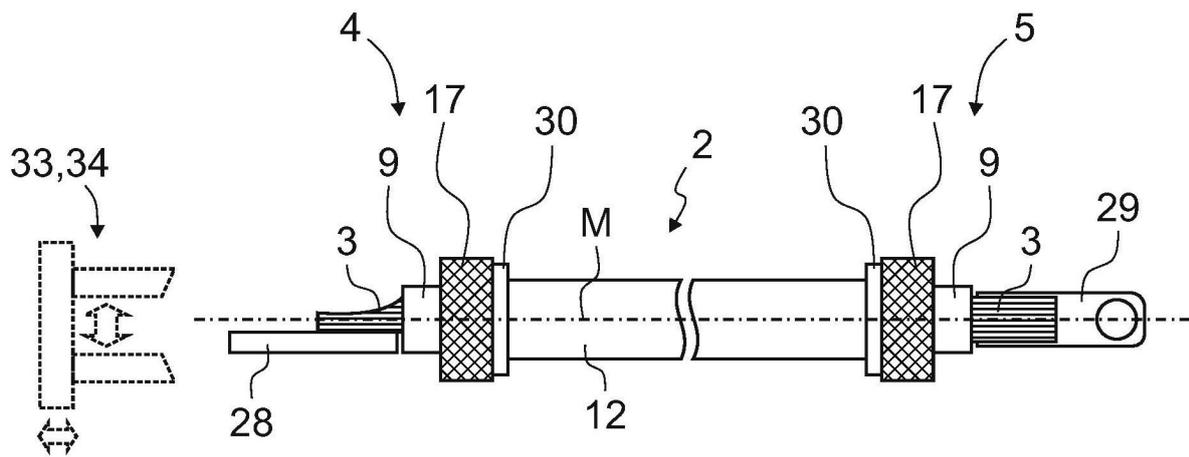


Fig. 5

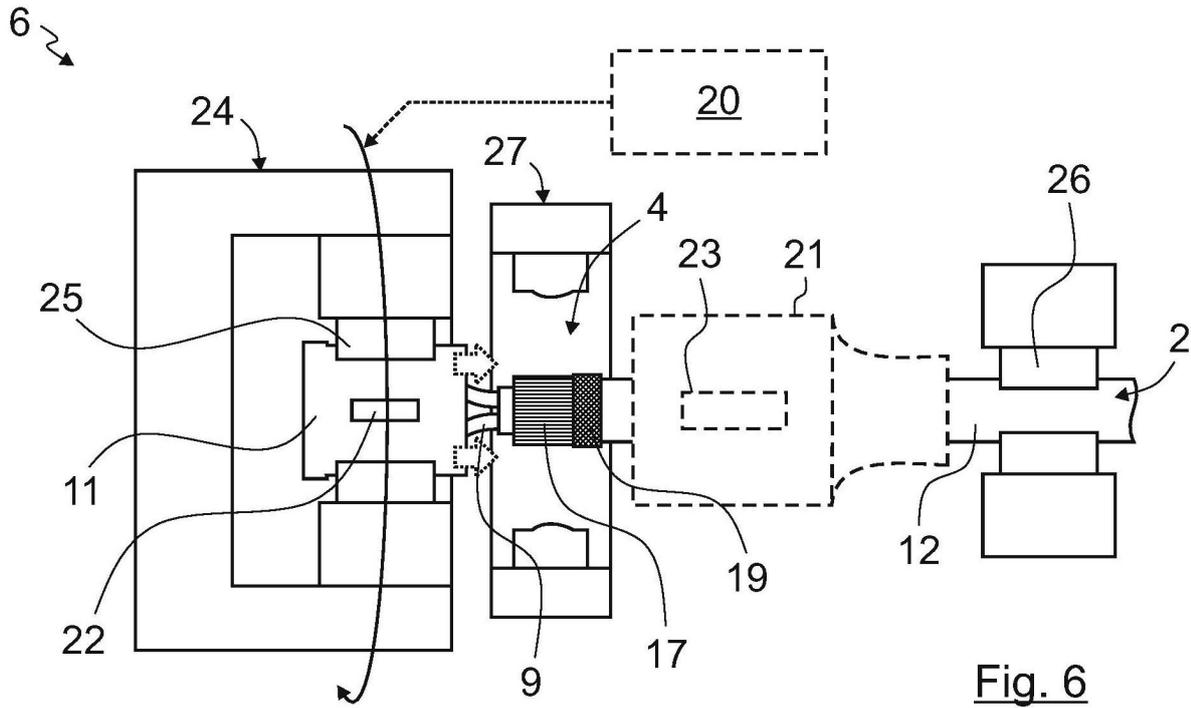


