



(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: 20 2013 012 612.4

(51) Int Cl.: **H02S 40/36 (2014.01)**

(22) Anmeldetag: 14.06.2013

H01R 31/02 (2006.01)

(67) aus Patentanmeldung: 10 2013 106 255.5

(47) Eintragungstag: 18.01.2018

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: 22.02.2018

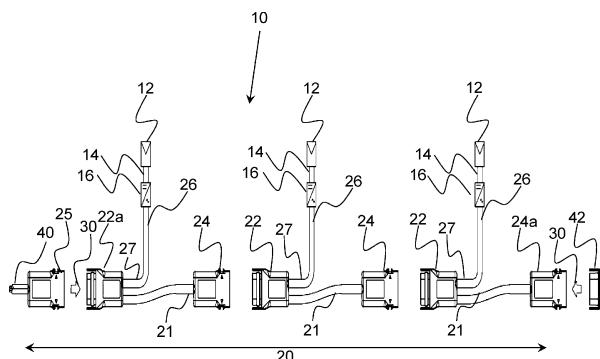
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**Phoenix Contact GmbH & Co. KG, 32825
Blomberg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Kabelmodul für Modulwechselrichter eines Photovoltaikgenerators**

(57) Hauptanspruch: Wechselstromverkabelung für einen Photovoltaikgenerator mit einer Mehrzahl von mit Modulwechselrichtern ausgestatteten Photovoltaikmodulen, umfassend eine Wechselstrom-Trunkleitung und hieran angeschlossene Stichkabel zum Einspeisen des Wechselstroms aus der Mehrzahl von Modulwechselrichtern in die gemeinsame Wechselstrom-Trunkleitung, so dass die Wechselstrom-Trunkleitung entfernt von den Modulwechselrichtern verlegbar ist, zusammengesetzt aus einer Mehrzahl von vorkonfektionierten Kabelmodulen, wobei die vorkonfektionierten Kabelmodule jeweils folgende Bauteile umfassen:
einen ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder,
einen den ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder verbindenden Trunkleitungs-Kabelabschnitt und
ein elektrisch mit dem Trunkleitungs-Kabelabschnitt verbundenes Stichkabel,
wobei die Kabelmodule mittels ihrer ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder zu einer seriellen Kette zusammengesteckt sind, so dass die somit seriell geschalteten Trunkleitungs-Kabelabschnitte gemeinsam die Wechselstrom-Trunkleitung bilden,
wobei den Modulwechselrichtern jeweils ein Kabelmodul mit einem Stichkabel zugeordnet ist, so dass die Modulwechselrichter mittels des jeweils zugeordneten Stichkabels an die Wechselstrom-Trunkleitung anschließbar sind, und
wobei die Stichkabel mit einem Leiterende jeweils direkt entweder an den ersten oder den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder des zugehörigen Kabelmoduls angeschlossen und fest mit diesem verbunden sind.



Beschreibung**Gebiet der Erfindung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kabelmodul zum elektrischen Anschließen von Modulwechselrichtern photovoltaischer Solarmodule an ein Wechselstromnetz.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Der Bereich der Photovoltaikgeneratoren, bei welchen typischerweise mittels siliziumbasierter Halbleiter elektrischer Strom erzeugt wird, unterliegt einem ungebrochenen Entwicklungsbestreben. So ist es zwar seit Jahrzehnten bekannt, photovoltaische Solarmodule zur Stromerzeugung einzusetzen, jedoch sind vor Allem in mitteleuropäischen Lagen die besonders geeigneten Flächen bereits nahezu vollständig erschlossen.

[0003] Die besonders geeigneten Flächen zeichnen sich hierbei dadurch aus, dass diese möglichst ideal nach Süden ausgerichtet sind, dort mit den Solarmodulen ein Anstellwinkel von zirka 35° gegenüber dem Erdboden realisierbar ist und die Fläche, und damit die Solarmodule, im Tagesgang der Sonne nicht verschattet wird. Unter diesen Bedingungen kann ein Photovoltaikgenerator seine optimale elektrische Leistungsausbeute erreichen. Häufig werden hierfür Hausdach- oder andere Dachflächen herangezogen, die eine typische Dachschräge gerade im Bereich des idealen Anstellwinkels oder zumindest in dessen Nähe aufweisen.

[0004] Es gibt eine weit größere Anzahl an Flächen, die prinzipiell ebenfalls als Fläche für einen Photovoltaikgenerator verwendet werden könnte. Für das Erschließen weiterer Flächen werden besonders mögliche Verschattungen, verursacht beispielsweise durch Dachaufbauten oder umliegende schattenwerfende Objekte wie Bäume, Hochhäuser oder Industrieanlagen, erhebliche Probleme aufwerfen.

[0005] In klassischen Photovoltaikgeneratoren werden einzelne Photovoltaikmodule (PV-Module) in Reihe zu einem Strang verschaltet, so dass sich deren Spannungen addieren. Je nach Anlagengröße wird ein Strang oder werden mehrere Stränge zu einem String-Wechselrichter geführt, an welchem der generierte Gleichstrom in konformen Wechselstrom des öffentlichen Stromversorgungsnetzes transformiert wird.

[0006] Problematisch kann hierbei die Reihenschaltung, insbesondere bei Verschattungen, sein. Die Abschattung eines einzelnen PV-Moduls oder gar einer einzelnen Zelle eines PV-Moduls hat Auswirkungen auf den Ertrag des gesamten Strings. Es reicht daher bereits aus, wenn nur vereinzelt Blätter auf den

PV-Modulen verteilt liegen, um den Ertrag des Photovoltaikgenerators zu senken. Verschiedene Dachaufbauten wie Gauben und Schornsteine können aber den Ertrag ebenso zuverlässig senken, wenn diese zeitweise Schatten auf PV-Module werfen.

[0007] Demgegenüber schaffen Sicherheitsmechanismen wie typischerweise in den auf der Rückseite der PV-Module befindlichen Anschlussdosen angebrachte Bypassdioden oft nur eine trügerische Sicherheit. Zwar leiten die Bypassdioden den Strom der unverschatteten Module des Strings um den "Engpass" der abgeschatteten Stelle herum und bieten prinzipiell somit Schutz vor gefährlichen Hot Spots. In den wenigsten Fällen sind diese Bypassdioden allerdings dafür ausgelegt, über den gesamten Lebenszyklus eines PV-Moduls hinweg permanente oder wiederkehrende Verschattungen zu kompensieren. Die Folge ist häufig ein Ausfall der Bypassdiode durch Überlastung und hieraus erneut eine Ertragsenkung des gesamten Strangs.

[0008] Üblicherweise lässt man daher Flächenbereiche, bei denen (zeitweise) Verschattungen bekannt oder zu erwarten sind, frei von PV-Modulen oder man schaltet selektierte PV-Module zu bestimmten Strängen zusammen, die in der Erwartung ähnlich stark von Verschattungen betroffen sein werden.

[0009] Eine bekannte Möglichkeit, das Ausmaß des Problems zu verkleinern, ist es, die PV-Module jeweils nur parallel zueinander oder im Wesentlichen nur parallel zueinander zu schalten, also keine Stränge aus in Reihe geschalteten PV-Modulen zu bilden. Hierbei addieren sich nicht mehr die Spannungen, sondern vielmehr die Ströme der Anlage, es resultiert eine Gleichstromeinzelmodulanbindung. Da mit hohen Strömen und niedrigen Spannungen aber höhere Übertragungsverluste resultieren, wird die reine Parallelverschaltung von PV-Modulen, mit Ausnahme von Kleinstanlagen wie beispielsweise auf Wohnmobilen, nur selten verwendet, wenn überhaupt.

[0010] Eine relativ junge Möglichkeit, die genannten Probleme zu lösen, ist der Einsatz von Modulwechselrichtern. Hierbei wird in der Nähe jedes PV-Moduls ein kleiner Modulwechselrichter angebracht, der gerade so hinsichtlich der maximalen Leistungsaufnahme dimensioniert ist, dass er die Leistung eines oder weniger, beispielsweise von zwei PV-Modulen, transformieren kann. Dies ermöglicht den Einsatz kostengünstiger und kleiner Bauteile, die einen weiter verbesserten Wirkungsgrad erreichen können.

[0011] Durch den Einsatz von Modulwechselrichtern werden die PV-Module unabhängig voneinander, so dass jedes PV-Modul permanent im optimalen Arbeitspunkt betrieben werden kann. Bereiche, die regelmäßig verschattet werden, beeinflussen daher nicht mehr die Leistungsausbeute der übrigen PV-

Module desselben Strangs, so dass unverschattete PV-Module nicht mehr von verschatteten PV-Modulen beeinträchtigt werden. Zugleich ist aber auch eine bessere Leistungsausbeute als bei einer Gleichstromeinzelmodulanbindung gegeben.

[0012] An die Verschaltung der PV-Module werden nun allerdings neue Herausforderungen gestellt, da sich die Verschaltung eines PV-Wechselstromnetzes grundlegend von der Verschaltung eines PV-Gleichstromnetzes unterscheidet.

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

[0013] Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, eine Verschaltung von Photovoltaik-Modulwechselrichtern zu einem Wechselstromnetz bereitzustellen, wobei besonders niedrige Verluste der elektrischen Verkabelung realisiert werden.

[0014] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, die Verschaltung kostengünstig bereitzustellen.

[0015] Noch eine Aufgabe der Erfindung ist es, die Verschaltung derart zu gestalten, dass die PV-Module im Auslieferungszustand gut stapelbar sind.

[0016] Die Aufgabe der Erfindung wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

[0017] Erfindungsgemäß weist ein Photovoltaikgenerator eine Mehrzahl von mit Modulwechselrichtern ausgestatteten Photovoltaikmodulen sowie auch eine Wechselstromverkabelung zum Abführen der elektrischen Leistung von den Modulwechselrichtern auf.

[0018] Die Wechselstromverkabelung eines einzelnen PV-Moduls umfasst erfindungsgemäß eine Wechselstrom-Trunkleitung und ein hieran angeschlossenes Stichkabel zum jeweiligen Einspeisen des Wechselstroms aus der Mehrzahl von Modulwechselrichtern in die gemeinsame Wechselstrom-Trunkleitung.

[0019] Die Wechselstrom-Trunkleitung stellt somit die Sammelleitung dar, in die die einzelnen PV-Module ihre Leistung mittels der Modulwechselrichter und über die Stichleitung einspeisen. Diese Hauptleitung kann sich über den gesamten oder nur einen Teil des Photovoltaikgenerators erstrecken und kann aus einer Mehrzahl von vorzugsweise gleichartigen, vorkonfektionierten Kabelmodulen bestehen. Mit dieser Haupt- oder Sammelleitung wird daher der in den PV-Modulen generierte Strom zum Netzanschluss transportiert.

[0020] Die vorkonfektionierten Kabelmodule weisen einen ersten und gegenüberliegend zu dem ersten ei-

nen zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder für Wechselstrom auf, an welche jeweils ein weiteres Kabelmodul eines benachbarten PV-Moduls angeschlossen werden kann.

[0021] Ferner weisen die Kabelmodule einen den ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder verbindenden Trunkleitungs-Kabelabschnitt auf, welcher den ersten Trunkleitungs-Steckverbinder von dem zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder des Kabelmoduls beabstandet, um insbesondere ein einfaches Verbinden mit dem jeweils benachbarten PV-Modul zu ermöglichen.

[0022] Mit anderen Worten werden die Kabelmodule mittels ihrer ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder zu einer seriellen Wechselstromkette zusammengesteckt, so dass die somit seriell geschalteten Trunkleitungs-Kabelabschnitte gemeinsam die Wechselstrom-Trunkleitung bilden.

[0023] Die Kabelmodule weisen ein elektrisch mit dem Trunkleitungs-Kabelabschnitt, und somit im zusammengesteckten Zustand mit der Wechselstrom-Trunkleitung, verbundenes Stichkabel auf. Vermittels des Stichkabels kann die Wechselstrom-Trunkleitung entfernt von den Modulwechselrichtern bzw. den zugehörigen PV-Modulen verlegt werden. Mit anderen Worten ermöglicht das Stichkabel ein relativ freies Verlegen der Wechselstrom-Trunkleitung.

[0024] Jedem der Modulwechselrichter ist jeweils ein Kabelmodul mit einem Stichkabel zugeordnet, so dass die Modulwechselrichter mittels des jeweils zugeordneten Stichkabels an die Wechselstrom-Trunkleitung anschließbar sind, andererseits aber auch keine überschüssigen und damit freien Stichleitungsenden an dem Installationsort verbleiben.

[0025] Die Stichkabel können mit einem ersten Leiterende jeweils direkt entweder an den ersten oder den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder des zugehörigen Kabelmoduls angeschlossen und fest mit diesem verbunden sein. Die feste Verbindung ist bevorzugt vorkonfektioniert hergerichtet und nicht zerstörungsfrei lösbar.

[0026] Das Stichkabel ist bevorzugt mindestens zweipolig bzw. zweiadrig ausgeführt, besonders bevorzugt drei- oder fünfadrig entsprechend der üblichen einzuspeisenden ein- oder dreiphasigen Stromnetze (Dreiadrig entspricht dem gewöhnlichen Haushaltsnetz, fünfadrig dem Starkstromnetz). Bevorzugt sind Stichkabel und Wechselstrom-Trunkleitung zueinander gleichadrig ausgeführt, weisen also dieselbe Anzahl elektrischer Adern auf.

[0027] Bevorzugt weisen die ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder Metall-Steckkontakte auf, welche jeweils mit komplementären Me-

tall-Steckkontakten des hiermit gepaarten komplementären Trunkleitungs-Steckverbinder des in der Kette unmittelbar benachbarten Kabelmoduls zusammengesteckt sind. Dies können beispielsweise Metall-Stecker und komplementär dazu Metall-Buchsen sein.

[0028] Die Leiterenden der elektrischen Einzelleiter des Trunkleitungs-Kabelabschnitts und des Stichkabels sind dabei insbesondere jeweils direkt an den jeweiligen Metallsteckkontakt angeschlossen, also beispielsweise angecrimpt, angelötet oder angeschweißt.

[0029] Mit anderen Worten werden die Adern des Stichkabels bis in den ersten oder zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder hineingeführt und dort unmittelbar an den Kontaktstecker der jeweiligen Ader zusammen mit der entsprechenden Ader des Trunkleitungs-Kabelabschnitts angeschlossen. Durch die unmittelbare Kontaktierung der Adern in dem Trunkleitungs-Steckverbinder werden besonders vorteilhaft weitere kosten- und platzintensive Bauteile zusammen mit deren jeweiligen elektrischen Übergangswiderständen eingespart.

[0030] Der Leiterquerschnitt der Trunkleitungs-Kabelabschnitte ist bevorzugt erheblich größer als der Leiterquerschnitt der Stichkabel. Beispielsweise kann der Leiterquerschnitt der Trunkleitungs-Kabelabschnitte ungefähr 4mm^2 und der Leiterquerschnitt der Stichkabel ungefähr $0,75\text{mm}^2$ betragen.

