

(19)



(11)

**EP 3 627 636 B2**

(12)

**NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**08.11.2023 Patentblatt 2023/45**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**04.11.2020 Patentblatt 2020/45**

(21) Anmeldenummer: **18215544.0**

(22) Anmeldetag: **21.12.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**H01R 24/54** <sup>(2011.01)</sup> **H01R 13/627** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01R 12/73** <sup>(2011.01)</sup> **H01R 24/50** <sup>(2011.01)</sup>  
**H01R 43/16** <sup>(2006.01)</sup> **H01R 103/00** <sup>(2006.01)</sup>

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**H01R 12/7082; H01R 12/716; H01R 12/91;**  
**H01R 13/6277; H01R 24/50; H01R 24/54;**  
**H01R 24/58; H01R 43/058; H01R 43/16;**  
**H01R 43/28; H01R 2103/00**

(54) **ELEKTRISCHE STECKVERBINDUNG, BAUGRUPPENVERBINDUNG UND  
LEITERPLATTENANORDNUNG**

ELECTRICAL CONNECTOR, MODULE CONNECTION AND CIRCUIT BOARD ASSEMBLY

CONNECTEUR ENFICHABLE ÉLECTRIQUE, RACCORD DE MODULES ET ENSEMBLE DE CARTE  
DE CIRCUITS IMPRIMÉS

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

(30) Priorität: **19.09.2018 EP 18195460**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.03.2020 Patentblatt 2020/13**

(73) Patentinhaber: **Rosenberger  
Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG  
83413 Fridolfing (DE)**

(72) Erfinder: **Gruber, Andreas  
83410 Laufen (DE)**

(74) Vertreter: **Lorenz, Markus  
Lorenz & Kollegen  
Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB  
Alte Ulmer Straße 2  
89522 Heidenheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 154 527 EP-A1- 1 641 086**  
**EP-A2- 1 746 691 EP-B1- 1 222 717**  
**EP-B1- 3 198 686 WO-A1-2007/085099**  
**WO-A1-2011/088902 DE-U1-202015 007 010**  
**JP-A- 2006 260 898 US-A- 4 963 105**

- **Technical Data Sheet Adaptor QMA Jack-Jack  
28K101-K00N5**
- **Katalogauszug der Patentinhaberin, welcher  
QMA-Verbinder behandelt**
- **Wikipedia-Artikel" QMA and QN connector"**

**EP 3 627 636 B2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine elektrische Steckverbindung, aufweisend ein Verbindungselement mit einem an einem ersten Ende angeordneten, ersten elektrischen Steckverbinder und einen ersten elektrischen Gegensteckverbinder, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Außerdem betrifft die Erfindung eine Baugruppenverbindung zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe.

**[0003]** Ferner betrifft die Erfindung eine Leiterplattenanordnung, aufweisend wenigstens eine erste Leiterplatte und eine zweite Leiterplatte.

**[0004]** Elektrische Baugruppen verfügen in der Regel über elektronische Schaltungen, die auf Leiterplatten ("Printed Circuit Boards", PCBs) durch Verschaltung mehrerer elektronischer Bauelemente implementiert sind. Häufig sind dabei mehrere Leiterplatten innerhalb einer Baugruppe vorgesehen, um eine Schaltung beispielsweise räumlich in einem Gehäuse bzw. einer Umhausung zu verteilen oder um unterschiedliche Module einer Baugruppe miteinander zu verbinden. In der Regel ist bei diesem Aufbau eine elektrische Verbindung zwischen den verschiedenen Leiterplatten für einen Signal- und/oder Energieaustausch erforderlich. Eine elektrische Verbindung zwischen verschiedenen Leiterplatten kann beispielsweise auch dann erforderlich sein, wenn mehrere elektronische Baugruppen miteinander kommunikationsverbunden werden sollen. Insgesamt sind die Gründe, mehrere elektrische Leiterplatten miteinander zu verbinden, vielfältig.

**[0005]** Zur elektrischen Verbindung von Leiterplatten sind verschiedene Möglichkeiten bekannt, unter anderem ungeschirmte Steckverbinder, Drahtlitzen und Flachbandkabel. Derartige Verbindungen sind auch unter der Bezeichnung "Board-to-Board"-Verbindung bekannt. Die herkömmlichen Verbindungen sind in der Regel aber insbesondere für die Hochfrequenztechnik unzureichend.

**[0006]** Um zwei Leiterplatten elektrisch miteinander zu verbinden, werden zur Übertragung von Signalen für die Hochfrequenztechnik häufig koaxiale Verbindungselemente verwendet, um eine ausreichend hohe Signalqualität zu gewährleisten. Dabei wird in der Praxis jeweils ein koaxialer Steckverbinder des Verbindungselements mit einem auf einer Leiterplatte angebrachten Gegensteckverbinder verbunden. Der Gegensteckverbinder ist vorzugsweise auf der Leiterplatte verlötet oder verpresst und elektrisch mit Streifenleitern der Leiterplatte verbunden. Ein koaxiales Zwischenstück, auch "Adapter" genannt, verbindet die beiden koaxialen Steckverbinder und überbrückt somit den Abstand zwischen den beiden Leiterplatten, um den Signalaustausch zu ermöglichen.

**[0007]** Beispielsweise ist in der EP 1 154 527 A1 eine Steckverbindung beschrieben, um ein Koaxialkabel mit einer elektrischen Leiterplatte zu verbinden. Die Steckverbindung umfasst eine auf der Leiterplatte befestigte

rohrförmige Buchse und einen in die Buchse einföhrbaren Steckverbinder des Koaxialkabels. Im verbundenen Zustand der Steckverbindung ist vorgesehen, dass das Innenleiterkontaktelement des Steckverbinders die Leiterplatte unmittelbar kontaktiert. Die US 4 963 105 offenbart eine koaxiale Steckverbindung mit zwei entlang einer Längsachse versetzten Kontaktfedern.

**[0008]** In der Regel weisen die bekannten koaxialen Verbindungselemente einen Innenleiter und einen mittels eines Isolationsteils bzw. Dielektrikums von dem Innenleiter elektrisch isolierten Außenleiter auf, die jeweils als Drehteile hergestellt werden. Die Herstellung der Komponenten mittels Drehen ist in der Regel erforderlich, um ausreichend gute Fertigungstoleranzen zu erreichen und eine Presspassung zu ermöglichen. Insbesondere wenn das Verbindungselement für die Hochfrequenztechnik eingesetzt werden soll, sind die Anforderungen an die Fertigungstoleranzen besonders hoch.

**[0009]** Bei den neueren Produktgenerationen der Verbindungselemente werden außerdem vermehrt hohe Anforderungen an deren Miniaturisierung gestellt. Hierbei ist einerseits der Abstand zwischen den Leiterplatten, als auch der Abstand ("Pitch") zwischen zwei benachbarten Leiterplattensteckverbindern (nachfolgend vom Begriff "Gegensteckerbinder" umfasst) zu minimieren.

**[0010]** Ferner gestaltet sich die Montage und Ausrichtung der Verbindungselemente, nicht zuletzt aufgrund der Miniaturisierung, mittlerweile als vergleichsweise aufwändig.

**[0011]** Zum allgemeinen Hintergrund wird noch auf die EP 1 746 691 A2 verwiesen, die eine koaxiale Kabelsteckverbindung betrifft. Die Steckverbindung ist in ihrem geschlossenen Zustand mittels federelastischer Rastzungen verspannbar. Außerdem betrifft die DE 20 2015 007 010 U1 einen Board-zu-Board-Verbinder zum Verbinden von zwei Leiterplatten.

**[0012]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufbau und die Montage einer elektrischen Steckverbindung zu vereinfachen, insbesondere unter Beibehaltung von für die Hochfrequenztechnik geeigneten elektrischen Übertragungseigenschaften.

**[0013]** Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, einen entsprechenden Gegensteckverbinder und ein entsprechendes Verbindungselement einer elektrischen Steckverbindung mit verbessertem Aufbau und vereinfachter Montage bereitzustellen.