Fig. 6

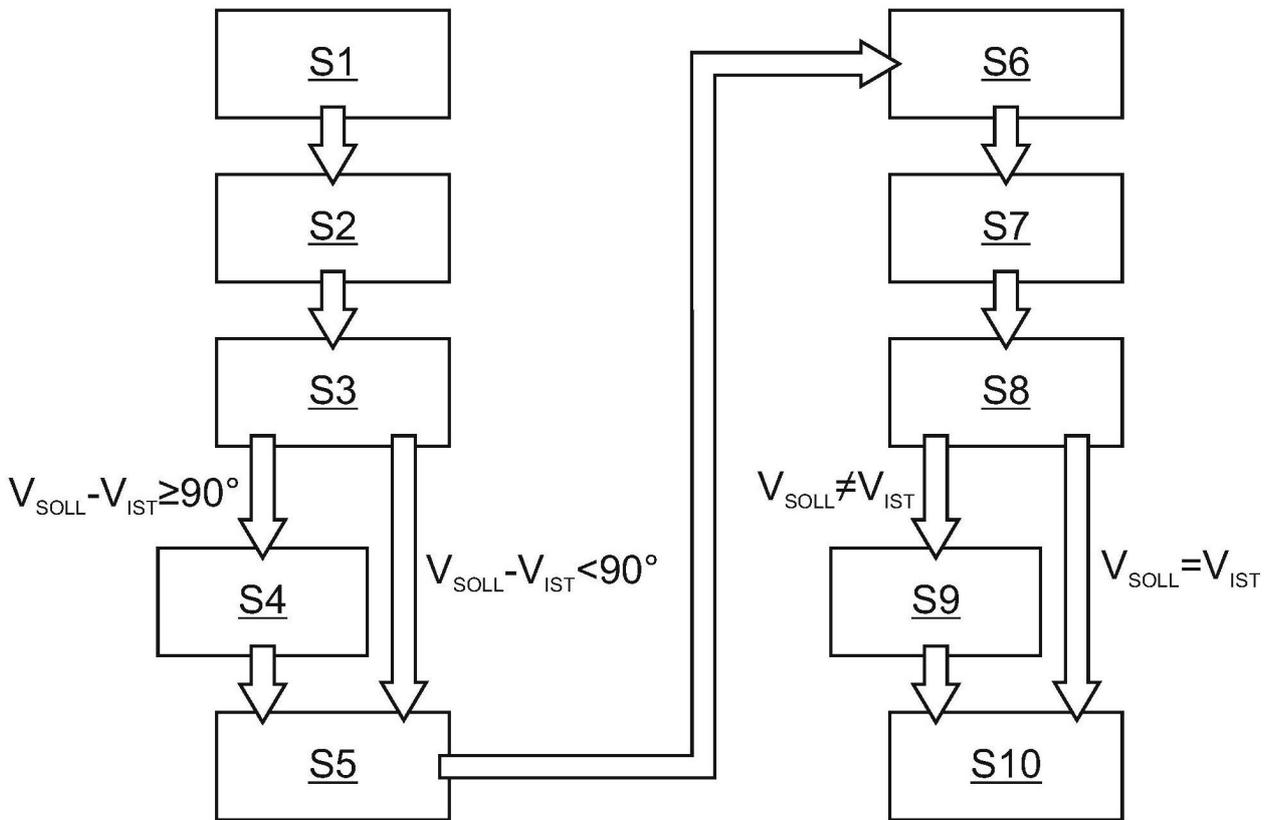


Fig. 7