[0031] Die ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder weisen Gehäuse auf, welche die Metall-Steckkontakte, die Leiterenden des jeweiligen Trunkleitungs-Kabelabschnitts und des jeweiligen Stichkabels beherbergen und welche insbesondere dielektrisch ausgeführt sind. Ferner können die Gehäuse der ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder innen mit isolierender Vergussmasse vergossen sein und die Vergussmasse bei demjenigen Trunkleitungs-Steckverbinder ohne Stichkabel den Endabschnitt des Trunkleitungs-Kabelabschnitts, also insbesondere die freigelegten Aderendstücke, einschließen. Bei demjenigen Trunkleitungs-Steckverbinder mit direkt angeschlossenem Stichkabel kann die Vergussmasse den Endabschnitt des Trunkleitungs-Kabelabschnitts und denjenigen des Stichkabels einschließen, also insbesondere die jeweiligen Aderendstücke. Hierdurch wird ein besonders sicherer Schutz vor Stromschlag gewährleistet sowie die freiliegenden Adern von der Feuchtigkeit der Umgebungsluft entkoppelt. Darüber hinaus verbessert die Vergussmasse die Kälteschlagfestigkeit gemäß der Norm UL 1703 Nr. 30.

[0032] Die Trunkleitungs-Steckverbinder weisen bevorzugt ein Steckgesicht auf. Mittels des Steckgesichts können die Trunkleitungs-Steckverbinder

mit dem gepaarten komplementären Trunkleitungs-Steckverbinder des in der Kette unmittelbar benachbarten Kabelmoduls zusammengesteckt werden, wobei bei demjenigen Trunkleitungs-Steckverbinder mit direkt angeschlossenem Stichkabel der Trunkleitungs-Kabelabschnitt und das Stichkabel beide auf der dem Steckgesicht gegenüberliegenden Seite parallel zueinander in das Gehäuse des Trunkleitungs-Steckverbinder eintreten. Mit anderen Worten treten sowohl das Stichkabel als auch der Trunkleitungs-Kabelabschnitt bevorzugt an derselben Seite des Gehäuses in den Trunkleitungs-Steckverbinder ein, so dass alle Adern parallel zueinander verlaufen.

[0033] Das Stichkabel und der Trunkleitungs-Kabelabschnitt treten dabei bevorzugt durch zwei separate rückwärtige Öffnungen in das entsprechende Gehäuse ein, wobei diese jeweils mit einer Ringdichtung in der jeweiligen rückwärtigen Öffnung abgedichtet sind.

[0034] Die Wechselstrom-Trunkleitung und die Stichkabel sind bevorzugt zumindest drei-, vier- oder fünfpolig ausgebildet, wobei die Trunkleitungs-Steckverbinder zumindest drei, vier oder fünf Metall-Steckkontakte aufweisen. Besonders bevorzugt sind die Metall-Steckkontakte nebeneinander in einer Ebene angeordnet, so dass sich eine besonders flache Bauweise ergibt. Durch die flache Bauweise ist es möglich, den Trunkleitungs-Steckverbinder unterhalb des PV-Moduls auch während des Transports so bereitzuhalten, dass der Abstand zwischen den PV-Modulen nicht wegen der Trunkleitungs-Steckverbinder vergrößert werden muss.

[0035] Die Gehäuse der Trunkleitungs-Steckverbinder sind daher mit anderen Worten erheblich breiter als hoch ausgebildet, wodurch sie eine flache Form aufweisen. Insbesondere beträgt dabei die Breite der Gehäuse mindestens 30 mm und die Höhe der Gehäuse höchstens 20 mm.

[0036] Die Wechselstrom-Trunkleitung und die Stichkabel sind bevorzugt jeweils entweder für den Transport eines einphasigen Wechselstroms ausgebildet, also einphasig mit drei Einzeladern ausgeführt, nämlich Phase, Erdleiter und Schutzleiter, oder aber für den Transport eines mehrphasigen, auch als Drehstrom bezeichneten Wechselstroms, und dann mit zumindest vier, besonders bevorzugt fünf Einzeladern ausgeführt. Die Trunkleitungs-Steckverbinder weisen dabei entsprechend drei bzw. vier oder fünf elektrisch voneinander getrennte Metall-Steckkontakte auf.

[0037] Der Schutzleiter ist bevorzugt zwischen der Phase und dem Erdleiter angeordnet ist, besonders bevorzugt mittig im Steckgesicht angeordnet, wodurch ein Kippschutz realisiert wird. Besonders bevorzugt ist der Schutzleiter vorauselend ausgebildet,

ragt also beispielsweise etwas weiter hervor, als Phase bzw. Erdleiter, so dass eine Erhöhung der Sicherheit ermöglicht ist, indem stets zuerst der Schutzleiter verbunden wird, bevor Phase oder Erdleiter eine Verbindung herstellen können. Mit anderen Worten kontaktiert der vorauselende Schutzleiter beim Zusammenstecken der Steckverbinder stets als erster bzw. trennt der vorauselende Schutzleiter beim Abziehen der Steckverbinder stets als letzter, um eine sorgfältige Absicherung zu gewährleisten und Potentialdifferenzen vor dem Kontakt der Phase abzubauen.

[0038] Die Kabelmodule sind bevorzugt derart vorkonfektioniert, dass die Aderendstücke des Stichkabels, welche dem an den Trunkleitungs-Steckverbinder angeschlossenen Leiterende gegenüberliegen, fest mit dem zugehörigen Modulwechselrichter verdrahtet sind oder fest in einen Steckverbinder zum Anstecken an einen komplementären Steckverbinder des Modulwechselrichters eingebbracht sind, beispielsweise dort angecrimpft, angeschweißt oder angelötet sind. Mit anderen Worten werden die Stichkabel besonders bevorzugt vor der Montage auf dem Dach bereits fest oder über einen Stecker lösbar mit dem Modulwechselrichter des PV-Moduls verbunden, so dass dies bei der Modulinstallation als eine Einheit, und damit erheblich schneller installiert werden kann.

[0039] Weiter bevorzugt ist auch der Modulwechselrichter derart ausgeführt, dass er an dem Rahmen des PV-Modul direkt montierbar ist und keine zusätzlich Bauhöhe beansprucht, so dass das PV-Modul mitsamt dem Modulwechselrichter und dem daran fest verdrahteten oder lösbar steckbaren Kabelmodul in einfacher Weise als Einheit montiert werden kann und auf der Baustelle keine zusätzliche Zeit für die elektrische Verbindungsherstellung beansprucht wird.

[0040] Ferner bevorzugt ist der erste Trunkleitungs-Steckverbinder der Kabelmodule als männlicher Steckverbinder und der zweite Trunkleitungs-Steckverbinder der Kabelmodule als hiermit paarbarer weiblicher Steckverbinder oder umgekehrt ausgebildet. Mit anderen Worten ist der erste Trunkleitungs-Steckverbinder ein Stecker und der zweite Trunkleitungs-Steckverbinder eine dazu komplementär koppelbare Buchse, so dass eine beliebig lange Kette aus der Aneinanderreihung von beliebig vielen gleichartigen Kabelmodulen gebildet werden kann. Der erste Trunkleitungs-Steckverbinder des netzseitig endständigen Kabelmoduls der Wechselstrom-Trunkleitung ist darüber hinaus an das Stromnetz oder ein zu dem Stromnetz führendes und einen Netzanschlussstecker aufweisendes Adapterkabel anschließbar.

[0041] Der zweite Trunkleitungs-Steckverbinder des dem netzseitig endständigen Kabelmoduls entfernt

gegenüberliegenden endständigen Kabelmoduls der Wechselstrom-Trunkleitung bleibt bevorzugt "blind", d.h. nicht verbunden. Dieser Trunkleitungs-Steckverbinder wird mit einer bevorzugt spritzwassergeschützten Abschlusskappe abgedeckt, welche die Metall-Steckkontakte des blinden Trunkleitungs-Steckverbinder verschließt.

[0042] Die ersten Trunkleitungs-Steckverbinder können Verriegelungslaschen aufweisen, welche mit korrespondierenden Verriegelungsvorsprüngen des jeweils gepaarten zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder des benachbarten Kabelmoduls oder umgekehrt verrastet sind, um die Steckverbindung zwischen den Kabelmodulen in der Kette zu verriegeln. Die Verriegelungsvorsprünge bzw. Verriegelungslaschen sind bevorzugt seitlich an dem Trunkleitungs-Steckverbinder, also mit anderen Worten mit den Metall-Steckkontakten des Trunkleitungs-Steckverbinder in einer gemeinsamen Ebene, angeordnet, so dass die Bauhöhe des Trunkleitungs-Steckverbinder auch durch den Verriegelungsmechanismus nicht vergrößert wird.

[0043] Auch die Abschlusskappe kann zu den Verriegelungslaschen oder Verriegelungsvorsprüngen korrespondierende Verriegelungsvorsprünge bzw. Verriegelungslaschen aufweisen, mittels welchen die Abschlusskappe mit dem blinden Trunkleitungs-Steckverbinder der Wechselstrom-Trunkleitung verrastet wird. Somit ist gewährleistet, dass auch die Abschlusskappe fest am Trunkleitungs-Steckverbinder verrastet und ggf. auch nicht ohne Hilfe des Fachmanns gelöst werden kann.

[0044] Die Abschlusskappe kann auch eine Dichtung aufweisen, so dass der Verschluss des blinden Trunkleitungs-Steckverbinder der Wechselstrom-Trunkleitung spritzwassergeschützt ist.

[0045] An dem Gehäuse können ferner zusammen mit den Verriegelungsvorsprüngen in Steckrichtung hinter den Verriegelungsvorsprüngen, also senkrecht zu der gemeinsamen Ebene der Verriegelungsvorsprünge mit den Metall-Steckkontakten, Sicherungsvorsprünge angeordnet sein, welche ein unbeabsichtigtes Öffnen der Verriegelung erschweren oder gar verhindern.

[0046] Die Gehäuse können jeweils ein dielektrisches Außengehäuse und einen in dem Außengehäuse angeordneten dielektrischen Kontaktträger umfassen, in welchem die jeweiligen Metall-Steckkontakte festgelegt sind. Der Kontaktträger kann dabei mit einer Kontaktträgerdichtung derart abgedichtet sein, dass er das Innere des Gehäuses vor von dem Steckgesicht aus eindringender Feuchtigkeit schützt.

[0047] Ferner können die Gehäuse an ihrem jeweiligen Steckgesicht für jeden Metall-Steckkontakt eine Berührschutzhülse aufweisen, welche die leitenden Metall-Steckkontakte beherbergen. Die Gehäuse des ersten und/oder des zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder können auch einen die Berührschutzhülsen insgesamt umgebenden Dichtungskragen aufweisen.

[0048] Die Berührschutzhülsen der ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder sind dann bevorzugt komplementär ineinandersteckbar, wobei entweder der Dichtungskragen des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder in die Öffnung des zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder eingreift oder, falls an beiden Steckverbindern Dichtungskragen vorgesehen sind, die Dichtungskrangen komplementär ineinanderreichen.

[0049] Zumindest einer der Dichtungskrangen des ersten oder zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder kann eine umlaufende Ringdichtung zum Abdichten gegen den Dichtungskragen des komplementären Trunkleitungs-Steckverbinder aufweisen.

[0050] Das Verkabeln der Wechselstromseite einer Mehrzahl von mit Modulwechselrichtern ausgestatteten Photovoltaikmodulen umfasst typischerweise die folgenden Schritte.

[0051] Zunächst werden die PV-Module mit einem zuvor bezeichneten Kabelmodul ausgerüstet. Vorgezugsweise werden die PV-Module dabei auch bereits mit je einem Modulwechselrichter ausgerüstet, so dass die Stichkabel der Kabelmodule noch vor Auslieferung mit dem jeweiligen Modulwechselrichter entweder fest verdrahtet oder lösbar über eine Steckverbindung angeschlossen werden. Der jeweilige Modulwechselrichter kann dann ferner auch gleichspannungsseitig direkt mit der Anschlussdose des PV-Moduls verbunden werden.

[0052] Die Kabelmodule werden im Auslieferungszustand mit an beiden Trunkleitungs-Steckverbinder endseitigen, einfach zu lösenden Transportkappen ausgerüstet. Die solcherart ausgerüsteten PV-Module werden, also in besonders vorteilhafter Weise gemeinsam mit den Kabelmodulen, an den Aufbauort des Photovoltaikgenerators ausgeliefert.

[0053] Dort werden im nächsten Schritt die PV-Module am Montageort angebracht und die Schutzkappen von den noch nicht zusammengesteckten Kabelmodulen entfernt. Die noch nicht zusammengesteckten Kabelmodule werden anschließend zusammengesteckt und bilden dadurch die gemeinsame Wechselstrom-Trunkleitung. Der blinde Trunkleitungs-Steckverbinder wird schließlich mittels einer dichtenden Abschlusskappe verschlossen und die Wechselstrom-Trunkleitung, vorzugsweise mit dem

näheren Ende, mittels eines Netzanschlusssteckers an das Stromnetz angeschlossen.

[0054] Alternativ dazu ist es auch möglich, dass die PV-Module ohne Modulwechselrichter und ohne Kabelmodule an den Aufbauort des Photovoltaikgenerators ausgeliefert werden. In diesem Fall werden am Aufbauort zunächst die Stichkabel der Kabelmodule an die Modulwechselrichter angeschlossen und so dann die Transportkappen von den noch nicht zusammengesteckten Kabelmodulen entfernt. Die noch nicht zusammengesteckten Kabelmodule werden anschließend zusammengesteckt und der blinde Trunkleitungs-Steckverbinder der Wechselstrom-Trunkleitung mit der zugehörigen Abschlusskappe verschlossen. Schließlich wird die Wechselstrom-Trunkleitung mit einem Netzanschlussstecker an das Stromnetz angeschlossen.

[0055] Ein erfindungsgemäßer Photovoltaikgenerator weist demnach eine Mehrzahl von Photovoltaikmodulen auf, von denen zumindest einige einen Modulwechselrichter aufweisen und die Modulwechselrichter mit der zuvor bezeichneten Wechselstromverkabelung verkabelt und an das Stromnetz angeschlossen sind.

[0056] Erfindungsgemäß besteht ein Set aus steckbaren Kabelbauteilen zum Vor-Ort-Zusammenstecken der Wechselstromverkabelung eines Photovoltaikgenerators mit einer Mehrzahl von mit Modulwechselrichtern ausgestatteten Photovoltaikmodulen aus einer Vielzahl von gleichartigen vorkonfektionierten Kabelmodulen. Die Kabelmodule haben ihrerseits je einen männlichen und einen weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder, einen den männlichen und den weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder verbindenden Trunkleitungs-Kabelabschnitt und ein elektrisch mit dem Trunkleitungs-Kabelabschnitt verbundenes Stichkabel, wobei beliebig viele der Kabelmodule mittels ihrer männlichen und weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder zu einer beliebig langen seriellen Kette zusammensteckbar sind, so dass die dann seriell geschalteten Trunkleitungs-Kabelabschnitte gemeinsam die Wechselstrom-Trunkleitung bilden und die Modulwechselrichter mittels dem jeweils zugeordneten Stichkabel an die Wechselstrom-Trunkleitung angeschlossen werden, und wobei die Stichkabel mit einem Leiterende jeweils direkt entweder an den ersten oder den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder des zugehörigen Kabelmoduls angeschlossen und fest, d.h. nicht zerstörungsfrei lösbar mit diesem verbunden sind.