**[0014]** Der vorliegenden Erfindung liegt außerdem die Aufgabe zugrunde, den Aufbau und die Montage einer Baugruppenverbindung zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe zu vereinfachen, insbesondere unter Beibehaltung von für die Hochfrequenztechnik geeigneten elektrischen Übertragungseigenschaften.

**[0015]** Der vorliegenden Erfindung liegt auch die Aufgabe zugrunde, eine Leiterplattenanordnung bereitzustellen, die insbesondere einfach zu montieren ist, unter Beibehaltung von für die Hochfrequenztechnik geeigneten elektrischen Übertragungseigenschaften.

**[0016]** Die Aufgabe wird für die elektrische Steckverbindung durch Anspruch 1 oder Anspruch 11 gelöst. Hinsichtlich der Baugruppenverbindung wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 8 und hinsichtlich der Leiterplattenanordnung durch die Merkmale des Anspruchs 10 gelöst.

**[0017]** Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausführungsformen und Varianten der Erfindung.

**[0018]** Es ist eine elektrische Steckverbindung vorgesehen, die ein Verbindungselement mit einem an einem ersten Ende angeordneten, ersten elektrischen Steckverbinder aufweist. Ferner weist die elektrische Steckverbindung einen ersten elektrischen Gegensteckverbinder auf. Der erste Gegensteckverbinder weist Kontaktfedern und der erste Steckverbinder ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse mit einem ersten, zumindest teilringförmig umlaufenden Kontaktbereich auf. Die Kontaktfedern wirken über den ersten Kontaktbereich auf das Außengehäuse ein, um eine elektrische Kontaktierung und eine mechanische Verbindung zwischen dem ersten Steckverbinder und dem ersten Gegensteckverbinder herzustellen.

**[0019]** Der erste elektrische Gegensteckverbinder ist vorzugsweise als Gegensteckverbinder einer ersten elektrischen Baugruppe ausgebildet, vorzugsweise als Leiterplattensteckverbinder einer ersten elektrischen Leiterplatte.

**[0020]** Sofern im Rahmen der Erfindung von einem zumindest teilringförmig umlaufenden Kontaktbereich gesprochen wird, beispielsweise von einem ersten, zumindest teilringförmig umlaufenden Kontaktbereich oder einem zweiten, zumindest teilringförmig umlaufenden Kontaktbereich, ist hierunter ein Kontaktbereich zu verstehen, der vorzugsweise vollständig ringförmig um das Außengehäuse umläuft. Der Kontaktbereich kann allerdings auch nur entlang eines Winkelabschnitts bzw. Winkelsegments um das Außengehäuse (teilringförmig) umlaufen oder entlang mehrerer, um das Außengehäuse verteilter Winkelabschnitte teilringförmig umlaufen.

**[0021]** Das Außengehäuse ist erfindungsgemäß einteilig mit dem Außengehäuse des Verbindungselements ausgebildet.

**[0022]** Das Außengehäuse kann vollständig leitfähig oder auch nur abschnittsweise leitfähig ausgebildet sein. Das Außengehäuse kann beispielsweise auch elektrisch nicht leitende Bestandteile aufweisen.

**[0023]** Im Rahmen der Erfindung kann eine beliebige Anzahl Kontaktfedern vorgesehen sein, beispielsweise zwei Kontaktfedern, drei Kontaktfedern, vier Kontaktfedern, fünf Kontaktfedern, sechs Kontaktfedern, sieben Kontaktfedern, acht Kontaktfedern oder mehr Kontaktfedern.

**[0024]** Es kann vorgesehen sein, dass die Kontaktfedern einen Federkorb ausbilden.

**[0025]** Es ist im Rahmen der Erfindung nicht erforderlich, dass die Kontaktfedern auf den ersten Kontaktbereich vollständig umlaufend einwirken.

**[0026]** Vorzugsweise wirken alle Kontaktfedern in der-

selben axialen Höhenebene auf den ersten Kontaktbereich ein, wobei gegebenenfalls toleranzbedingte und/oder montagebedingte Abweichungen möglich sein können.

**[0027]** Die Kontaktfedern können auch als "Federlaschen" oder "Außenleiterfederlaschen" bezeichnet werden.

**[0028]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Kontaktfedern derart auf den ersten Kontaktbereich einwirken, dass das Außengehäuse mit einer entlang einer Längsachse des ersten Gegensteckverbinders wirkenden Axialkraft beaufschlagt ist, die das Außengehäuse gegen einen axialen Endanschlag des ersten Gegensteckverbinders drückt. Alternativ oder zusätzlich ist vorgesehen, dass die Kontaktfedern derart gestaltet sind, dass diese auf den ersten Kontaktbereich und auf einen zweiten, zumindest teilringförmig umlaufenden Kontaktbereich des Außengehäuses, der zu dem ersten Kontaktbereich entlang einer Längsachse des Verbindungselements axial versetzt ist, jeweils eine orthogonal zu der Längsachse des ersten Gegensteckverbinders wirkende Radialkraft auf das Außengehäuse aufbringen.

**[0029]** Bei der Längsachse des Verbindungselements kann es sich vorzugsweise um eine Symmetrieachse des Verbindungselements handeln. Bei der Längsachse des ersten Gegensteckverbinders kann es sich vorzugsweise um eine Symmetrieachse des ersten Gegensteckverbinders handeln.

**[0030]** Bei der erfindungsgemäßen Axialkraft und/oder Radialkraft kann es sich um eine Kraftkomponente der Federkraft der Kontaktfedern handeln.

**[0031]** In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs in Richtung auf das erste Ende des Verbindungselements erweitert.

**[0032]** Insbesondere durch diese Ausgestaltung des ersten Kontaktbereichs kann sich eine axiale Kraftkomponente bzw. die erfindungsgemäße Axialkraft ergeben, um den ersten Steckverbinder bzw. das Verbindungselement gegen den Endanschlag zu drücken.

**[0033]** In einer Weiterbildung der Erfindung kann außerdem vorgesehen sein, dass die Kontaktfedern derart gestaltet sind, dass diese über den zweiten Kontaktbereich auf das Außengehäuse einwirken.

**[0034]** Auf diese Weise kann sich eine radiale Kraftkomponente bzw. die erfindungsgemäße Radialkraft ergeben.

**[0035]** Vorzugsweise können der erste Kontaktbereich und/oder der zweite Kontaktbereich einen in Axialrichtung konstanten Außendurchmesser aufweisen, beispielsweise zylinderförmig ausgebildet sein. Es kann dann beispielsweise vorgesehen sein, die Selbstzentrierungsfunktion des Verbindungselements durch radiale Kontaktierung in einem zylindrischen Bereich zu erreichen, wenn die Kontaktbereiche und die Kontaktfedern jeweils axial versetzt angeordnet sind.

**[0036]** Erfindungsgemäß kann eine Selbstzentrierung des Verbindungselements bzw. des ersten Steckverbinder-

ders des Verbindungselements in dem ersten Gegensteckverbinder bereitgestellt werden. Aufgrund dieser Selbstzentrierung kann der "Fangbereich" (auch als Aufnahmebereich oder Einführbereich bezeichnet) für den ersten Steckverbinder in dem ersten Gegensteckverbinder verkleinert und damit der gesamte erste Gegensteckverbinder kompakter ausgebildet sein.

**[0037]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Kontaktfedern, der erste Kontaktbereich und/oder der zweite Kontaktbereich ausgebildet sind, dass die Kontaktfedern eine radiale Kraftkomponente und eine axiale Kraftkomponente auf das Außengehäuse aufbringen derart, dass sich die Längsachse des ersten Steckverbinders zu der Längsachse des ersten Gegensteckverbinders parallel ausrichtet.

**[0038]** Die parallele Ausrichtung der Längsachsen des ersten Steckverbinders bzw. des Verbindungselements und des ersten Gegensteckverbinders kann zu einer orthogonalen Ausrichtung des Verbindungselements auf dem Endanschlag führen.