[0057] Das Set aus steckbaren Kabelbauteilen weist ferner für jede zu steckende Wechselstrom-Trunkleitung eine männliche Abschlusskappe, welche auf den weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder aufsteckbar ist oder eine weibliche Abschlusskappe, welche auf den männlichen Trunk-Leitungs-Steck-

verbinder aufsteckbar ist, auf, um diesen im Betrieb des Photovoltaikgenerators zu verschließen.

[0058] Zusätzlich zu den Abschlusskappen kann das Set ferner jeweils eine männliche Transportkappe, welche auf den weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder aufsteckbar ist und eine weibliche Transportkappe, welche auf den männlichen Trunk-Leitungs-Steckverbinder aufsteckbar ist, um diesen jeweils beim Transport zu verschließen, aufweisen.

[0059] Für die optional vorgesehenen Verriegelungslaschen des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder, welche mit korrespondierenden Verriegelungsvorsprüngen des jeweils gepaarten zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder oder umgekehrt verrastbar sind, kann das modulare Stecksystem ein Entriegelungswerkzeug aufweisen, mittels welchem die Verriegelung entriegelt werden kann.

[0060] Die Transportkappen können dabei derart gestaltet sein, dass deren Verriegelungslaschen oder Verriegelungsvorsprünge ohne Spezialwerkzeug mit der Hand von den Trunkleitungs-Steckverbinder abziehbar sind. Die männlichen und weiblichen Abschlusskappen können ebenfalls Verriegelungslaschen bzw. Verriegelungsvorsprünge aufweisen, welche mit den korrespondierenden Verriegelungsvorsprüngen bzw. Verriegelungslaschen des zugehörigen Trunkleitungs-Steckverbinder verrastbar sind und die Verriegelung mit dem Entriegelungswerkzeug, ggf. sogar nur mit dem Entriegelungswerkzeug entlastbar ist.

[0061] Ferner wird ein Set aus paarbaren männlichen und weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder sowie einem Entriegelungswerkzeug vorgestellt.

[0062] Hierbei weist der männliche und der weibliche Photovoltaik-Steckverbinder jeweils ein dielektrisches Gehäuse mit einem Steckgesicht mit Metall-Steckkontakte zum paarenden Verbinden mit den komplementären Metall-Steckkontakte des komplementären Photovoltaik-Steckverbinder auf, wobei das dielektrische Gehäuse eines der beiden männlichen oder weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder beidseits seitlich des Steckgesichts jeweils einen Verriegelungsvorsprung aufweist.

[0063] Das dielektrische Gehäuse des komplementären Photovoltaik-Steckverbinder weist beidseits seitlich des Steckgesichts jeweils eine mit dem Verriegelungsvorsprung verrastbare Verriegelungslasche auf, um die Steckverbindung zwischen dem männlichen und dem weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder im zusammengesteckten Zustand zu verriegeln.

[0064] Das dielektrische Gehäuse des männlichen oder weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder kann

fernert seitlich hinter dem Rastvorsprung oder der Rastlasche eine quer zur Steckrichtung verlaufende Nut aufweisen.

[0065] Das Entriegelungswerkzeug ist dabei im Großen und Ganzen U-förmig mit zwei Seitenflanken und einer die beiden Seitenflanken verbindenden Basis ausgebildet, wobei die beiden Seitenflanken des Entriegelungswerkzeugs einen sich quer von der Basis weg erstreckenden Entriegelungsbolzen aufweisen. Das Entriegelungswerkzeug ist somit quer zur Steckrichtung der Photovoltaik-Steckverbinder auf die zusammengesteckten und miteinander verlasteten männlichen und weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder aufsteckbar. In dem aufgesteckten Zustand kommt der Entriegelungsbolzen dabei zwischen der jeweiligen Verriegelungslasche und einem Gehäuseabschnitt zu liegen, wobei die jeweilige Verriegelungslasche von dem komplementären Verriegelungsvorsprung weg durch den Entriegelungsbolzen vorgespannt wird, so dass die Verriegelung der Steckverbindung zwischen dem männlichen und weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder soweit gelöst ist, dass die beiden zusammengesteckten Photovoltaik-Steckverbinder von Hand auseinanderziehbar sind. Mit anderen Worten drückt der Entriegelungsbolzen des Entriegelungswerkzeugs die Verriegelungslasche so von dem komplementären Verriegelungsvorsprung weg, dass die Verrastung nahezu oder vollständig gelöst ist und die Photovoltaik-Steckverbinder auseinandergezogen werden können.

[0066] Die Entriegelungsbolzen des Entriegelungswerkzeugs und das Gehäuse des männlichen oder weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder weisen zueinander komplementäre Rastmittel auf, auf welchen das Entriegelungswerkzeug verrastet derart, dass das Entriegelungswerkzeug an dem Photovoltaik-Steckverbinder positioniert bleibt. Mit anderen Worten sind die Rastmittel dazu ausgebildet, das Entriegelungswerkzeug an einem der beiden Photovoltaik-Steckverbinder festzuhalten, so dass in vorteilhafter Weise besonders beim Auseinanderziehen der beiden zusammengesteckten Photovoltaik-Steckverbinder das Entriegelungswerkzeug nicht eigens gehalten werden muss. Dies ist besonders wertvoll, wenn bei Inspektionen oder Austauscharbeiten auf einem Dach Verbindungen der Photovoltaik-Steckverbinder gelöst werden sollen und das Entriegelungswerkzeug dort fest an dem Photovoltaik-Steckverbinder verbleiben kann, bis entsprechende Vorkehrungen getroffen werden können, das Entriegelungswerkzeug abzunehmen.

[0067] Die komplementären Rastmittel werden dabei einerseits von einer quer zum Entriegelungsbolzen verlaufenden Nut auf dem Entriegelungsbolzen und andererseits einer ebenfalls quer zum Entriegelungsbolzen bzw. in Steckrichtung des Photovoltaik-Steckverbinder verlaufenden Wulst an dem Ge-

häuse eines der Photovoltaik-Steckverbinder gebildet. Nut und komplementäre Wulst können auch in umgekehrter Ausführung angebracht sein, also mit der Nut an dem Gehäuse und dem Wulst an dem Entriegelungsbolzen.

[0068] Das Kabelmodul, welches einen ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder, einen den ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder verbindenden Trunkleitungs-Kabelabschnitt und ein elektrisch mit dem Trunkleitungs-Kabelabschnitt verbundenes Stichkabel aufweist, kann mittels des ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder mit weiteren Kabelmodulen zu einer seriellen Kette zusammengesteckt werden. Die somit seriell geschalteten Trunkleitungs-Kabelabschnitte bilden dann gemeinsam eine Wechselstrom-Trunkleitung. Mittels des Stichkabels des Kabelmoduls ist ein Modulwechselrichter eines Photovoltaikmoduls an die Wechselstrom-Trunkleitung anschließbar, wobei das Stichkabel mit dem einen Leiterende direkt entweder an den ersten oder den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder des Kabelmoduls mit zumindest drei elektrischen Adern angeschlossen und fest mit diesem verbunden ist. Mit dem anderen Leiterende ist das Kabelmodul ferner direkt und mit drei Adern fest verdrahtet mit dem Modulwechselrichter verbunden.

[0069] Das entsprechende Photovoltaikmodul weist einen an seiner sonnenabgewandten Rückseite angeordneten umlaufenden Stabilisierungsrahmen auf sowie eine an der Rückseite angebrachte Anschluss- und Verbindungsdoose. Ein mit der Anschluss- und Verbindungsdoose elektrisch verbundener flacher Modulwechselrichter zum Transformieren des elektrischen Gleichstroms des Photovoltaikmoduls in elektrischen Wechselstrom ist an der Rückseite an dem Photovoltaikmodul angebracht. Mit dem Modulwechselrichter ist ein Kabelmodul mit drei Adern fest verdrahtet.

[0070] Der Modulwechselrichter weist hierbei eine Bauhöhe auf, die nicht über den umlaufenden Stabilisierungsrahmen hinausreicht. Diese Bauhöhe kann aufgrund der erfindungsgemäßen Konstruktion des Kabelmoduls auch das Kabelmodul selbst aufweisen, so dass die gesamte rückseitige Installation des Photovoltaikmoduls nicht über den umlaufenden Stabilisierungsrahmen hinausreicht.

[0071] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert, wobei gleiche und ähnliche Elemente teilweise mit gleichen Bezugszeichen versehen sind und die Merkmale der verschiedenen Ausführungsbeispiele miteinander kombiniert werden können.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0072] Es zeigen:

[0073] **Fig. 1** Eine schematische Darstellung einer Wechselstromverkabelung eines Photovoltaikgenerators

[0074] **Fig. 2** Eine weitere schematische Darstellung einer Wechselstromverkabelung eines Photovoltaikgenerators

[0075] **Fig. 3** Eine erste Schnittzeichnung durch ein Kabelmodul

[0076] **Fig. 4** einen Schnitt durch ein weibliches Steckgesicht

[0077] **Fig. 4a** eine Aufsicht auf ein weibliches Steckgesicht

[0078] **Fig. 5** einen Schnitt durch ein männliches Steckgesicht

[0079] **Fig. 6** Schnitt durch den weiblichen und männlichen Steckverbinder

[0080] **Fig. 7** Eine Transportkappe

[0081] **Fig. 8** eine weitere Transportkappe

[0082] **Fig. 9** eine Abschlusskappe

[0083] **Fig. 10** eine weitere Abschlusskappe

[0084] **Fig. 11** eine schematisch-perspektivische Ansicht eines Entriegelungswerkzeugs

[0085] **Fig. 12** eine weitere perspektivische Ansicht eines Entriegelungswerkzeugs

[0086] **Fig. 13** einen ersten und zweiten Photovoltaik-Steckverbinder

[0087] **Fig. 14** eine perspektivische Ansicht eines ersten und zweiten Photovoltaik-Steckverbinder

[0088] **Fig. 15** Ein Set zum Erstellen einer Wechselstromverkabelung

[0089] **Fig. 16** eine weitere Zusammenstellung eines Sets zum Erstellen einer Wechselstromverkabelung

Detaillierte Beschreibung der Figuren

[0090] **Fig. 1** zeigt die erfindungsgemäßen Komponenten einer Wechselstromverkabelung eines Photovoltaikgenerators **10** in schematischer Darstellung.

[0091] Der Photovoltaikgenerator **10** umfasst mehrere Photovoltaikmodule (PV-Module) **12**, an welchen jeweils ein Modulwechselrichter **16** angeschlossen ist. Die Modulwechselrichter **16** sind dabei mit jeweils zwei Gleichstromleitungen **14** an die rückseitig angebrachte Anschluss- und Verbindungsdose (nicht dargestellt) der PV-Module **12** angeschlossen.

[0092] Die Modulwechselrichter **16** sind über jeweils eine genau einem PV-Modul **12** zugeordnete Stichleitung **26** elektrisch mit der Wechselstrom-Trunkleitung **20** verbunden, indem die Stichleitung **26** mit ihrem einen Ende **27** direkt in den ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** geführt ist und deren Adern dort elektrisch kontaktiert sind. An derselben Stelle sind im Innern des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** auch die Adern des Trunkleitungs-Kabelabschnitts **21** kontaktiert (siehe **Fig. 3**, **Fig. 4**, **Fig. 5** und **Fig. 6**), so dass die Adern der Stichleitung **26** und die Adern des Trunkleitungs-Kabelabschnitts **21** im ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** an gemeinsamen Kabelanschlüssen verbunden sind. Die Trunkleitungs-Kabelabschnitte **21** verbinden den ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** mit dem jeweils zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder **24**. Erster und zweiter Trunkleitungs-Steckverbinder **22, 24** sind jeweils mit dem zweiten bzw. ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **24, 22** eines benachbarten PV-Moduls **12** zusammensteckbar bzw. paarbar, der Pfeil **30** zeigt die diesbezügliche Steckrichtung.

[0093] Das netzseitig endständigen Kabelmodul der Wechselstrom-Trunkleitung **20** ist mit seinem ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22a** mittels eines Adaptersteckers **25** an ein zu dem Stromnetz führendes Adapterkabel **40** angeschlossen.

[0094] Das dem netzseitig endständigen Kabelmodul gegenüberliegende endständige Kabelmodul der Wechselstrom-Trunkleitung **20** bleibt blind und wird mit einer Abschlusskappe **42** versehen, welche den blinden Trunkleitungs-Steckverbinder **24a** verschließt.

[0095] **Fig. 2** zeigt eine weitere Ausführungsform einer Wechselstromverkabelung eines Photovoltaikgenerators **10**, wobei die Wechselstrom-Trunkleitung **20** an dem anderen Ende über den Adapterstecker **25** an das zu dem Stromnetz führende Adapterkabel **40** angeschlossen ist.

[0096] **Fig. 3** zeigt eine erste Schnittansicht durch das Kabelmodul **8**. Der erste Trunkleitungs-Steckverbinder **22** ist über den Trunkleitungs-Kabelabschnitt **21** mit dem zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder **24** verbunden. Die Kabeleintrittsöffnungen in den jeweiligen Steckverbinder sind mit Kabel- bzw. Ringdichtungen **50** gegen das Eindringen von Staub und Nässe geschützt. Es weist daher sowohl das in den ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** als auch das in den

zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder **24** eingeführte Ende des Trunkleitungs-Kabelabschnitts **21** als auch das in den ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** geführte erste Ende **27** der Stichleitung **26** eine separate Ringdichtung **50** auf. Ferner sind die Kabel über Zugentlastungshülsen **52** im Stecker gehalten.

[0097] Der erste und zweite Trunkleitungs-Steckverbinder **22, 24** weist ein Steckverbindergehäuse **32** auf, welches dielektrisch, d.h. als gegossenes Kunststoffteil ausgeführt ist. An dem Steckverbindergehäuse **32** befindet sich jeweils vorderseitig die Öffnung für das Steckgesicht. Beidseits entlang des Steckverbindergehäuses **32** sind in dieser Ausführungsform an dem ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** Rast- bzw. Verriegelungslaschen **56** angebracht, welche in die Verriegelungsvorsprünge bzw. Rasthaken **54** eingreifen, um den ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder **22, 24** im geschlossenen Zustand sicher aneinander zu verrasten.

[0098] In Steckrichtung hinter dem Rasthaken **54** ist beidseits des Steckverbindergehäuses **32** je ein Sicherungsvorsprung **58** angeordnet, welcher ein unbeabsichtigtes Entriegeln der in dem Verriegelungsvorsprung **54** verriegelten Rastlasche **56** erschwert bzw. verhindert.

[0099] Die Stichleitung **26**, die auch als Drop-Kabel bezeichnet wird, ist in **Fig. 3** nur verkürzt dargestellt, so dass auch das zweite Ende **28** der Stichleitung dargestellt wird. Die Stichleitung führt in der Ausführungsform der **Fig. 3** drei Einzelleiter **29**, welche vorliegend deutlich dünner als die Einzelleiter **19** der Wechselstrom-Trunkleitung **20** ausgeführt sind.

[0100] Zur Aufnahme der Einzelleiter **19, 29** sind in dem Steckverbindergehäuse **32** Stiftkontakte oder Buchsenkontakte (siehe **Fig. 4** bis **Fig. 7**) vorgesehen, welche bereits vorkonfektioniert in einen Stiftkontaktträger **36** bzw. einen Buchsenkontaktträger **38** eingebracht sind. Der Stiftkontaktträger **36** und der Buchsenkontaktträger **38** überragt dabei jeweils die innenliegenden Kontakte derart, dass diese bereits die Funktion eines Berückschutzes erfüllen. Zur zusätzlichen Erhöhung der Sicherheit ist darüber hinaus noch eine Berückschutzhülse **37** um den Stiftkontaktträger **36** sowie den Buchsenkontaktträger **38** angeordnet. An dem Buchsenkontaktträger **38** ist ein umlaufender Dichtungskragen **35** angebracht, welcher im zusammengesteckten Zustand an die Innenwand des Stiftkontaktträgers **36** angreift und dort durch Anpressen eine Abdichtung bewirkt.

[0101] **Fig. 4** zeigt einen Schnitt durch das Steckgesicht **34** des weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder, in dieser Ausführungsform der erste Trunkleitungs-Steckverbinder **22**.

[0102] Das Steckgesicht 34 wird von einer äußeren Umrandung, der Berührschutzhülse 37, eingefasst, der Buchsenkontaktträger 38 weist eine "Kodierung", also einen Verpolschutz auf. Der Verpolschutz ist realisiert in Form von Verpolschutznuten 46 (siehe auch **Fig. 4a**) in welche am komplementären Steckverbinder angeordnete Verpolschutzrippen 44 (siehe **Fig. 5**) eingreifen. Die Verpolschutznuten 46 und Verpolschutzrippen 44 sind jeweils seitlich an dem Buchsenkontaktträger angeordnet. Die Steckbuchsen 49 zur Aufnahme der Metall-Steckkontakte 48 sind mittig in dem Buchsenkontaktträger 38 angeordnet. Seitlich der Buchsen 49 sind ferner Löcher 45 vorgesehen, mittels derer eine Vergussmasse in das Gehäuse 32 gefüllt werden kann.

[0103] **Fig. 4a** zeigt eine Aufsicht auf das Steckgesicht 34 der Ausführungsform der **Fig. 4**. Die Steckbuchsen 49 sind umgeben von dem Buchsenkontaktträger 38. Um den Buchsenkontaktträger 38 herum ist die Berührschutzhülse 37 angeordnet, die den Buchsenkontaktträger 38 und die Steckbuchsen 49 übertragt.

[0104] **Fig. 5** zeigt einen Schnitt durch das Steckgesicht 34 des männlichen Trunkleitungs-Steckverbinder, in dieser Ausführungsform also dem zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder 24. Auch das männliche Steckgesicht 34 ist von einer Berührschutzhülse 37 umgeben, welche die in Steckrichtung aufragenden Metall-Steckkontakte 48 umgibt. Der Verpolschutz des männlichen Steckverbinder ist an der Berührschutzhülse 37 angeordnet, dort sind die zu den Verpolschutznuten 46 in dem weiblichen Steckverbinder (siehe **Fig. 4**) korrespondierenden Verpolschutzrippen 44 angebracht, so dass die Stecker nur in genau einer Richtung zueinander steckbar sind.

[0105] **Fig. 6** zeigt einen weiteren Schnitt durch den weiblichen und den männlichen Steckverbinder, hier also den ersten Trunkleitungs-Steckverbinder 22 und den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder 24, wobei jeweils der Stiftkontaktträger 36 sowie der Buchsenkontaktträger 38 geschnitten sind. Es wird hieran sichtbar, dass der Stiftkontaktträger 36 und der Buchsenkontaktträger 38 in das Steckverbindergehäuse 32 im Montageprozess des Steckverbinder von vorne eingebracht wird und dort mittels der Kontaktträgerdichtung 33 dichtend abschließt. Die jeweiligen Steckgesichter 34 dichten beim Zusammenstecken zusätzlich mittels des Dichtungskragens 35. Auch sind in dieser Ansicht die Metall-Steckverbinder 48 deutlich sichtbar, wobei der mittlere Metall-Steckverbinder, der den Schutzleiter führt, voreilend ausgeführt ist, d.h. weiter heraussteht, als die anderen Metall-Steckverbinder 48. Die Steckbuchsen 49 sind gleichmäßig nebeneinander im weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder 24 angeordnet.

[0106] Der erste Trunkleitungs-Steckverbinder 22 weist Ausnehmungen 57 in den Verriegelungslaschen 56 auf, in die die Verriegelungsvorsprünge 54 eingreifen, so dass eine sichere Verriegelung der zusammengesteckten Stecker realisiert ist. Das versehentliche Öffnen ist durch die Sicherungsvorsprünge 58 an dem zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder 24 erschwert.

[0107] **Fig. 7** zeigt die Transportkappe 60 in der Ausführungsform zum Verschließen des weiblichen, zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder 24, um für den Transport einen zusätzlichen Schutz vor Nässe und Staub zu gewährleisten. Die Transportkappe 60 hat an ihrem einen Ende eine Öffnung 62, die über den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder stulpbar ist.

[0108] Die in **Fig. 7** dargestellte Transportkappe 60 ist von Hand abziehbar. Dies wird durch die besondere Geometrie der zweigeteilten Verriegelungslasche gewährleistet, die zwei Verriegelungslaschenarme 56a aufweist. Die Verriegelungslaschenarme 56a umschließen den Rasthaken 54 des korrespondierenden zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder 24 nicht vollständig, sondern umgreifen diesen seitlich mittels abgerundeten Haltehaken 56b. Mit anderen Worten werden beim Aufstecken der Transportkappe 60 auf den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder 24 die beiden Verriegelungslaschenarme 56a auseinandergebogen und in der zusammengesteckten Position wieder entspannt, so dass eine gewisse, genau bestimmbare Haltekraft zwischen dem zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder 24 und der Transportkappe 60 entsteht, die durch Anpassen der Form der abgerundeten Haltehaken 56b so eingestellt ist, dass die Transportkappe 60 von Hand abziehbar ist.

[0109] **Fig. 8** zeigt eine Transportkappe 60a, die zum Verschließen des männlichen, also in dieser Ausführungsform des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder 22 angepasst ist. Auch die Transportkappe 60a weist eine Öffnung 62 auf, die über das Steckgesicht 34 des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder 22 stulpbar ist.

[0110] Die in **Fig. 8** gezeigte Transportkappe 60a weist seitlich abgerundete Verriegelungsvorsprünge 54a auf. Die Verriegelungslasche 56 des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder 22 schiebt sich beim Zusammenstecken des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder 22 mit der Transportkappe 60a über die abgerundeten Verriegelungsvorsprünge 54a, so dass die abgerundeten Verriegelungsvorsprünge 54a in die Ausnehmungen 57 der Verriegelungslasche 56 (siehe **Fig. 6**) eingreifen.

[0111] Vermittels der Form und des Winkels der Rundung der abgerundeten Verriegelungsvorsprünge 54a ist die Haltekraft der Transportkappe 60a an

dem ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** einstellbar. Die Form der abgerundeten Verriegelungsvorsprünge **54a** ist derart eingestellt, dass die Transportkappe **60a** von Hand abziehbar ist.

[0112] **Fig. 9** zeigt eine Ausführungsform der Abschlusskappe **42**, welche zum wassergeschützten Verschließen in den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder **24** eingesteckt werden kann. Die Abschlusskappe **42** weist einen Dichtungskragen **35** sowie besonders stabile Verriegelungslaschen **56** auf. Beim Zusammenstecken der Abschlusskappe **42** mit dem zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder **24** greifen die Verriegelungsvorsprünge **54** des zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder **24** (siehe **Fig. 3**) in die Ausnehmung **57** der Verriegelungslasche **56** so ein, dass ein fester Zusammenschluss entsteht. Der über die Ausnehmung **57** herausstehende Teil der Verriegelungslasche **56** verdeckt dabei den Bereich zwischen dem Verriegelungsvorsprung **54** und dem Sicherungsvorsprung **58**, so dass eine möglichst bündige Oberfläche entsteht und die Verriegelungslasche **56** nicht ohne Weiteres von dem Gehäuse **32** des zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder **24** abgehoben werden kann. Hierdurch wird ein unbeabsichtigtes Öffnen wirkungsvoll vermieden.

[0113] Die Abschlusskappe **42** der Ausführungsform der **Fig. 9** weist ferner ein Griffstück **43** auf, womit die Abschlusskappe **42** beim Herausnehmen aus dem Steckverbinder problemlos mit zwei Fingern geführt werden kann. Mit anderen Worten vereinfacht das Griffstück **43** die Handhabung der Abschlusskappe **42** sowohl beim Anbringen als auch beim Herausnehmen aus dem Steckverbinder besonders auf schwierigen Installationsorten wie beispielsweise Hausdächern.

[0114] **Fig. 10** zeigt eine Abschlusskappe **42a** zum wasserdichten Verschließen des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22**, wobei die Abschlusskappe **42a** beim Zusammenstecken mit der Öffnung **64** über das Steckgesicht **34** des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** gestülpt wird.

[0115] Die Abschlusskappe **42a** weist Verriegelungsvorsprünge **54** auf, welche derart gestaltet sind, dass die Verriegelungslaschen **56** des ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** beim Zusammenstecken über die Rasthaken **54** gleiten, dabei gespreizt werden und in der zusammengesteckten Position mit dem überstehenden Stück der Verriegelungslaschen **56** hinter den Rasthaken **54** zu liegen kommen und die Verriegelungslaschen **56** wieder entspannt sind. Dies ermöglicht eine Verrastung mit hoher Haltekraft.

[0116] Die Abschlusskappe **42a** weist ferner an dem der Öffnung **64** gegenüberstehenden Ende eine Überkragen **58a** auf, der die Funktion des Siche-

rungsvorsprunges **58** übernimmt, indem dieser das unbeabsichtigte Öffnen der Verrastung wirkungsvoll verhindert.

[0117] Zum Einführen eines Entriegelungswerkzeuges **70** (siehe **Fig. 11**, **Fig. 12**) weist die Abschlusskappe **42a** zudem seitlich je eine Vertiefung **55** auf. Das Entriegelungswerkzeug **70** kann mit einem Entriegelungsbolzen **76** so in die Vertiefung **55** eingreifen, dass eine darüberliegende Verriegelungslasche **56** angehoben und somit die Verriegelung gelöst wird. Zum einfacheren Einführen des Entriegelungsbolzens **76** des Entriegelungswerkzeugs **70** ist die Vertiefung **55** an den Seiten allseits abgerundet.

[0118] Darüber hinaus ist mittig in der Vertiefung **55** eine in Einführrichtung der Steckverbinder verlaufende Wulst **53** zur Verrastung des Entriegelungswerkzeugs **70** angebracht, die in eine Verliersicherungsnut **78** (siehe **Fig. 11**, **Fig. 12**) des Entriegelungswerkzeugs **70** eingreifen kann.

[0119] **Fig. 11** zeigt eine schematisch-perspektivische Ansicht eines Entriegelungswerkzeugs **70**, welches zum einfachen Öffnen der Steckverbinder, also beispielsweise der Trunkleitungs-Steckverbinder **22, 24**, aber auch der mit dem ersten Trunkleitungs-Steckverbinder **22** verbundenen Abschlusskappe **42** und ganz allgemein für erste und zweite Photovoltaik-Steckverbinder **22b, 24b** in der Form der Trunkleitungs-Steckverbinder **22, 24** geeignet ist.

[0120] Das Entriegelungswerkzeug **70** ist im Wesentlichen U-förmig ausgebildet und weist in dieser Ausführungsform vier Seitenflanken **72** und eine die Seitenflanken **72** verbindende Basis **74** auf. Die Seitenflanken **72** sind je paarweise parallel zueinander angeordnet und so geformt, dass sie das Gehäuse **32** des Steckverbinder umgreifen können.

[0121] An der Basis **74** ist ferner beidseits senkrecht zu der Basis je ein Entriegelungsbolzen **76** zwischen und leicht nach innen versetzt zu den Seitenflanken **72** angeordnet. Mit anderen Worten stehen sowohl die Seitenflanken **72** als auch der Entriegelungsbolzen **76** in die gleiche Richtung. Der Entriegelungsbolzen **76** weist ferner eine Verliersicherungsnut **78** auf, mittels welcher das Entriegelungswerkzeug **70** an dem Steckverbinder **22, 22b, 24, 24b** bzw. der Abschlusskappe **42** verrastbar ist, so dass das Entriegelungswerkzeug **70** an dem Steckverbinder klemmt oder rastet.

[0122] Der Entriegelungsbolzen **76** kann in die Vertiefung **55** der auf einen Steckverbinder aufgesteckten Abschlusskappe **42a** eingeführt werden, so dass der Entriegelungsbolzen **76** die Verriegelungslasche **56** anhebt und somit die Verriegelung des Steckverbinder mit der Abschlusskappe **42a** löst.

[0123] Das Entriegelungswerkzeug **70** weist ferner ein Griffstück **43** auf, mittels welchem das Entriegelungswerkzeug einfach mit zwei Fingern gehalten werden kann und somit einfacher positionierbar, also anbringbar oder abziehbar, ist. An dem Griffstück **43** ist darüber hinaus eine Öse **79** vorgesehen, in die beispielsweise eine Schnur einfädelbar ist, mittels welcher das Entriegelungswerkzeug **70** noch zusätzlich im nicht montierten Zustand beispielsweise an einer Hose oder an einem Schlüsselbund befestigt werden kann.

[0124] **Fig.** 12 zeigt eine weitere perspektivische Ansicht des Entriegelungswerkzeugs **70**, mit Griffstück **43** und Seitenflanken **72**.

[0125] **Fig.** 13 zeigt schließlich einen ersten und zweiten Photovoltaik-Steckverbinder **22b**, **24b** im zusammengesteckten Zustand in einer Aufsicht, wobei zusätzlich an der Unterseite des zweiten Photovoltaik-Steckverbinder **24b** ein Entriegelungswerkzeug **70** angebracht ist. Das Entriegelungswerkzeug **70** drückt die Verriegelungslaschen **56** mittels des Entriegelungsbolzens **76** auseinander, so dass die Verriegelung gelöst ist und die Steckverbinder auseinandergezogen, also gelöst werden können.

[0126] **Fig.** 14 zeigt eine weitere perspektivische Ansicht eines zweiten Photovoltaik-Steckverbinder **24b**, der mit einem ersten Photovoltaik-Steckverbinder **22b** zusammengesteckt ist und an dem ferner an der Unterseite ein Entriegelungswerkzeug **70** verrastet ist.