**[0039]** Unter einer Selbstzentrierung des ersten Steckverbinders in dem ersten Gegensteckverbinder kann im Rahmen der Erfindung eine Zentrierung, d. h. ein Ausgleich eines seitlichen Versatzes der Längsachsen des ersten Steckverbinders und des ersten Gegensteckverbinders und/oder eine orthogonale Ausrichtung der Längsachse des Verbindungselements zu dem Endanschlag bzw. eine parallele Ausrichtung der Längsachsen des Verbindungselements und des ersten Gegensteckverbinders, d. h. ein Ausgleich einer Verkipfung bzw. einer Schräglage des ersten Steckverbinders in dem ersten Gegensteckverbinder zu verstehen sein. Vorzugsweise werden die Längsachsen des Verbindungselements und des ersten Gegensteckverbinders konzentrisch bzw. koaxial ausgerichtet. Unter einer erfindungsgemäßen Selbstzentrierung kann auch nur eine Verbesserung der Position und/oder Lage des ersten Steckverbinders in dem ersten Gegensteckverbinder zu verstehen sein, wodurch sich die Längsachse des Verbindungselements und die Längsachse des Gegensteckverbinders zumindest aneinander annähern.

**[0040]** Grundsätzlich kann sich die Erfindung eignen, um einen Versatz des ersten Steckverbinders in dem ersten Gegensteckverbinder und/oder eine Schrägstellung des ersten Steckverbinders in dem ersten Gegensteckverbinder zumindest zu reduzieren. Insbesondere kann ein toleranzbedingter Versatz des ersten Steckverbinders in dem ersten Gegensteckverbinder verbleiben und/oder eine toleranzbedingte Schrägstellung des ersten Steckverbinders in dem ersten Gegensteckverbinder verbleiben.

**[0041]** Vorzugsweise verlaufen die Längsachsen des Verbindungselements und des ersten Gegensteckverbinders nach der erfindungsgemäßen Selbstzentrierung allerdings koaxial.

**[0042]** In einer Weiterbildung der Erfindung kann vor-

gesehen sein, dass der erste Gegensteckverbinder ein Gegensteckverbindergehäuse mit einem trichterförmigen Einführbereich für den ersten Steckverbinder aufweist.

**[0043]** Ein trichterförmiger Einführbereich, insbesondere eine konische Aufnahme für den ersten Steckverbinder, kann die Montage der elektrischen Steckverbindung weiter vereinfachen. Insbesondere kann ein "blindes" Einstecken des ersten Steckverbinders in den ersten Gegensteckverbinder ermöglicht werden.

**[0044]** Erfindungsgemäß kann der Durchmesser des Einführbereichs und damit der Durchmesser des gesamten Gegensteckverbindergehäuses aufgrund der erfindungsgemäßen Selbstzentrierung des ersten Steckverbinders in dem ersten Gegensteckverbinder verkleinert sein.

**[0045]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Kontaktfedern zwei Gruppen ausbilden, die entlang der Längsachse des ersten Gegensteckverbinders axial versetzt und derart angeordnet sind, dass die erste Gruppe der Kontaktfedern über den ersten Kontaktbereich auf das Außengehäuse einzuwirken vermag, und die zweite Gruppe der Kontaktfedern über den zweiten Kontaktbereich auf das Außengehäuse einzuwirken vermag.

**[0046]** Durch diese Ausgestaltung kann insbesondere eine Schrägstellung des Verbindungselements bzw. des ersten Steckverbinders in dem ersten Gegensteckverbinder vermieden oder zumindest verringert werden, da der erste Steckverbinder in dem ersten Gegensteckverbinder durch die axial versetzt wirkenden Kontaktfedern einen möglichst linearen Verlauf zwischen den beiden Gruppen der Kontaktflächen anstreben wird.

**[0047]** Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kontaktfedern in dem ersten Gegensteckverbinder mechanisch vorgespannt sind.

**[0048]** Gemäß der Erfindung sind die Kontaktfedern bereits vorausgelenkt, noch bevor der erste Steckverbinder in den ersten Gegensteckverbinder eingeführt wird.

**[0049]** Eine Vorspannung der Kontaktfedern kann insbesondere von Vorteil sein, wenn sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs in Richtung auf das erste Ende des Verbindungselements erweitert, da das hierdurch verbreiterte, erste Ende des Verbindungselements eine stärkere radiale Auslenkung der Kontaktfedern und somit eine höhere Steckkraft gegenüber einem herkömmlichen Verbindungselement bedingt. Um dies zu kompensieren, kann die Vorspannung der Kontaktfedern hilfreich sein. Auf diese Weise können die Flächenbereiche der einzelnen Kontaktfedern, die beim Steckvorgang die Stirnfläche des Verbindungselements bzw. das erste Ende des Verbindungselements axial berühren, reduziert sein. Der Erfinder hat erkannt, dass allein durch diese Tatsache die Steckkraft des Verbindungselements bereits vorteilhaft reduziert sein kann.

**[0050]** In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das Gegensteckverbindergehäuse einen in den ersten Gegensteckverbinder hineinragenden Kragen

aufweist, der als Anlage für die Kontaktfedern ausgebildet ist, um die Kontaktfedern mechanisch vorzuspannen.

**[0051]** Der Kragen oder Bund des Gegensteckverbindergehäuses kann vorzugsweise vollständig ringförmig umlaufen. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass der Kragen lediglich teilringförmig oder entlang wenigstens eines Winkelabschnitts verteilt umläuft, insbesondere in den radialen Abschnitten, in denen sich die Kontaktfedern in dem ersten Gegensteckerbinder befinden. Die Kontaktfedern können jeweils einzeln, in beliebigen Gruppen oder gemeinsam an einem vollständig umlaufenden Kragen vorgespannt werden.

**[0052]** Der Kragen des Gegensteckverbinders zur Vorspannung der Kontaktfedern kann vorzugsweise den trichterförmigen Einführbereich ausbilden.

**[0053]** Vorzugsweise ist die eine metallische Spannvorrichtung bzw. ein metallischer Kragen vorgesehen, um die Kontaktfedern vorzuspannen.

**[0054]** Die Vorspannung der Kontaktfedern kann vorteilhaft sein, da dann der Fangbereich bzw. der Einführbereich des Gegensteckverbinders (d. h. insbesondere der Bereich von der Kontaktierungsebene bis zu dem Ende der Kontaktfedern) kürzer gestaltet werden kann. Somit kann die für das Vorspannen eingesetzte "Spannvorrichtung", insbesondere der in der Regel kelchförmig ausgeformte Kragen des Gegensteckverbindergehäuses, die Hauptaufgabe des Einführbereichs bzw. Fangtrichters übernehmen.

**[0055]** Erfindungsgemäß kann die axiale Länge der Kontaktfedern bzw. eines Federkorbs aufgrund des reduzierten Einführbereichs bzw. Fangbereichs verkürzt sein.

**[0056]** Durch die Verwendung eines weicheren Federmaterials kann außerdem der federnde Bereich der Kontaktfedern verkleinert sein.

**[0057]** Ein trichterförmiger Einführbereich kann außerdem einen Berührschutz für die Kontaktfedern und/oder für einen Innenleiterfederkorb des Gegensteckverbinders ausbilden.

**[0058]** Die Verwendung eines Kragens des Gegensteckverbindergehäuses zur Vorspannung der Kontaktfedern kann einerseits von Vorteil sein, da sich ein Kragen durch eine Umformung des freien Endes des Gegensteckverbindergehäuses technisch einfach realisieren lässt und ein entsprechend ausgebildeter Kragen gleichzeitig zur Ausbildung des trichterförmigen Einführbereichs für den ersten Steckverbinder dienen kann.

**[0059]** Die mechanische Vorspannung der Kontaktfedern kann eine geringere zusätzliche Auslenkung der Kontaktfedern gegenüber dem Fall ohne Vorspannung erforderlich machen, wenn der erste Steckverbinder in den ersten Gegensteckverbinder eingeführt wird, wobei dennoch die geforderte Kontaktkraft realisierbar sein kann. Hierdurch kann in Folge vorteilhaft ein Federkorb bzw. können Kontaktfedern mit einer höheren Federelastizität verwendbar sein.