[0127] **Fig.** 15 zeigt in einer Übersicht die wesentlichen Bauteile eines Sets zum Aufbauen einer Wechselstromverkabelung eines PV-Moduls, welches einen ersten Photovoltaik-Steckverbinder **22b**, einen zweiten mit dem ersten paarbaren Photovoltaik-Steckverbinder **24b** umfasst. Die Photovoltaik-Steckverbinder **22b**, **24b** sind mit Transportkappen **60** für den Transport abgedeckt, ein endständiger Photovoltaik-Steckverbinder **22a**, **24a** kann mit einer Abschlusskappe **42**, **42a** verschlossen werden. Das Entriegelungswerkzeug **70** kann für ein Öffnen der Verrastung zwischen dem ersten und zweiten Photovoltaik-Steckverbinder **22b**, **24b** wie auch zwischen den Steckverbinder **22**, **22b**, **24**, **24b** und den Abschlusskappen **42**, **42a** verwendet werden.

[0128] In der Ausführungsform der **Fig.** 15 ist an dem Photovoltaik-Steckverbinder **24b** auch seitlich die Vertiefung **55** sowie die Wulst **53** sichtbar, die zur Aufnahme des Entriegelungsbolzens **76** bzw. der Verliersicherungsnu **78** dienen.

[0129] **Fig.** 16 zeigt eine weitere Zusammenstellung eines Sets zum Aufbauen einer Wechselstromverkabelung eines PV-Moduls mit angeschlossener Verkabelung. So ist in der Ausführungsform der **Fig.** 16 ein

erster Trunkleitungs-Steckverbinder **22** über einen Trunkleitungs-Kabelabschnitt **21** mit einem zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder **24** und darüber hinaus über eine Stichleitung **26** mit dem Modulwechselrichter **16** des PV-Moduls **12** verbunden. Im Auslieferungszustand sind die Trunkleitungs-Steckverbinder **22**, **24** mit den dargestellten Transportkappen **60** temporär abgedeckt und können im Falle eines endständigen Trunkleitungs-Steckverbinder **22a**, **24a** mit einer Abschlusskappe **42**, **42a** verschlossen werden. Mittels des Entriegelungswerkzeugs **70** sind die jeweiligen Steckverbindungen auf einfache Weise zu entriegeln bzw. zu lösen.

[0130] An dem Trunkleitungs-Steckverbinder **24** ist ebenfalls die Vertiefung **55** sichtbar, in welche der Entriegelungsbolzen **76** des Entriegelungswerkzeugs **70** eingeführt werden kann. Auch befindet sich dort die Wulst **53**, die in die Verliersicherungsnu **78** eingreift.

[0131] Es ist dem Fachmann ersichtlich, dass die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beispielhaft zu verstehen sind, und die Erfindung nicht auf diese beschränkt ist, sondern in vielfältiger Weise variiert werden kann, ohne die Erfindung zu verlassen. Ferner ist ersichtlich, dass die Merkmale unabhängig davon, ob sie in der Beschreibung, den Ansprüchen, den Figuren oder anderweitig offenbart sind auch einzeln wesentliche Bestandteile der Erfindung definieren, selbst wenn sie zusammen mit anderen Merkmalen gemeinsam beschrieben sind.

Bezugszeichenliste

8	Kabelmodul
10	Photovoltaikgenerator
12	Photovoltaik-(PV)-Modul
14	Gleichstromverbindung
16	Modulwechselrichter
19	Einzelleiter der Wechselstrom-Trunkleitung
20	Wechselstrom-Trunkleitung
21	Trunkleitungs-Kabelabschnitt
22	Erster Trunkleitungs-Steckverbinder
22a	Endständiger erster Trunkleitungs-Steckverbinder
22b	Erster Photovoltaik-Steckverbinder
24	Zweiter Trunkleitungs-Steckverbinder
24a	Endständiger zweiter Trunkleitungs-Steckverbinder
24b	Zweiter Photovoltaik-Steckverbinder
25	Adapterkabel-Steckverbinder
26	Stichleitung
27	Erstes Ende der Stichleitung
28	Zweites Ende der Stichleitung
29	Einzelleiter der Stichleitung
30	Steckrichtung
32	Steckverbindergehäuse
33	Kontaktträgerdichtung

34	Steckgesicht
35	Dichtungskragen
36	Stiftkontakträger
37	Berührschutzhülse
38	Buchsenkontakträger
40	Adapterkabel zum Anschließen an das Stromnetz
42	Abschlusskappe
42a	Abschlusskappe
43	Griffstück
44	Verpolschutzrippe
45	Löcher
46	Verpolschutznut
48	Metall-Steckkontakt
49	Steckbuchse
50	Ring- bzw. Kabeldichtung
52	Zugentlastungshülse
53	Wulst
54	Verriegelungsvorsprung bzw. Rasthaken
55	Vertiefung
56	Verriegelungs- bzw. Rastlasche
56a	Verriegelungslaschenarme
56b	Abgerundete Haltehaken
57	Ausnehmung der Verriegelungslasche
58	Sicherungsvorsprung
58a	Überkragen
60	Transportkappe
60a	Transportkappe
62	Öffnung der Transportkappe
64	Öffnung der Abschlusskappe
70	Entriegelungswerzeug
72	Seitenflanken
74	Basis
76	Entriegelungsbolzen
78	Verliersicherungsnut
79	Öse

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Norm UL 1703 Nr. 30 [0031]

Schutzansprüche

1. Wechselstromverkabelung für einen Photovoltaikgenerator mit einer Mehrzahl von mit Modulwechselrichtern ausgestatteten Photovoltaikmodulen, umfassend eine Wechselstrom-Trunkleitung und hieran angeschlossene Stichkabel zum Einspeisen des Wechselstroms aus der Mehrzahl von Modulwechselrichtern in die gemeinsame Wechselstrom-Trunkleitung, so dass die Wechselstrom-Trunkleitung entfernt von den Modulwechselrichtern verlegbar ist, zusammengesetzt aus einer Mehrzahl von vorkonfektionierten Kabelmodulen, wobei die vorkonfektionierten Kabelmodule jeweils folgende Bauteile umfassen:
 einen ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder,
 einen den ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder verbindenden Trunkleitungs-Kabelabschnitt und
 ein elektrisch mit dem Trunkleitungs-Kabelabschnitt verbundenes Stichkabel,
 wobei die Kabelmodule mittels ihrer ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder zu einer seriellen Kette zusammengesteckt sind, so dass die somit seriell geschalteten Trunkleitungs-Kabelabschnitte gemeinsam die Wechselstrom-Trunkleitung bilden, wobei den Modulwechselrichtern jeweils ein Kabelmodul mit einem Stichkabel zugeordnet ist, so dass die Modulwechselrichter mittels des jeweils zugeordneten Stichkabels an die Wechselstrom-Trunkleitung anschließbar sind, und
 wobei die Stichkabel mit einem Leiterende jeweils direkt entweder an den ersten oder den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder des zugehörigen Kabelmoduls angeschlossen und fest mit diesem verbunden sind.

2. Wechselstromverkabelung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei die ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder Metall-Steckkontakte aufweisen, welche jeweils mit komplementären Metall-Steckkontakten des hiermit gepaarten komplementären Trunkleitungs-Steckverbinder des in der Kette unmittelbar benachbarten Kabelmoduls zusammengesteckt sind und die Leiterenden der elektrischen Einzelleiter des Trunk-Leitungs-Kabelabschnitts und des Stichkabels an den jeweiligen Metallsteckkontakt angeschlossen, insbesondere angecrimpt, angelötet oder angeschweißt sind.

3. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Leiterquerschnitt der Trunk-Leitungs-Kabelabschnitte erheblich größer ist als der Leiterquerschnitt der Stichkabel.

4. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Gehäuse der ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder, welche die Metall-Steckkontakte, die Leiterenden des je-

weiligen Trunkleitungs-Kabelabschnitts und des jeweiligen Stichkabels beherbergen innen mit isolierender Vergussmasse vergossen sind und die Vergussmasse i) bei demjenigen Trunkleitungs-Steckverbinder ohne Stichkabel die Endabschnitte des Trunkleitungs-Kabelabschnitts einschließt und ii) bei demjenigen Trunkleitungs-Steckverbinder mit direkt angeschlossenem Stichkabel den Endabschnitt des Trunkleitungs-Kabelabschnitts und des Stichkabels einschließt.

5. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Trunkleitungs-Steckverbinder ein Steckgesicht aufweisen mittels welchem sie mit dem gepaarten komplementären Trunkleitungs-Steckverbinder des in der Kette unmittelbar benachbarten Kabelmoduls zusammengesteckt sind, wobei bei demjenigen Trunkleitungs-Steckverbinder mit direkt angeschlossenem Stichkabel der Trunkleitungs-Kabelabschnitt und das Stichkabel beide auf der dem Steckgesicht gegenüberliegenden Seite parallel zueinander in das Gehäuse des Trunkleitungs-Steckverbinder eintreten.

6. Wechselstromverkabelung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei das Stichkabel und der Trunkleitungs-Kabelabschnitt durch zwei separate rückwärtige Öffnungen in das jeweilige Gehäuse eintreten und jeweils mit einer Ringdichtung in der jeweiligen rückwärtigen Öffnung abgedichtet sind.

7. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Wechselstrom-Trunkleitung und die Stichkabel zumindest drei-, vier- oder fünfadrig ausgebildet sind und die Trunkleitungs-Steckverbinder zumindest drei, vier oder fünf Metall-Steckkontakte aufweisen, welche nebeneinander in einer Ebene angeordnet sind.

8. Wechselstromverkabelung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei die Gehäuse der Trunkleitungs-Steckverbinder eine flache Form aufweisen, wobei insbesondere die Breite der Gehäuse mindestens 30 mm und die Höhe der Gehäuse höchstens 20 mm beträgt.

9. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Wechselstrom-Trunkleitung und die Stichkabel jeweils entweder einphasig mit drei Einzelleitern, nämlich Phase, Erdleiter und Schutzleiter oder mehrphasig mit zumindest vier Einzelleitern ausgebildet sind und die Trunkleitungs-Steckverbinder entsprechend drei bzw. vier oder fünf Metall-Steckkontakte aufweisen.

10. Wechselstromverkabelung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei der Schutzleiter zwischen der Phase und dem Erdleiter angeordnet ist und/oder vorauselend ausgebildet ist.

11. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Kabelmodule derart vorkonfektioniert sind, dass die Aderendstücke desjenigen Leiterendes des Stichkabels, welches dem an den Trunkleitungs-Steckverbinder angeschlossenen Leiterende gegenüberliegt, fest mit dem zugehörigen Modulwechselrichter verdrahtet sind oder fest in einen Steckverbinder zum Anstecken an einen komplementären Steckverbinder des Modulwechselrichters angebracht sind.

12. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der erste Trunkleitungs-Steckverbinder der Kabelmodule als männlicher Steckverbinder und der zweite Trunkleitungs-Steckverbinder der Kabelmodule als hiermit paarbarer weiblicher Steckverbinder oder umgekehrt ausgebildet sind, so dass eine beliebig lange Kette aus der Aneinanderreihung von beliebig vielen gleichartigen Kabelmodulen gebildet werden kann, wobei der erste Trunkleitungs-Steckverbinder des netzseitig endständigen Kabelmoduls der Wechselstrom-Trunkleitung an das Stromnetz oder ein zu dem Stromnetz führendes und einen Netzanschlussstecker aufweisendes Adapterkabel anschließbar ist, und wobei der zweite Trunkleitungs-Steckverbinder des dem netzseitig endständigen Kabelmoduls gegenüberliegenden endständigen Kabelmoduls der Wechselstrom-Trunk-Leitung blind bleibt und eine Abschlusskappe umfasst ist, welche den blinden Trunkleitungs-Steckverbinder verschließt.

13. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die ersten Trunkleitungs-Steckverbinder Verriegelungslaschen aufweisen, welche mit korrespondierenden Verriegelungsvorsprüngen des jeweils gepaarten zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder oder umgekehrt verrastet sind, um die Steckverbindung zwischen den Kabelmodulen in der Kette zu verriegeln.

14. Wechselstromverkabelung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei die Abschlusskappe zu den Verriegelungslaschen oder Verriegelungsvorsprüngen korrespondierende Verriegelungsvorsprünge bzw. Verriegelungslaschen aufweist mittels welchen die Abschlusskappe mit dem blinden Trunkleitungs-Steckverbinder der Wechselstrom-Trunkleitung verrastet ist und/oder wobei die Abschlusskappe eine Dichtung aufweist, so dass der Verschluss des blinden Trunkleitungs-Steckverbinder der Wechselstrom-Trunkleitung spritzwassergeschützt ist.

15. Wechselstromverkabelung nach einem der beiden vorstehenden Ansprüche, wobei an dem Gehäuse mit den Verriegelungsvorsprüngen in Steckrichtung hinter den Verriegelungsvorsprüngen Sicherungsvorsprünge angeordnet sind.

16. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Gehäuse jeweils ein dielektrisches Außengehäuse und einen in dem Außengehäuse angeordneten dielektrischen Kontaktträger umfassen, in welchem die jeweiligen Metall-Steckkontakte festgelegt sind.

17. Wechselstromverkabelung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Gehäuse an ihrem jeweiligen Steckgesicht für jeden Metall-Steckkontakt eine Berührschutzhülse und einen die Berührschutzhülsen umgebenden Dichtungskragen aufweisen, wobei die Berührschutzhülsen der ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder komplementär ineinandersteckbar sind und die Dichtungskrangen der ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder komplementär ineinandersteckbar sind.

18. Wechselstromverkabelung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei zumindest einer der Dichtungskrangen des ersten oder zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder eine umlaufende Ringdichtung zum Abdichten gegen den Dichtungskragen des komplementären Trunkleitungs-Steckverbinder aufweist.

19. Photovoltaikgenerator mit einer Mehrzahl von Photovoltaikmodulen, von denen zumindest einige einen Modulwechselrichter aufweisen, wobei die Modulwechselrichter mit der Wechselstromverkabelung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche verkabelt sind.

20. Modulares Stecksystem aus steckbaren Kabelbauteilen zum Vor-Ort-Zusammenstecken der Wechselstromverkabelung eines Photovoltaik-Generators mit einer Mehrzahl von mit Modulwechselrichtern ausgestatteten Photovoltaikmodulen, bestehend aus einer Wechselstrom-Trunkleitung und hieran angeschlossene Stichkabel zum Einspeisen des Wechselstroms aus der Mehrzahl von Modulwechselrichtern in die gemeinsame Wechselstrom-Trunkleitung, so dass die Wechselstrom-Trunkleitung entfernt von den Modulwechselrichtern verlegbar ist, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend:

eine Vielzahl von gleichartigen vorkonfektionierten Kabelmodulen, wobei die vorkonfektionierten Kabelmodule jeweils folgende Bauteile umfassen:

einen männlichen und einen weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder,

einen den männlichen und den weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder verbindenden Trunkleitungs-Kabelabschnitt und

ein elektrisch mit dem Trunkleitungs-Kabelabschnitt verbundenes Stichkabel,

wobei beliebig viele der Kabelmodule mittels ihrer männlichen und weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder zu einer beliebig langen seriellen Kette zusammensteckbar sind, so dass die dann seriell geschalteten Trunkleitungs-Kabelabschnitte gemein-

sam die Wechselstrom-Trunkleitung bilden und die Modulwechselrichter mittels dem jeweils zugeordneten Stichkabel an die Wechselstrom-Trunkleitung anschließbar sind, und

wobei die Stichkabel mit einem Leiterende jeweils direkt entweder an den ersten oder den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder des zugehörigen Kabelmoduls angeschlossen und fest mit diesem verbunden sind.