**[0060]** Die Kontaktfedern können in dem ersten Gegensteckverbinder in seinem montierten Zustand insbe-

sondere vorgespannt sein, um Kontaktfedern mit einer flacheren Federkennlinie einsetzen zu können. Hierdurch können sich einige Vorteile ergeben. Insbesondere kann der federnde Bereich der Kontaktfedern bzw. des Kontaktbereichs in dem ersten Gegensteckverbinder verkürzt sein, was den Bauraum minimieren kann. Ferner wird der Federwerkstoff weniger stark beansprucht, weshalb ein günstigerer Federwerkstoff einsetzbar sein kann. Schließlich müssen die Kontaktfedern bei einem Zusammenstecken des ersten Steckverbinders mit dem ersten Gegensteckverbinder weniger aufgeweitet werden, wodurch der Einführbereich der Kontaktfedern kürzer gestaltet werden kann, was abermals den Bauraum reduzieren kann. Schließlich kann außerdem der Einführbereich der Kontaktfedern den Fangtrichter bzw. trichterförmigen Einführbereich des ersten Gegensteckverbinders verkürzen.

**[0061]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Kontaktfedern aus einem Material mit geringem Elastizitätsmodul ausgebildet sind, insbesondere aus einem Material mit einem Elastizitätsmodul von 200 GPa oder geringer, vorzugsweise 150 GPa oder geringer, besonders bevorzugt 100 GPa oder geringer.

**[0062]** Beispielsweise kann als Material zur Ausbildung der Kontaktfedern Messing, Federbronze oder Kupferberyllium vorgesehen sein.

**[0063]** Durch die Verwendung eines entsprechenden Materials kann eine höhere Federelastizität erzielt werden. In der Regel ist ein weiterer Vorteil eines weicheren Federmaterials, dass dieses preisgünstiger ist.

**[0064]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann außerdem vorgesehen sein, dass die Kontaktfedern geschlitzt, insbesondere längs geschlitzt sind.

**[0065]** Es kann auch vorgesehen sein, spezifische Geometrien für die Kontaktfedern vorzusehen, beispielsweise lange und schmale Kontaktfedern. Auch durch eine entsprechende Geometrie und gegebenenfalls eine zusätzliche Schlitzung der Kontaktfedern können Kontaktfedern mit höherer Federelastizität bereitgestellt werden.

**[0066]** In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs in Richtung auf das erste Ende des Verbindungselements konisch, insbesondere linear, konvex oder konkav, erweitert.

**[0067]** Der erste Kontaktbereich kann also insbesondere auch gewölbt, beispielsweise konkav oder konvex, ausgeformt sein.

**[0068]** Die erfindungsgemäße Selbstzentrierung kann vorzugsweise durch die Kontaktierung der Kontaktfedern auf einem Konus erreichbar sein, wodurch eine axiale Kraftkomponente bereitgestellt werden kann, die das Verbindungselement gegen einen durch ein Isolierstück ausgebildeten axialen Endanschlag in den Gegensteckverbinder drückt und dadurch aufrichtet.

**[0069]** Grundsätzlich kommt es auf die Art der Erweiterung des Außendurchmessers des ersten Kontaktbe-

reichs erfindungsgemäß nicht an. Vorzugsweise ist eine lineare Erweiterung des Außendurchmessers vorgesehen. Grundsätzlich kann allerdings ein beliebiger Kurvenverlauf zur Erweiterung des Außendurchmessers des ersten Kontaktbereichs vorgesehen sein.

**[0070]** In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Isolierteil bei einem Zusammenstecken des ersten Steckverbinders mit dem ersten Gegensteckverbinder zumindest teilweise in das Außengehäuse des ersten Steckverbinders eindringt.

**[0071]** Es kann vorgesehen sein, dass das Verbindungselement einen oder mehrere innerhalb des Außengehäuses geführte Innenleiter aufweist.

**[0072]** Der wenigstens eine Innenleiter kann in eine Aufnahme des Isolierteils eindringen und gegebenenfalls ein innerhalb des Isolierteils aufgenommenes Kontaktelement des ersten Gegensteckverbinders mechanisch und elektrisch kontaktieren.

**[0073]** In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das Isolierteil einen in Richtung auf das Außengehäuse weisenden Kragen ausbildet, um das Außengehäuse in dem ersten Gegensteckverbinder zu zentrieren.

**[0074]** Der Kragen oder Bund des Isolierteils kann insbesondere an dem freien Ende des Isolierteils, das dem Verbindungselement zugewandt ist, ausgebildet sein.

**[0075]** Vorzugsweise ist ein vollständig ringförmig umlaufender Kragen an dem Isolierteil ausgebildet. Es kann allerdings auch ein Kragen vorgesehen sein, der lediglich teilringförmig oder entlang wenigstens eines Winkelabschnitts verteilt um das Isolierteil umläuft.

**[0076]** Der Kragen des Isolierteils kann insbesondere dazu dienen, eine Asymmetrie zwischen dem ersten Steckverbinder des Verbindungselements und dem ersten Gegensteckverbinder zu verhindern und eine Konzentrität zwischen dem ersten Steckverbinder und dem ersten Gegensteckverbinder zu gewährleisten.

**[0077]** Während die Kontaktfedern durch das Zusammenwirken mit dem ersten Kontaktbereich und/oder mit dem zweiten Kontaktbereich in der Regel vornehmlich eine Korrektur einer Schräglage des Verbindungselements bewirken, ermöglicht der Kragen des Isolierteils einen Abstand der Längsachsen des Verbindungselements und des ersten Gegensteckverbinders zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren.

**[0078]** Durch einen Kragen an dem distalen Ende des Isolierteils kann eine Symmetrie realisiert werden, die es ermöglicht, dass alle Kontaktfedern im gesteckten Zustand des ersten Steckverbinders mit deren distalen Enden die Spannvorrichtung bzw. den zur Vorspannung der Kontaktfedern dienenden Kragen des Steckverbindergehäuses nicht mehr kontaktieren. Auf diese Weise kann ein zweiter, außenleiterseitiger Signalpfad über das Gegensteckverbindergehäuse bzw. dessen Kragen verhindert werden, der andernfalls über den Signalpfad der Kontaktfedern einen in sich geschlossenen Signalpfad in der Art einer Spule bzw. Induktivität ausbilden würde. Durch den Kragen des Isolierteils kann die Anregung von unerwünschten Oberwellen eines hochfrequenten Sig-

nals hingegen unterbunden werden und sich die elektrische Steckverbindung besonders zur Verwendung in der Hochfrequenztechnik eignen.

**[0079]** Durch den Kragen am Isolierteil kann in dem zusammengesteckten Zustand des ersten Steckverbinders und des ersten Gegensteckverbinders die radiale Bewegung des Verbindungselements bzw. ein radialer bzw. seitlicher Versatz zwischen der Längsachse des Verbindungselements und der Längsachse des ersten Gegensteckverbinders verhindert oder zumindest minimiert werden. Dies kann vorteilhaft sein, um den ungewünschten Kontakt zwischen dem freien Ende der Kontaktfedern und dem Gegensteckverbindergehäuse oder dem Außengehäuse zu verhindern.

**[0080]** Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass das Isolierteil den axialen Endanschlag für den ersten Steckverbinder in dem ersten Gegensteckverbinder ausbildet.

**[0081]** Die Erfindung betrifft auch einen Gegensteckverbinder (den "ersten Gegensteckverbinder") für eine vorstehend und nachfolgend beschriebene elektrische Steckverbindung.

**[0082]** Ferner betrifft die Erfindung ein Verbindungselement für eine elektrische Steckverbindung gemäß den vorstehenden und nachfolgenden Ausführungen.

**[0083]** Erfindungsgemäß kann eine hohe elektromagnetische Verträglichkeit des Verbindungselements bereitgestellt werden.

**[0084]** Das erfindungsgemäße Verbindungselement kann sich insbesondere zur Übertragung von elektrischen Signalen bis zu 8 GHz oder mehr eignen.

**[0085]** In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass das Verbindungselement zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe mit einer zweiten elektrischen Baugruppe ausgebildet ist und ein starres, rohrförmiges Außengehäuse aus einem elektrisch leitfähigen Material sowie ein in dem Außengehäuse entlang einer Längsachse des Außengehäuses geführtes elektrisches Kabel aufweist.

**[0086]** Insofern es sich um ein koaxiales Kabel mit einem Innenleiter handelt, verläuft die Längsachse des Außengehäuses koaxial zur Längsachse des Innenleiters bzw. fällt mit dieser zusammen. Die Längsachse kann auch dadurch definiert werden, dass es sich hierbei um die Achse handelt, die sich ergibt, wenn die Schwerpunkte der Querschnittsflächen des Außengehäuses miteinander verbunden werden.

**[0087]** Das Außengehäuse ummantelt das elektrische Kabel vorzugsweise rohrförmig.

**[0088]** Das Verbindungselement kann vorzugsweise koaxial ausgebildet sein derart, dass die Längsachsen des elektrischen Kabels und des Außengehäuses aufeinander liegen.

**[0089]** Das Außengehäuse muss nicht vollständig um das elektrische Kabel geschlossen ausgebildet sein und kann das elektrische Kabel im Sinne der Erfindung auch in sich führen, wenn es Ausnehmungen, insbesondere Bohrungen und/oder Schlitze aufweist.

**[0090]** Gemäß der Weiterbildung kann vorgesehen

sein, dass das elektrische Kabel wenigstens einen Innenleiter und ein den wenigstens einen Innenleiter umhüllendes Dielektrikum aufweist.

**[0091]** Bei dem den wenigstens einen Innenleiter umhüllenden Dielektrikum kann es sich insbesondere auch um einen Kabelmantel handeln.

**[0092]** Bei dem elektrischen Kabel kann es sich vorzugsweise auch um einen "Kabelrohling", d. h. ein unfertiges elektrisches Kabel handeln, bei dem wenigstens ein Innenleiter zunächst mit einem umhüllenden Dielektrikum umspritzt wurde - wonach auf potentiell weitere Fertigungsschritte verzichtet wird. Insbesondere kann es sich um einen Kabelrohling eines Koaxialkabels handeln, bei dem ein koaxialer Außenleiter (z. B. ein Kabelschirmgeflecht und/oder eine Schirmfolie) und ein Kabelmantel noch nicht auf dem den Innenleiter umhüllenden Dielektrikum montiert wurden.

**[0093]** Anstelle eines Kabels kann auch ein beliebig ausgebildetes Dielektrikum mit einem oder mehreren darin verlaufenden Innenleitern vorgesehen sein, die von dem Außengehäuse ummantelt sind. Beispielsweise können der Innenleiter und/oder das Dielektrikum als Drehteil(e) hergestellt sein.

**[0094]** Gemäß der Weiterbildung kann außerdem vorgesehen sein, dass wenigstens ein Abschnitt des Außengehäuses entlang der Längsachse derart umgeformt ist, dass das elektrische Kabel in dem Außengehäuse fixiert ist.

**[0095]** Da das Verbindungselement gemäß der Weiterbildung aus einem beliebig herstellbaren rohrförmigen Außengehäuse und einem in dem Außengehäuse aufgenommenen handelsüblichen elektrischen Kabel oder Kabelrohling bestehen kann, kann es im Gegensatz zu den bekannten gedrehten Verbindungselementen des Standes der Technik kostengünstig herstellbar sein. Das Verbindungselement kann sich somit insbesondere für eine Massenfertigung eignen. Bei dem Verbindungselement kann es sich im Rahmen der Erfindung allerdings auch um ein Drehteil handeln.

**[0096]** Dadurch, dass das Außengehäuse gemäß der Weiterbildung umgeformt, d. h. plastisch gezielt in eine andere Form gebracht werden kann, ohne dabei Material von dem Außengehäuse zu entfernen oder hinzuzufügen, kann eine hohe mechanische Haltekraft des elektrischen Kabels in dem Außengehäuse bereitgestellt werden, trotz ggf. vorhandener hoher Fertigungstoleranzen des Außengehäuses und/oder des elektrischen Kabels. Es kann somit insbesondere ein Außengehäuse und/oder ein elektrisches Kabel verwendet werden, das vergleichsweise große Fertigungstoleranzen aufweist, da ein entsprechendes Spiel zwischen dem Außengehäuse und dem elektrischen Kabel durch die anschließende Umformung ausgeglichen werden kann.

**[0097]** Ferner kann durch die Umformung die elektrische Anpassung zur Übertragung von Signalen im Hochfrequenzbereich ggf. optimiert werden.

**[0098]** Das Verbindungselement kann insbesondere zur Übertragung von elektrischen Signalen in der Hoch-

frequenztechnik vorteilhaft verwendbar sein. Grundsätzlich kann sich das Verbindungselement allerdings für beliebige Signal- und/oder Energieübertragungen in der gesamten Elektrotechnik eignen.

**[0099]** Vorzugsweise kann sich das Verbindungselement zur mechanischen und elektrischen Verbindung zweier Leiterplatten eignen. Grundsätzlich kann das Verbindungselement allerdings auch zur mechanischen und elektrischen Verbindung sonstiger elektrischer oder elektronischer Baugruppen vorgesehen sein, beispielsweise zur Verbindung zwischen Steuergeräten, Filtern, Antennen oder sonstigen Modulen untereinander. Zur Vereinfachung wird die Erfindung nachfolgend zur elektrischen und mechanischen Verbindung zweier Leiterplatten beschrieben. Der Begriff "Leiterplatte" kann von einem Fachmann allerdings ohne Weiteres auf eine beliebige elektrische oder elektronische Baugruppe bezogen und entsprechend substituiert werden.

**[0100]** Das Außengehäuse des Verbindungselements kann im Rahmen der Erfindung als Außenleiter des Verbindungselements bei der Übertragung elektrischer Signale mittels des Innenleiters des elektrischen Kabels zwischen den Leiterplatten dienen.

**[0101]** In einer Ausgestaltung des Verbindungselements kann vorgesehen sein, dass das Außengehäuse an einem ersten Ende einen ersten Steckverbinder und einem zweiten Ende einen zweiten Steckverbinder zur Verbindung mit einem jeweiligen Gegensteckverbinder einer elektrischen Baugruppe, insbesondere einer Leiterplatte, aufweist.

**[0102]** Die Steckverbinder an den Enden des Außengehäuses können in einer besonders einfachen und insbesondere zur Verbindung von Leiterplatten bevorzugten Ausgestaltung auch dadurch ausgebildet sein, dass die Enden des Außengehäuses aufgeweitet sind und dadurch ein Steckverbinder ausgebildet wird. Der Innenleiter (beispielsweise des elektrischen Kabels) kann ggf. ausgehend von den Enden in einem vorderen, für die Kontaktierung geeigneten Abschnitt aus dem Dielektrikum herausragen bzw. das Dielektrikum kann in diesem vorderen Abschnitt entfernt sein.

**[0103]** Die Steckverbinder an den jeweiligen Enden des Außengehäuses können auch als "Köpfe" des Verbindungselements und der zwischen den Steckverbindern liegende Bereich als "Adapter" bezeichnet werden.

**[0104]** Die an den Enden des Außengehäuses ausgebildeten Steckverbinder können als Schnittstellen zur Verbindung mit beliebigen anderen Steckverbindern bzw. Gegensteckverbindern ausgebildet sein.

**[0105]** Die Steckverbinder an den Enden des Außengehäuses sind vorzugsweise rund und coaxial ausgebildet. Durch die Steckverbindung zwischen einem Steckverbinder und einem jeweiligen Gegensteckverbinder kann das Verbindungselement mechanisch und elektrisch an die entsprechende Leiterplatte (oder eine sonstige, beliebige elektrische Baugruppe) angebunden sein.

**[0106]** Das Verbindungselement, das Außengehäuse und/oder der Innenleiter kann bzw. können auch durch

eine Ausnehmung in wenigstens einer der Leiterplatten hindurchgeführt und beispielsweise auf der der Eintrittsseite gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte fixiert bzw. angebunden werden.