21. Modulares Stecksystem nach dem vorstehenden Anspruch, ferner umfassend für jede zu steckende Wechselstrom-Trunkleitung:

eine männliche Abschlusskappe, welche auf den weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder aufsteckbar ist, um diesen im Betrieb des Photovoltaikgenerators zu verschließen oder

eine weibliche Abschlusskappe, welche auf den männlichen Trunkleitungs-Steckverbinder aufsteckbar ist, um diesen im Betrieb des Photovoltaikgenerators zu verschließen.

22. Modulares Stecksystem nach dem vorstehenden Anspruch, zusätzlich zu den Abschlusskappen ferner umfassend für die Kabelmodule jeweils:

eine männliche Transportkappe, welche auf den weiblichen Trunkleitungs-Steckverbinder aufsteckbar ist, um diesen beim Transport zu verschließen und

eine weibliche Transportkappe, welche auf den männlichen Trunkleitungs-Steckverbinder aufsteckbar ist, um diesen beim Transport zu verschließen.

23. Modulares Stecksystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die ersten Trunkleitungs-Steckverbinder Verriegelungslaschen aufweisen, welche mit korrespondierenden Verriegelungsvorsprüngen des jeweils gepaarten zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder oder umgekehrt verrastbar sind und

wobei das modulare Stecksystem ein Entriegelungswerkzeug umfasst, mittels welchem die Verriegelung entriegelt werden kann.

24. Modulares Stecksystem nach einem der beiden vorstehenden Ansprüche, wobei die Transportkappen ohne Spezialwerkzeug mit der Hand von den Trunkleitungs-Steckverbinder abziehbar sind und/oder die männlichen und weiblichen Abschlusskappen Verriegelungslaschen bzw. Verriegelungsvorsprünge aufweisen, welche mit den korrespondierenden Verriegelungsvorsprüngen bzw. Verriegelungslaschen der des zugehörigen Trunkleitungs-Steckverbinder verrastbar sind und die Verriegelung mit dem Entriegelungswerkzeug entriegelbar ist.

25. Stecksystem aus paarbaren männlichen und weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder, insbesondere als Trunkleitungs-Steckverbinder gemäß einem

der vorstehenden Ansprüche sowie einem Entriegelungswerkzeug,

wobei der männliche und der weibliche Photovoltaik-Steckverbinder jeweils ein dielektrisches Gehäuse mit einem Steckgesicht mit Metall-Steckkontakten zum paarenden Verbinden mit den komplementären Metall-Steckkontakten des komplementären Photovoltaik-Steckverbinder aufweist,

wobei das dielektrische Gehäuse eines der beiden männlichen oder weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder beidseits seitlich des Steckgesichts jeweils einen Verriegelungsvorsprung aufweist,

wobei das dielektrische Gehäuse des komplementären Photovoltaik-Steckverbinder beidseits seitlich des Steckgesichts jeweils eine mit dem Verriegelungsvorsprung verrastbare Verriegelungslasche aufweist, um die Steckverbindung zwischen dem männlichen und dem weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder im zusammengesteckten Zustand zu verriegeln,

wobei das dielektrische Gehäuse des männlichen oder weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder seitlich hinter dem Rastvorsprung oder der Rastlasche eine quer zur Steckrichtung verlaufende Nut aufweist, wobei das Entriegelungswerkzeug im Großen und Ganzen U-förmig mit zwei Seitenflanken und einer die beiden Seitenflanken verbindenden Basis ausgebildet ist,

wobei die beiden Seitenflanken des Entriegelungswerkzeugs einen sich quer von der Basis weg erstreckenden Entriegelungsbolzen aufweisen,

wobei das Entriegelungswerkzeug quer zur Steckrichtung auf die zusammengesteckten und miteinander verrasteten männlichen und weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder aufsteckbar ist, wobei in dem aufgesteckten Zustand der Entriegelungsbolzen zwischen der jeweiligen Verriegelungslasche und einem Gehäuseabschnitt zu liegen kommt und dabei die jeweilige Verriegelungslasche von dem komplementären Verriegelungsvorsprung weg vorspannt, so dass die Verriegelung der Steckverbindung zwischen dem männlichen und weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder soweit gelöst ist, dass die beiden zusammengesteckten Photovoltaik-Steckverbinder von Hand auseinanderziehbar sind.

26. Stecksystem nach dem vorstehenden Anspruch, wobei die Entriegelungsbolzen und das Gehäuse des männlichen oder weiblichen Photovoltaik-Steckverbinder zueinander komplementäre Rastmittel aufweisen, welche dazu ausgebildet sind, das Entriegelungswerkzeug beim Auseinanderziehen der beiden zusammengesteckten Photovoltaik-Steckverbinder an einem der beiden Photovoltaik-Steckverbinder festzuhalten.

27. Stecksystem nach einem der beiden vorstehenden Ansprüche, wobei die komplementären Rastmittel von einer quer zum Entriegelungsbolzen verlaufenden Nut auf dem Entriegelungsbolzen und

einer quer zum Entriegelungsbolzen verlaufenden Wulst an dem Gehäuse eines der Photovoltaik-Steckverbinder oder umgekehrt gebildet werden.

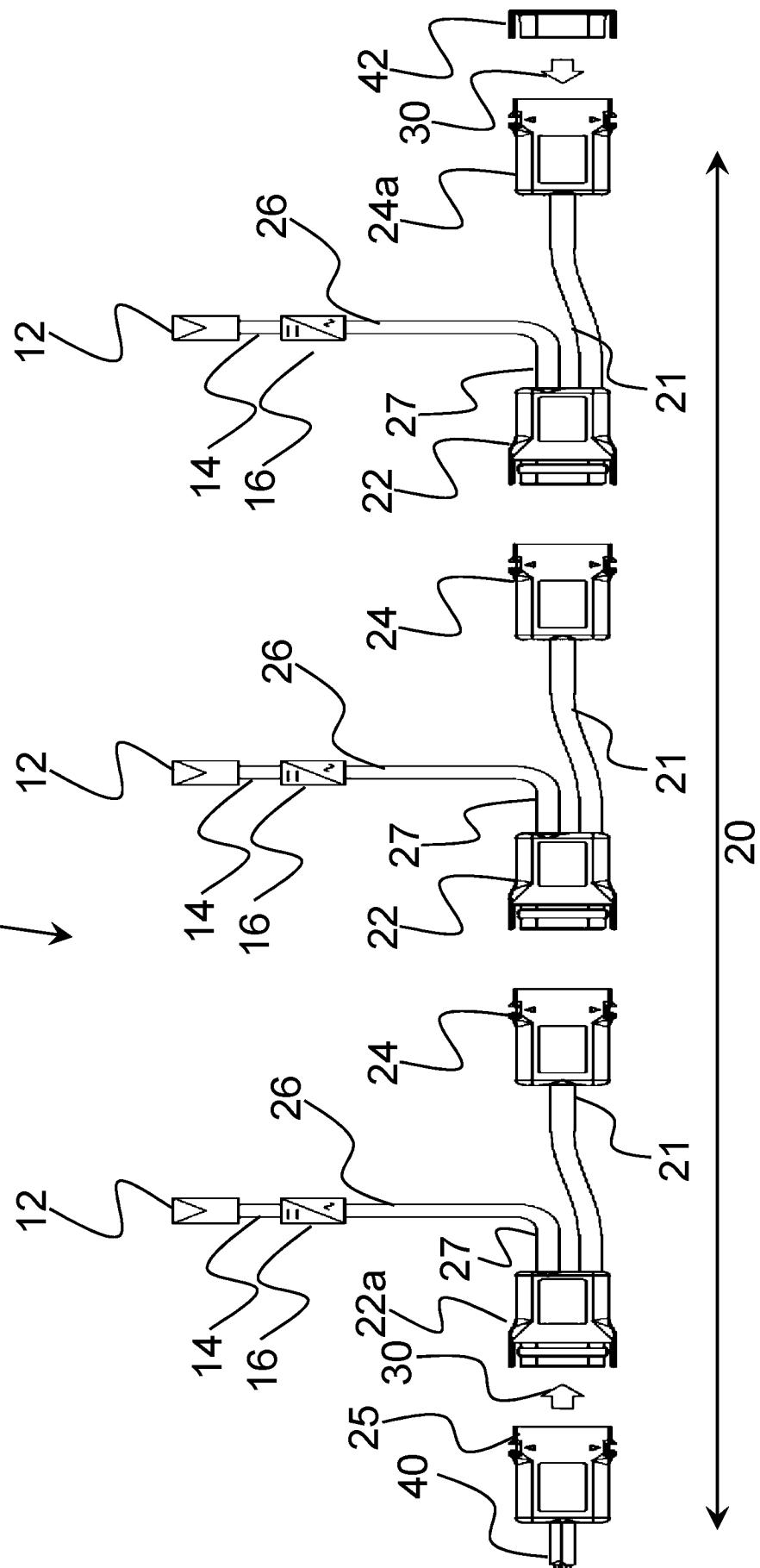
28. Kabelmodul, umfassend
einen ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder,
einen den ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder verbindenden Trunkleitungs-Kabelabschnitt und
ein elektrisch mit dem Trunkleitungs-Kabelabschnitt verbundenes Stichkabel,
wobei das Kabelmodul mittels des ersten und zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder mit weiteren Kabelmodulen zu einer seriellen Kette zusammensteckbar ist, so dass die somit seriell geschalteten Trunkleitungs-Kabelabschnitte gemeinsam eine Wechselstrom-Trunkleitung bilden,
wobei mittels des Stichkabels ein Modulwechselrichter eines Photovoltaikmoduls an die Wechselstrom-Trunkleitung anschließbar ist, und
wobei das Stichkabel mit einem Leiterende direkt entweder an den ersten oder den zweiten Trunkleitungs-Steckverbinder des Kabelmoduls mit zumindest drei elektrischen Adern angeschlossen und fest mit diesem verbunden ist und
wobei das Stichkabel mit dem anderen Leiterende direkt und mit den zumindest drei elektrischen Adern mit dem Modulwechselrichter verbindbar ist.

29. Photovoltaikmodul im Auslieferungszustand,
umfassend
einen an der sonnenabgewandten Rückseite des Photovoltaikmoduls überstehenden umlaufenden Stabilisierungsrahmen,
eine an der Rückseite angebrachte Anschluss- und Verbindungsdose,
einen mit der Anschluss- und Verbindungsdoce elektrisch verbundenen und an der Rückseite an dem Photovoltaikmodul angebrachten flachen Modulwechselrichter zum Transformieren des elektrischen Gleichstroms des Photovoltaikmoduls in elektrischen Wechselstrom, und
ein mit dem Modulwechselrichter fest verdrahtetes oder mit einem Steckverbinder verbindbares Kabelmodul nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei der Modulwechselrichter eine Bauhöhe aufweist, die nicht über den umlaufenden Stabilisierungsrahmen hinausreicht und
wobei das Kabelmodul eine Bauhöhe aufweist, die nicht über den umlaufenden Stabilisierungsrahmen hinausreicht.

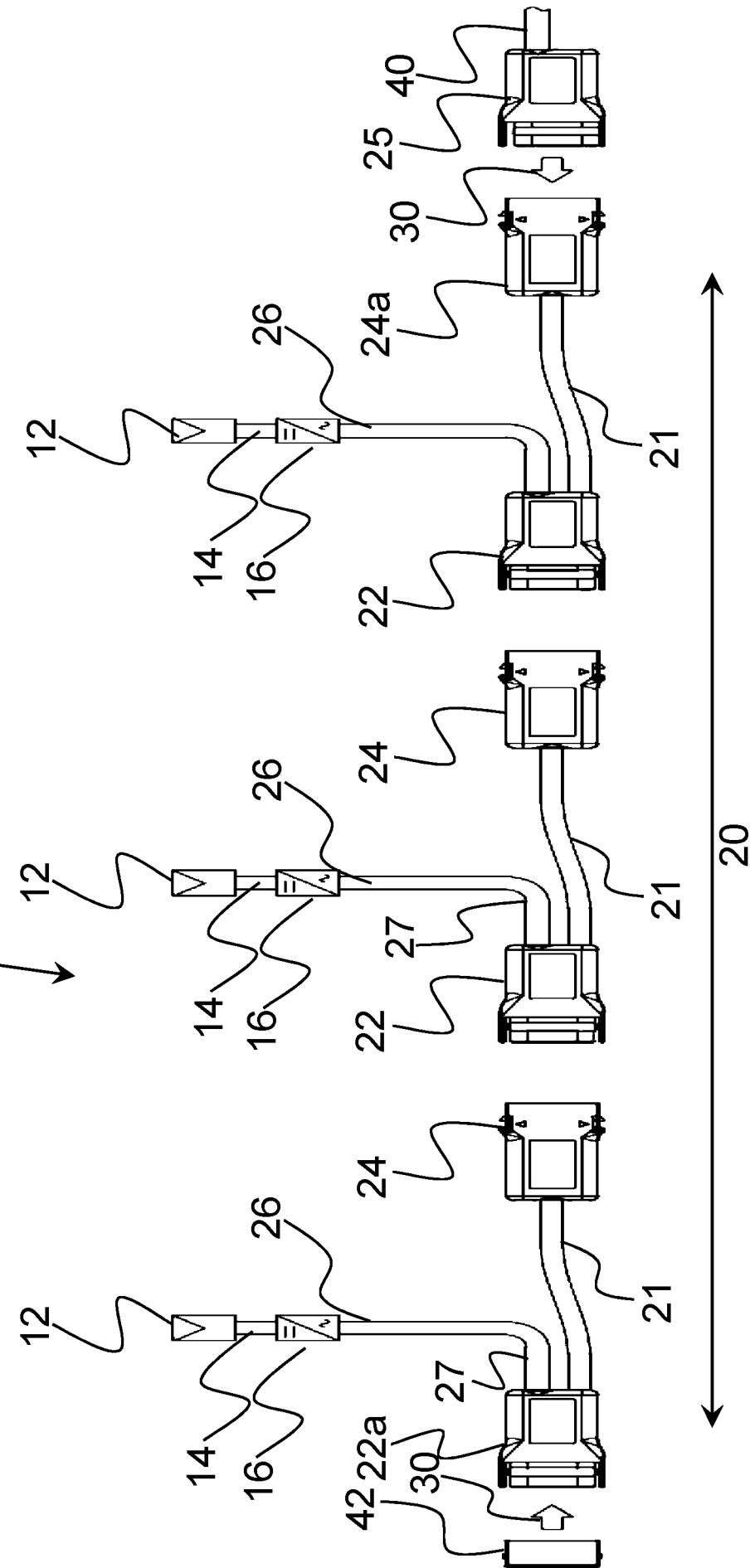
Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

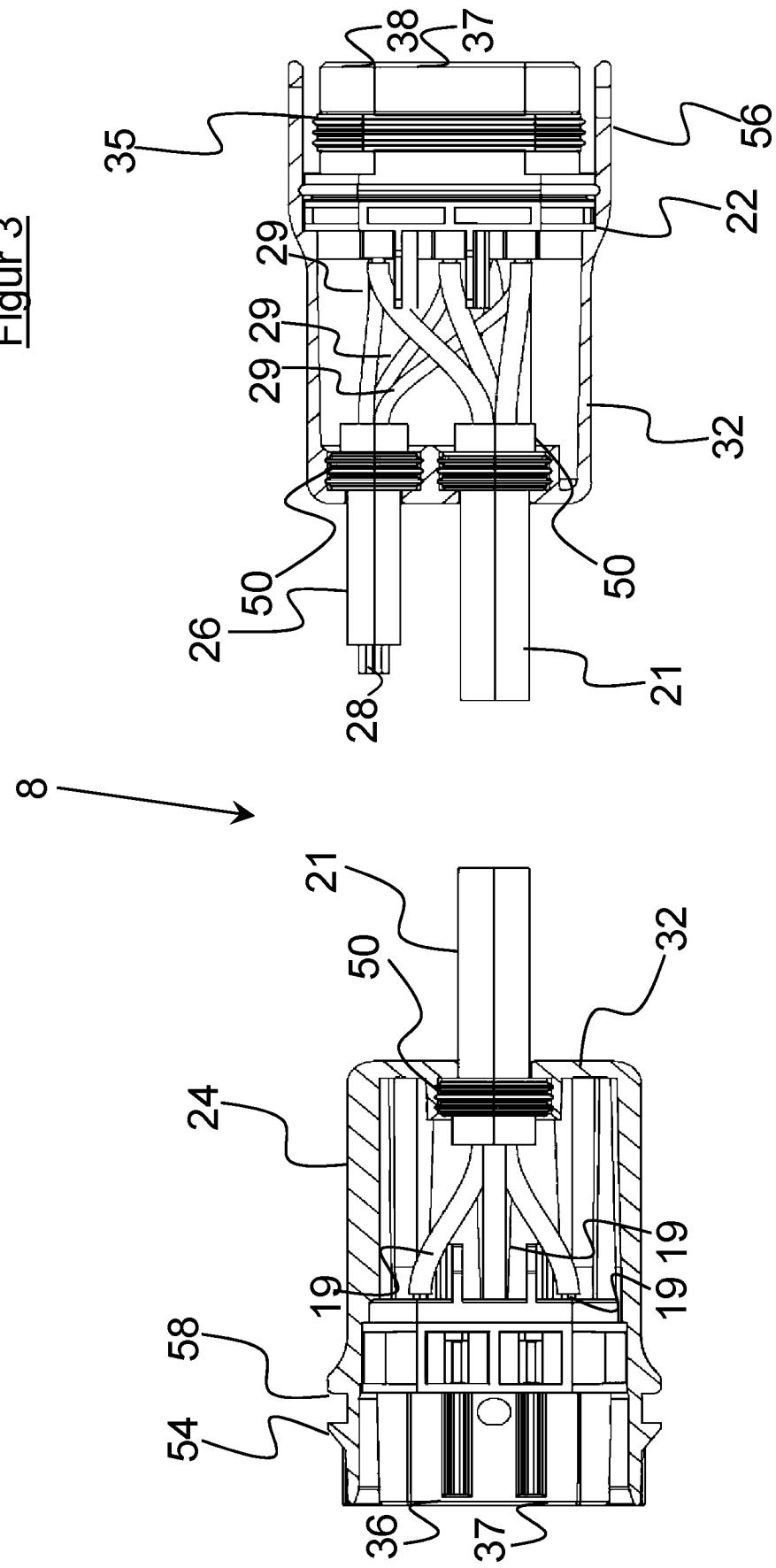
Figur 1

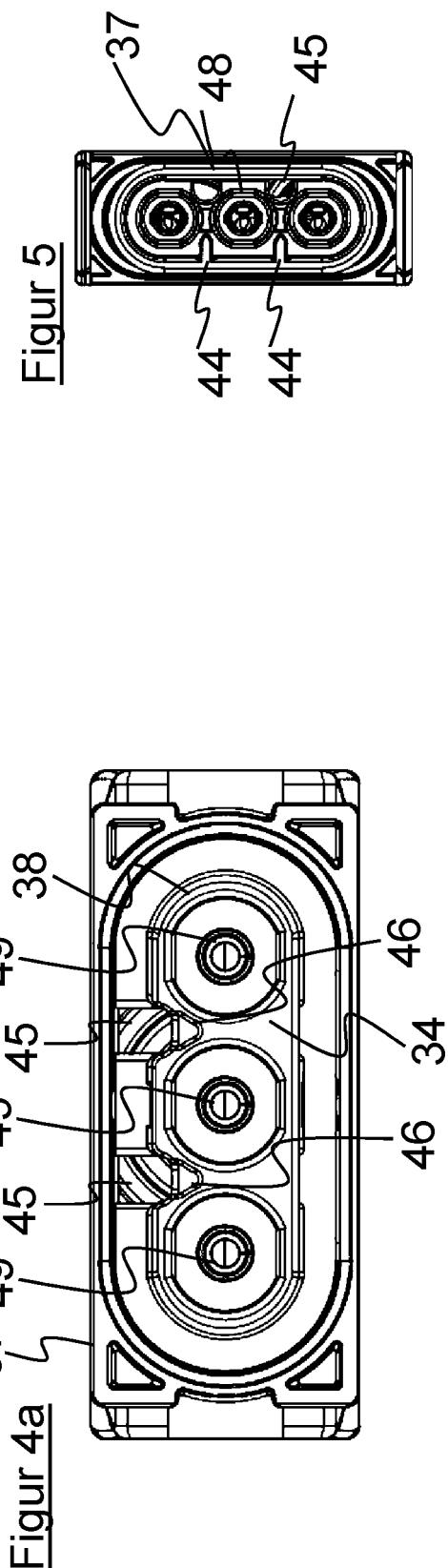
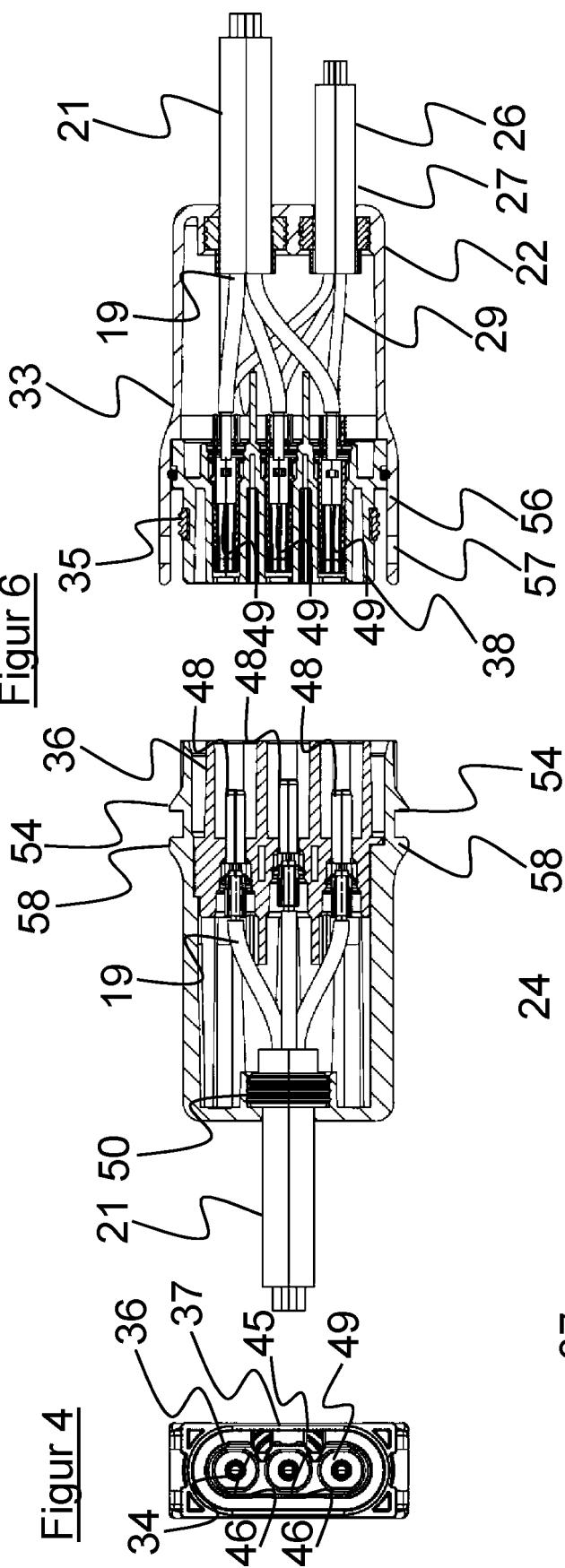