**[0107]** Es kann auch vorgesehen sein, den Innenleiter und/oder das Außengehäuse des Verbindungselements durch Löten, Crimpen, Pressen oder eine sonstige Verbindungstechnik direkt mit der jeweiligen Leiterplatte bzw. einem elektrischen Bauteil, einem Streifenleiter oder einem Lötpad zu verbinden. Auch die Verwendung einer Steckverbindung einerseits und einer direkten Anbindung andererseits kann vorgesehen sein. Auf die spezifische Verbindungstechnik kommt es im Rahmen der Erfindung nicht an. Die Verwendung von Steckverbindern und Gegensteckverbindern ist jedoch besonders vorteilhaft.

**[0108]** Das Verbindungselement kann somit insbesondere mit einem ersten Ende mit einer ersten Leiterplatte und mit einem zweiten Ende mit einer zweiten Leiterplatte elektrisch leitfähig verbunden sein, um einen elektrischen Pfad auszubilden. Der elektrische Pfad kann zur Übertragung elektrischer Signale, insbesondere hochfrequenter Signale, und/oder zur elektrischen Energieübertragung verwendbar sein.

**[0109]** Vorzugsweise sind der erste Steckverbinder und der zweite Steckverbinder voneinander abweichend ausgebildet. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs des ersten Steckverbinders in Richtung auf das erste Ende des Verbindungselements erweitert, wohingegen der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs des zweiten Steckverbinders konstant bleibt, beispielsweise zylindrisch auf das zweite Ende des Verbindungselements zuläuft.

**[0110]** In einer Ausgestaltung des Verbindungselements kann vorgesehen sein, dass das elektrisch leitfähige Material des Außengehäuses nichtmagnetisch ist. Vorzugsweise ist das elektrisch leitfähige Material des Außengehäuses aus einem nichtmagnetischen Metall, besonders bevorzugt aus Messing, gebildet.

**[0111]** Der Begriff "nichtmagnetisch" bezieht sich auf ein Material, auf das ein Magnetfeld nahezu keine bis keine Wirkung hat. Die Eigenschaft einer vernachlässigbaren magnetischen Beeinflussbarkeit wird mitunter auch als "amagnetisch" oder "unmagnetisch" bezeichnet. Vorzugsweise handelt es sich um ein nicht ferromagnetisches Material. Insbesondere haben sich die magnetischen Eigenschaften von Buntmetallen bzw. Nicht-eisenmetallen (NE-Metall), insbesondere Messing oder Zinnbronze, im Rahmen von Hochfrequenzsimulationen erfindungsgemäß als besonders geeignet herausgestellt. Es können aber auch andere Materialien, insbesondere aber nichtmagnetische oder schwach magnetische Metalle, beispielsweise auch diverse Edelmetalle, vorgesehen sein.

**[0112]** In einer Ausgestaltung des Verbindungselements kann vorgesehen sein, dass das elektrische Kabel und/oder das Verbindungselement konzentrisch und vor-

zugsweise aus genau einem Innenleiter und einem Dielektrikum, welches den Kabelmantel bildet, ausgebildet ist.

**[0113]** Es kann auch ein elektrisches Kabel vorgesehen sein, das neben einem Innenleiter auch noch einen Außenleiter aufweist, wobei der Innenleiter und der Außenleiter durch einen Isolator getrennt sind und das elektrische Kabel ferner einen den Außenleiter umhüllenden Kabelmantel bzw. das erfindungsgemäße "Dielektrikum" aufweist.

**[0114]** Da zur Verbindung zwischen elektrischen Leiterplatten in der Regel pro Verbindungselement ein einzelner Übertragungskanal bereitgestellt werden soll, hat sich aber die Verwendung eines elektrischen Kabels, das durch genau einen Innenleiter und ein den Innenleiter umhüllendes Dielektrikum bzw. Kabelmantel gebildet ist, als besonders geeignet herausgestellt.

**[0115]** Ein konzentrischer Aufbau eignet sich insbesondere zur Verwendung in der Hochfrequenztechnik.

**[0116]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann allerdings auch vorgesehen sein, dass das elektrische Kabel und/oder das Verbindungselement wenigstens ein Innenleiterpaar zur differentiellen Signalübertragung aufweist.

**[0117]** Die Innenleiterpaare können insbesondere entlang der Längsachse des Verbindungselements bzw. des Kabels verdreht verlaufen (in der Art eines "Twisted-Pair"-Kabels). Die Innenleiterpaare können jedoch auch parallel geführt sein ("Parallel Pair").

**[0118]** Bei Verwendung mehrerer Innenleiter können die jeweiligen Innenleiter jeweils einzeln voneinander isoliert sein, insbesondere von einem jeweiligen Isolator umgeben sein. Das erfindungsgemäße Dielektrikum kann die mehreren Innenleiter dann insgesamt einhüllen, beispielsweise in der Art eines Kabelmantels.

**[0119]** Es kann/können ein einzelnes Innenleiterpaar oder auch mehrere Innenleiterpaare, beispielsweise zwei, drei vier oder noch mehr Innenleiterpaare zur differentiellen Signalübertragung vorgesehen sein.

**[0120]** Es kann vorgesehen sein, dass mehrere Abschnitte des Außengehäuses entlang der Längsachse des Außengehäuses umgeformt sind, wobei die Abschnitte entlang der Längsachse und/oder radial auf der Außenfläche des Außengehäuses verteilt angeordnet sein können, beispielsweise in der Art von Kerben.

**[0121]** In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des Verbindungselements kann allerdings vorgesehen sein, dass das Außengehäuse entlang genau eines zusammenhängenden Abschnitts des Außengehäuses umgeformt ist.

**[0122]** Insbesondere bei Verwendung des Verbindungselements zur Übertragung von hochfrequenten bzw. hochbitratigen Signalen kann eine gleichmäßige Umformung und insbesondere eine Umformung eines möglichst langen, zusammenhängenden Abschnitts von Vorteil sein, um die elektrischen Signale störungsfrei, insbesondere reflexionsfrei, zu übertragen.

**[0123]** Beispielsweise kann eine Sicherung bzw. me-



chanische Fixierung des elektrischen Kabels mittels Kerben eine elektrische Störstelle darstellen, was durch eine Umformung eines einzigen Abschnitts, der sich vorzugsweise zwischen den Steckverbindern des Verbindungselements erstreckt, bestmöglichst vermieden werden kann.

**[0124]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass sich der wenigstens eine zusammenhängende Abschnitt, entlang dem das Außengehäuse umgeformt ist, zumindest entlang 50% der Gesamtlänge des Außengehäuses, vorzugsweise zumindest entlang 75% der Gesamtlänge des Außengehäuses, besonders bevorzugt zumindest entlang 90% der Gesamtlänge des Außengehäuses und ganz besonders bevorzugt vollständig bzw. über die volle Länge zwischen den Steckverbindern des Außengehäuses erstreckt.

**[0125]** Die vorgenannten Werte, die der wenigstens eine zusammenhängende Abschnitt vorzugsweise entlang der Gesamtlänge des Außengehäuses einnimmt, können durch einen einzelnen zusammenhängenden Abschnitt oder auch verteilt auf mehrere Abschnitte erreicht werden. Zu bevorzugen ist jedoch die Ausbildung eines zusammenhängenden einzelnen Abschnitts.

**[0126]** Vorzugsweise erstreckt sich der Abschnitt, entlang dem das Außengehäuse umgeformt ist, mittig zwischen den Steckverbindern des Außengehäuses oder mittig zwischen den beiden Enden des Außengehäuses.

**[0127]** Zur Bereitstellung eines möglichst störstellenfreien und somit für die Hochfrequenztechnik besonders geeigneten Verbindungselements ist es besonders vorteilhaft, das Außengehäuse entlang eines zusammenhängenden Abschnitts umzuformen, der sich vollständig zwischen den Steckverbindern des Außengehäuses erstreckt.

**[0128]** Es kann ein Übergangsbereich mit veränderlichem Außendurchmesser zwischen den Steckverbindern, insbesondere runden Steckverbindern mit einem ersten Durchmesser, und dem umgeformten Abschnitt des Außengehäuses mit einem zweiten Durchmesser vorgesehen sein.

**[0129]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verbindungselements kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses derart umgeformt ist, dass der Querschnitt des Außengehäuses in dem umgeformten Abschnitt einen Umfang aufweist, der nicht kreisförmig verläuft.