Figur 2

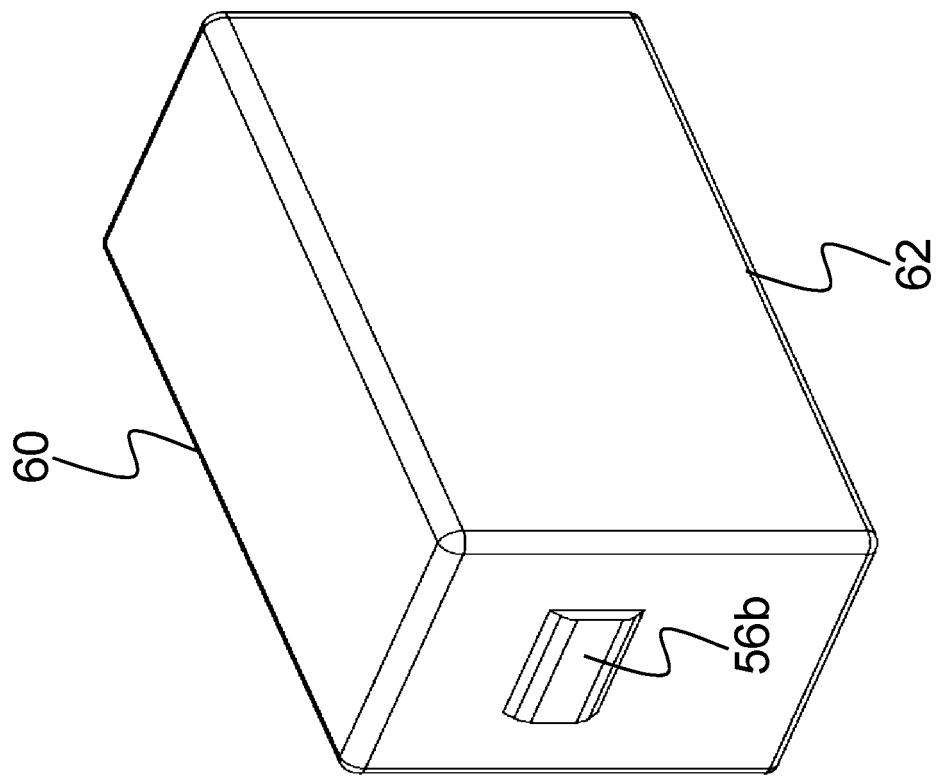


Figur 3

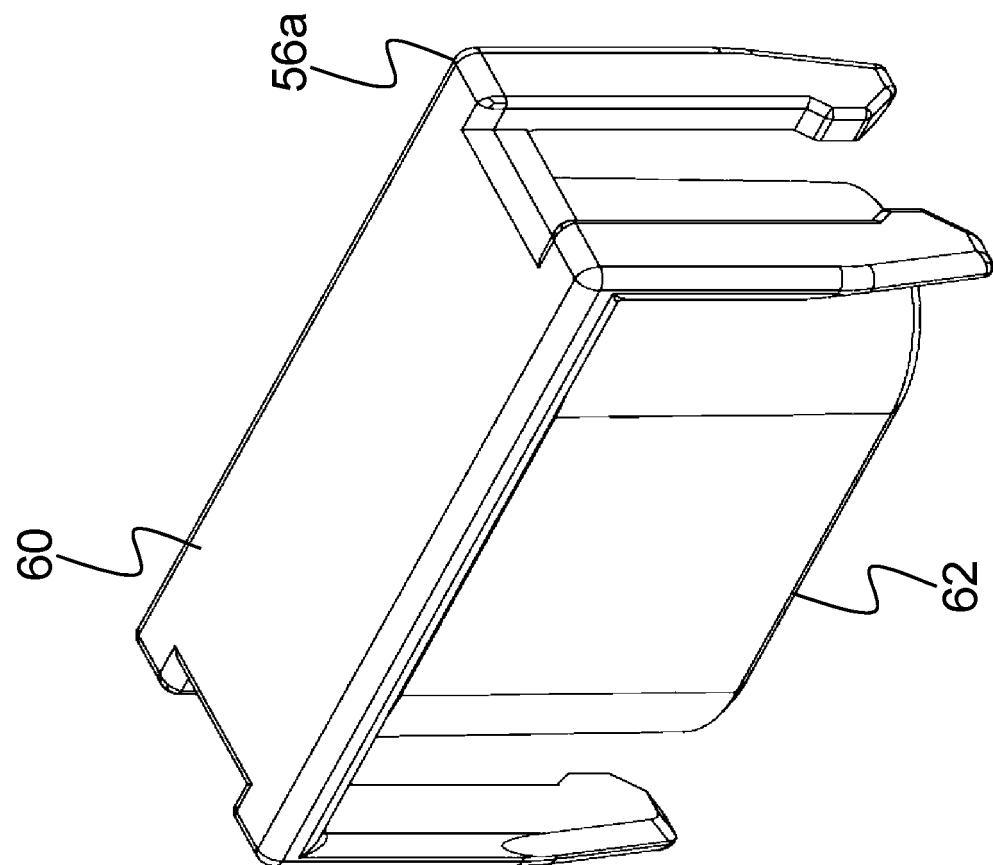




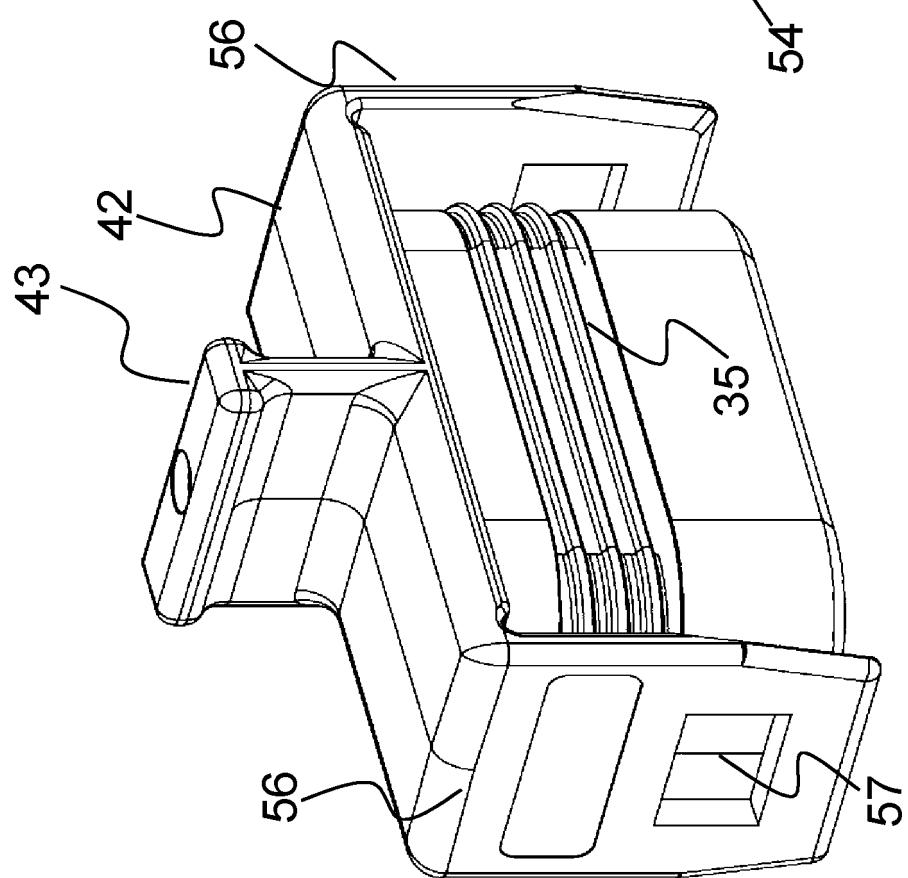
Figur 8



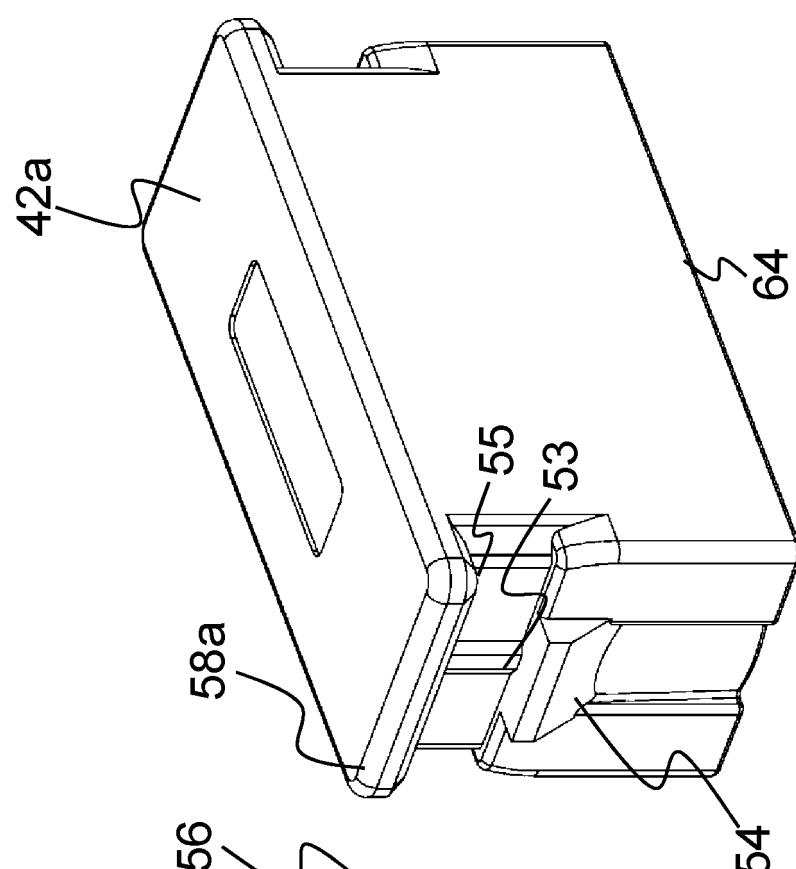
Figur 7

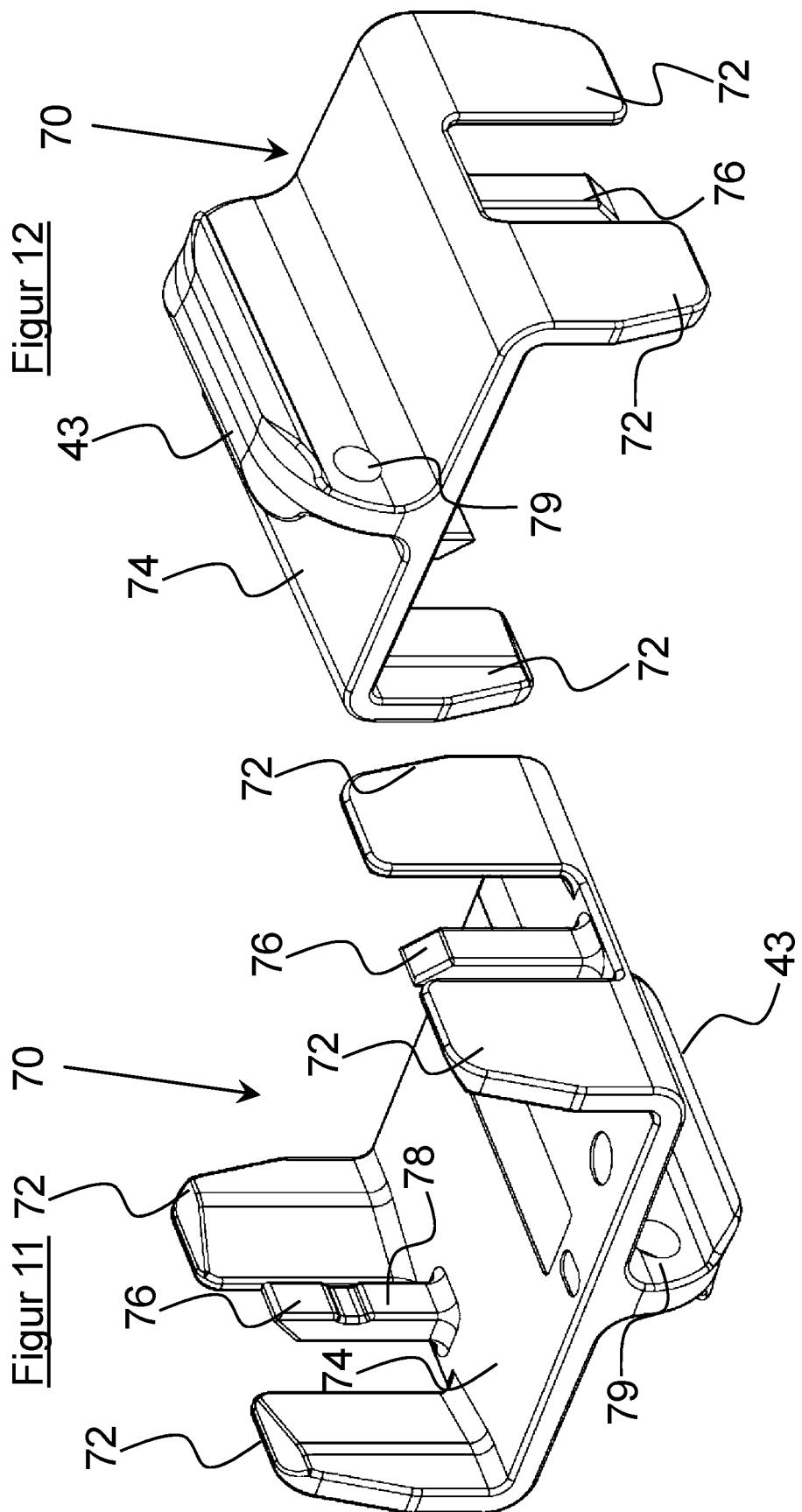


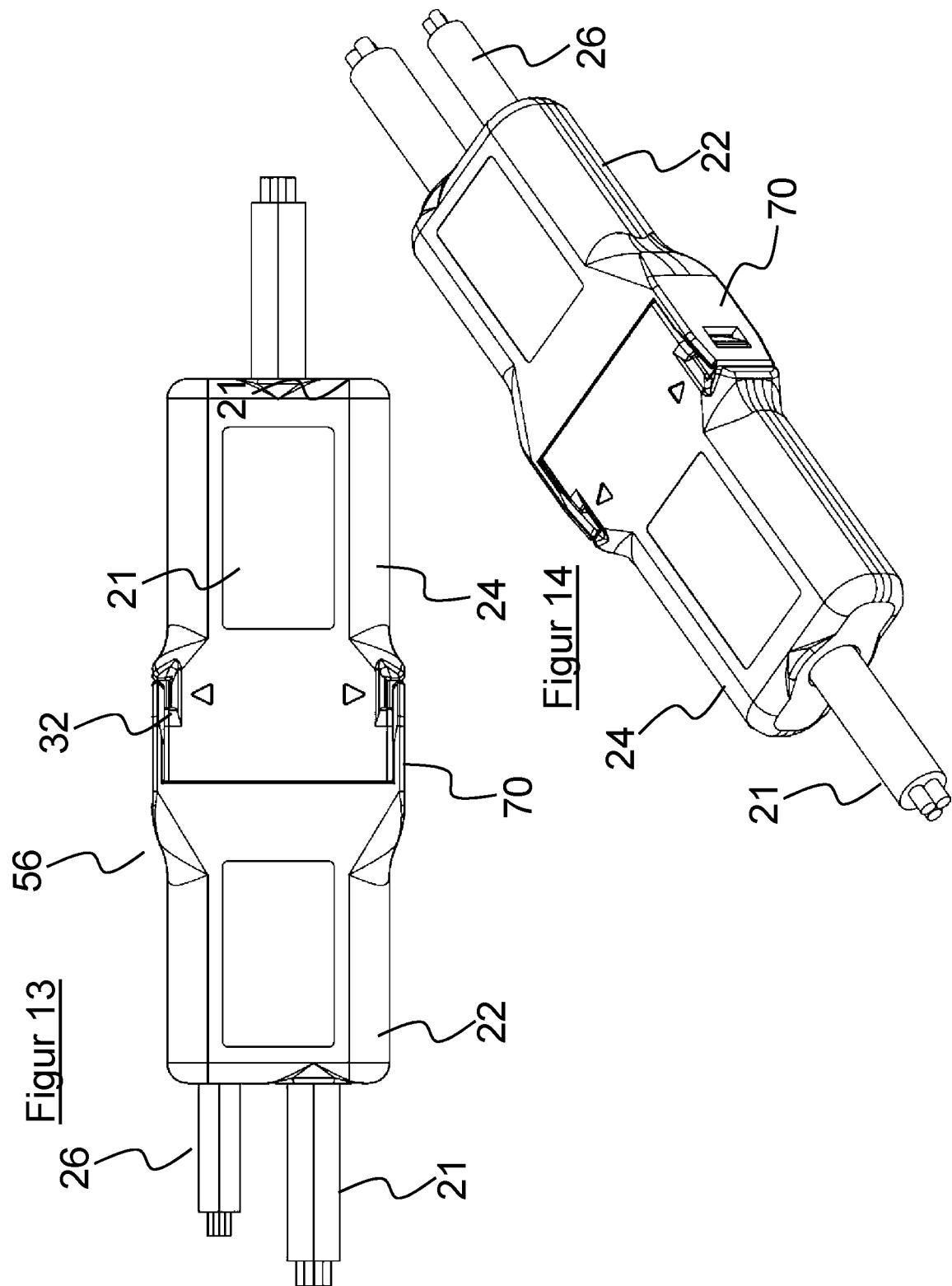
Figur 9

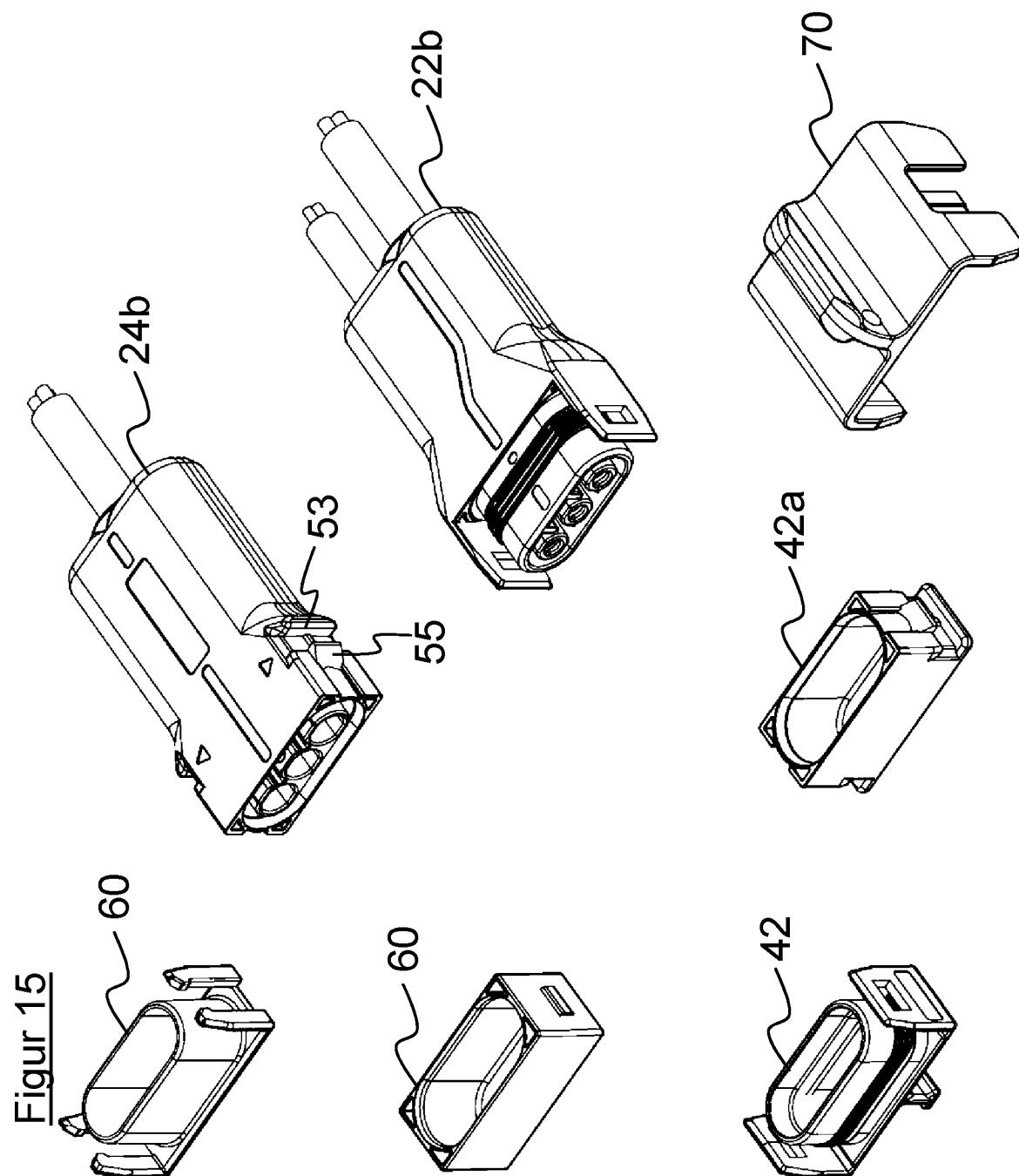


Figur 10









Figur 16