**[0130]** Vorzugsweise ist die Grundform des rohrförmigen Außengehäuses bzw. dessen Querschnitt rund bzw. der Umfang bildet einen Kreis (auch als Kreisrand bezeichnet) und wird durch das Umformen zumindest in dem wenigstens einen Abschnitt in eine andere Form gebracht. Eine runde Geometrie bzw. ein kreisförmiger Umfang eignet sich aufgrund des gleichmäßigen Abstands der Wandung des Außengehäuses zu dem Innenleiter besonders zur Verwendung in der Hochfrequenztechnik, weshalb eine runde Grundform als Ausgangspunkt für das Außengehäuse besonders bevorzugt sein kann.

**[0131]** In einer Ausgestaltung des Verbindungselements kann vorgesehen sein, dass der Querschnitt in dem umgeformten Abschnitt zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehr gleichmäßig entlang des Umfangs verteilte Winkelsegmente mit einem gleichen, vorzugsweise konstanten Radius und/oder einer gleichen Bogenlänge aufweist.

**[0132]** Es kann vorgesehen sein, dass die entlang des Umfangs verteilten Winkelsegmente einen gleichen Radius und/oder eine gleiche Bogenlänge aufweisen.

**[0133]** Vorzugsweise weisen die Winkelsegmente einen konstanten Radius auf. Der Radius der Winkelsegmente kann entlang des Umfangs des Winkelsegments jedoch auch variabel sein, beispielsweise einer elliptischen Form folgen.

**[0134]** Eine Ausbildung der Winkelsegmente mit gleichen Radien und gleichen Bogenlängen ist zwar zu bevorzugen, es kann sich jedoch auch bereits dann eine Fixierung des elektrischen Kabels mit ausreichenden Übertragungseigenschaften ergeben, wenn die Winkelsegmente einen gleichen Radius oder eine gleiche Bogenlänge aufweisen.

**[0135]** Weitere Varianten hierzu, die ebenfalls zu einer Fixierung des Kabels in dem Außengehäuse führen und ausreichende Übertragungseigenschaften sicherstellen können, sind nachfolgend noch dargestellt. Gleichwohl ist es zu bevorzugen, wenn die Winkelsegmente einen gleichen Radius, vorzugsweise einen konstanten Radius und eine gleiche Bogenlänge aufweisen.

**[0136]** Dadurch wird das Verbindungselement in dem wenigstens einen Abschnitt in eine Form gebracht, die eine Querschnittsgeometrie aufweist, bei denen die Winkelsegmente aufgrund der Koaxialität ausgezeichnete Hochfrequenz-Übertragungseigenschaften aufweisen.

Zwischen den Winkelsegmenten mit dem gleichen, vorzugsweise konstanten Radius und der gleichen Bogenlänge können jeweils (Ausgleichs-)Winkelsegmente vorgesehen sein, welche die bei dem Umformungsvorgang verdrängte Masse aus den Winkelsegmenten mit dem gleichen Radius und der gleichen Bogenlänge aufnehmen. Es hat sich gezeigt, dass die (Ausgleichs-)Winkelsegmente die elektrischen Übertragungseigenschaften des Verbindungselements nur vernachlässigbar verschlechtern. Die Fixierung des elektrischen Kabels mit Hilfe der Winkelsegmente, die jeweils einen gleichen Radius und eine gleiche Bogenlänge aufweisen, ergibt jedoch eine hohe Haltekraft, ermöglicht eine einfache Herstellung und weist, wie bereits ausgeführt, ausgezeichnete Hochfrequenz-Übertragungseigenschaften auf. Vorzugsweise sind genau drei entlang des Umfangs verteilte Winkelsegmente mit einem gleichem, vorzugsweise konstanten Radius und einer gleichen Bogenlänge vorgesehen, zwischen denen jeweils (Ausgleichs-)Winkelsegmente ausgebildet sind.

**[0137]** Die Winkelsegmente sind vorzugsweise identisch ausgebildet und weisen einen identischen, konstanten Radius und eine gleiche Bogenlänge auf. Es ist jedoch auch möglich, dass die Winkelsegmente nur einen

jeweils gleichen, konstanten Radius oder jeweils eine gleiche Bogenlänge aufweisen.

**[0138]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann ferner vorgesehen sein, dass die Winkelsegmente einen identischen, jedoch nicht konstanten Radius aufweisen. Beispielsweise können die Winkelsegmente entlang ihrer Bogenlänge bzw. des von diesen eingenommenen Umfangs einen Verlauf aufweisen, der keinem konstanten Radius entspricht. Beispielsweise kann ein elliptischer Verlauf oder ein anderer Verlauf vorgesehen sein.

**[0139]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Winkelsegmente entlang des Umfangs bzw. entlang des Bogens unterschiedliche Verläufe aufweisen, das heißt, dass beispielsweise ein Teil der Winkelsegmente einen konstanten Radius und ein anderer Teil einen variablen Radius aufweist. Es ist bei dieser Ausgestaltung besonders von Vorteil, wenn die verschiedenen Winkelsegmente symmetrisch angeordnet sind, beispielsweise derart, dass die Winkelsegmente mit abweichenden Verläufen jeweils alternierend angeordnet sind. Vorgesehen sein kann auch, dass die Winkelsegmente paarweise angeordnet sind derart, dass sich immer zwei identische Winkelsegmente spiegelbildlich gegenüber liegen.

**[0140]** Analog können die Winkelsegmente auch unterschiedliche Bogenlängen aufweisen, wobei die Winkelsegmente vorzugsweise wiederum symmetrisch angeordnet sind, beispielsweise derart, dass Winkelsegmente mit abweichenden Bogenlängen alternierend angeordnet sind und/oder dass Winkelsegmente mit identischen Bogenlängen paarweise angeordnet sind und spiegelbildlich um die Längsachse des Verbindungselements angeordnet sind.

**[0141]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses derart umgeformt ist, dass der Querschnitt des Außengehäuses in dem umgeformten Abschnitt einer Gleichdicke, vorzugsweise einem Reuleaux-Dreieck, entspricht.

**[0142]** Bei einer "Gleichdicke" handelt es sich um eine Kurve mit konstanter Breite, deren geschlossene Linie in jeder Lage innerhalb eines entsprechenden Quadrats stets alle vier Seiten berührt.

**[0143]** Hierdurch entsteht eine spezifische Geometrie des Außengehäuses, die eine hohe mechanische Haltekraft sicherstellt bei dennoch ausreichender Koaxialität zur Sicherstellung einer guten Signalübertragung - insbesondere für die Hochfrequenztechnik.

**[0144]** Eine Gleichdicke-Geometrie kann besonders gute elektrische Eigenschaften hervorrufen, da hierdurch Bereiche mit genauem Abstand zum Innenleiter für eine geeignete elektrische Anpassung sorgen können. In den Eckbereichen kann die Volumenschwankung des Isolierteils bzw. des Dielektrikums und die Durchmesser-schwankung des Außengehäuses ausgeglichen werden, ohne die elektrische Anpassung unzulässig zu verfälschen.

**[0145]** Grundsätzlich kann auch eine Gleichdicke mit

einer höheren Anzahl von Seitenflächen als bei einem Reuleaux-Dreieck vorgesehen sein. Beispielsweise kann eine Gleichdicke mit vier, fünf, sechs, sieben, acht oder noch mehr Seitenflächen vorgesehen sein.

**[0146]** Es kann aber auch eine Gleichdicke mit nur zwei Seitenflächen vorgesehen sein, ähnlich einer Ellipse. Diese Geometrie ist jedoch in der Regel nicht bevorzugt.

**[0147]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Außengehäuse durch Prägen bzw. Pressen oder Walzen umgeformt ist.

**[0148]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verbindungselements kann insbesondere vorgesehen sein, dass, wenn das Außengehäuse in dem oder den Abschnitten jeweils an drei gleichmäßig äquidistanten Winkelabständen entlang des Umfangs verteilten Umfangsabschnitten radial derart eingepreßt oder gewalzt ist, drei auf Abstand zueinander angeordnete Umfangsabschnitte mit einem gleichen, vorzugsweise konstanten Radius und gleicher Bogenlänge ausgebildet sind.

**[0149]** Durch eine derartige Ausgestaltung ergibt sich eine hohe Haltekraft bei gleichzeitig ausgezeichneten Hochfrequenz-Übertragungseigenschaften.

**[0150]** Vorzugsweise werden drei Prägebacken bzw. Prägestempel verwendet, die in einem entsprechenden Präge- bzw. Pressvorgang die ursprünglich runde Querschnittsgeometrie des Außengehäuses in die Gleichdicke-Querschnittsgeometrie, insbesondere das Reuleaux-Dreieck, überführen.

**[0151]** Grundsätzlich kann ein Verbindungselement mit einer Querschnittsgeometrie vorgesehen sein, die in zumindest drei Winkelsegmenten eine Koaxialität, d. h. Winkelsegmente mit konstantem Radius, aufweist. In diesen Bereichen kann das Verbindungselement ausgezeichnete Übertragungseigenschaften für die Hochfrequenztechnik aufweisen. Die geringfügig verschlechterte Koaxialität in den übrigen Segmenten verschlechtert die elektrische Performanz des gesamten Verbindungselements dann lediglich vernachlässigbar.

**[0152]** Der Gesamtdurchmesser des Verbindungselements im entlang der Längsachse des Verbindungselements umgeformten Abschnitt kann beispielsweise 2 bis 8 mm betragen, vorzugsweise 2,5 bis 4 mm, besonders bevorzugt etwa 3 mm. Der Durchmesser des elektrischen Kabels kann beispielsweise 1 bis 7 mm, vorzugsweise 1,5 bis 2,5 mm, besonders bevorzugt etwa 1,8 mm, betragen. Der Durchmesser des Innenleiters kann beispielsweise 0,5 mm bis 1 mm, vorzugsweise etwa 0,7 mm betragen. Die Länge des Verbindungselements kann beispielsweise 7 bis 60 mm betragen, vorzugsweise 7 bis 20 mm, besonders bevorzugt etwa 10 mm. Grundsätzlich kann der Fachmann die Maße des Verbindungselements aber beliebig gestalten, insbesondere im Hinblick auf die jeweilige Anwendung und den Abstand der zu verbindenden Leiterplatten oder elektrischen Baugruppen.

**[0153]** Die Erfindung betrifft ferner eine Baugruppenverbindung zur Verbindung einer ersten elektrischen

Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe, aufweisend ein Verbindungselement mit einem an einem ersten Ende angeordneten, ersten Steckverbinder und einem an einem zweiten Ende angeordneten, zweiten elektrischen Steckverbinder. Die Baugruppenverbindung weist ferner einen ersten Gegensteckverbinder und einen zweiten Gegensteckverbinder auf, wobei die Gegensteckverbinder zur Verbindung mit den Steckverbindern des Verbindungselements und zur Verbindung mit jeweils einer elektrischen Baugruppe ausgebildet sind.

**[0154]** Es können zur Verbindung der ersten elektrischen Baugruppe mit der zweiten elektrischen Baugruppe auch mehrere Baugruppenverbindungen vorgesehen sein.

**[0155]** Im Rahmen der erfindungsgemäßen Baugruppenverbindung ist vorgesehen, dass der erste Gegensteckverbinder Kontaktfedern und der erste Steckverbinder ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse mit einem ersten, zumindest teiltringförmig umlaufenden Kontaktbereich aufweist. Die Kontaktfedern wirken über den ersten Kontaktbereich auf das Außengehäuse ein, um eine elektrische Kontaktierung und eine mechanische Verbindung zwischen dem ersten Steckverbinder und dem ersten Gegensteckverbinder herzustellen.

**[0156]** Hinsichtlich der erfindungsgemäßen Baugruppenverbindung ist vorgesehen, dass die Kontaktfedern derart auf den ersten Kontaktbereich einwirken, dass das Außengehäuse mit einer entlang einer Längsachse des ersten Gegensteckverbinders wirkenden Axialkraft beaufschlagt ist, die das Außengehäuse gegen einen axialen Endanschlag des ersten Gegensteckverbinders drückt. Alternativ oder zusätzlich ist vorgesehen, dass die Kontaktfedern derart gestaltet sind, dass diese auf den ersten Kontaktbereich und auf einen zweiten, zumindest teiltringförmig umlaufenden Kontaktbereich des Außengehäuses, der zu dem ersten Kontaktbereich entlang einer Längsachse des Verbindungselements axial versetzt ist, jeweils eine orthogonal zu der Längsachse des ersten Gegensteckverbinders wirkende Radialkraft auf das Außengehäuse aufbringen.

**[0157]** Hinsichtlich der erfindungsgemäßen Baugruppenverbindung kann insbesondere vorgesehen sein, dass sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs in Richtung auf das erste Ende des Verbindungselements erweitert und/oder dass die Kontaktfedern derart gestaltet sind, dass diese über den zweiten Kontaktbereich auf das Außengehäuse einwirken.

**[0158]** Erfindungsgemäß kann eine Selbstzentrierung des Verbindungselements erfolgen, indem auf das Verbindungselement in seinem Kontaktierungsbereich mit dem ersten Gegensteckverbinder eine axiale und gleichzeitig eine radiale Kraftkomponente einwirkt.

**[0159]** In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der zweite Steckverbinder abweichend von dem ersten Steckverbinder ausgebildet ist, vorzugsweise einen ersten, zumindest teiltringförmig umlaufenden Kontaktbereich aufweist, der entlang der Längsachse des Verbindungselements zylindrisch verläuft.

**[0160]** Die Erfindung betrifft auch eine Leiterplattenanordnung, aufweisend wenigstens eine erste Leiterplatte und eine zweite Leiterplatte, wobei die Leiterplatten in unterschiedlichen Ebenen parallel zueinander verlaufend angeordnet sind.

**[0161]** Insbesondere verlaufen die mit elektrischen Bauteilen bestückbaren Oberflächen der Leiterplatten zueinander parallel.

**[0162]** Die Leiterplattenanordnung kann eine beliebige Anzahl Leiterplatten umfassen, mindestens jedoch zwei. Auch wenn die Erfindung nachfolgend zur Veranschaulichung im Wesentlichen zur Verbindung von zwei elektrischen Leiterplatten beschrieben ist, kann die Leiterplattenanordnung beispielsweise aber auch drei Leiterplatten, vier Leiterplatten, fünf Leiterplatten oder noch mehr Leiterplatten umfassen.

**[0163]** Vorzugsweise sind die miteinander zu verbindenden Leiterplatten in unterschiedlichen Ebenen parallel zueinander angeordnet. Insbesondere eine toleranzbedingte Abweichung von der parallelen Anordnung, beispielsweise von bis zu 10°, vorzugsweise von bis zu 5° und besonders bevorzugt von bis zu 4°, ist vorliegend als von dem Begriff "parallel" umfasst zu verstehen.

**[0164]** Die Leiterplatten können direkt aneinander anliegen oder vorzugsweise voneinander beabstandet sein, insbesondere einen Spalt zwischeneinander aufweisen.

**[0165]** Hinsichtlich der Leiterplattenanordnung ist vorgesehen, dass zwischen den Leiterplatten wenigstens ein Verbindungselement angeordnet ist, um die Leiterplatten elektrisch miteinander zu verbinden, wobei das Verbindungselement ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse aufweist. Ferner weist zumindest eine der Leiterplatten einen ersten elektrischen Gegensteckverbinder mit Kontaktfedern auf, wobei die Kontaktfedern über einen ersten, zumindest teiltringförmig umlaufenden Kontaktbereich eines an einem ersten Ende des Verbindungselements angeordneten, ersten elektrischen Steckverbinders auf das Außengehäuse einwirken, um eine elektrische Kontaktierung und eine mechanische Verbindung zwischen dem ersten Steckverbinder und dem ersten Gegensteckverbinder herzustellen.

**[0166]** Hinsichtlich der erfindungsgemäßen Leiterplattenanordnung ist außerdem vorgesehen, dass die Kontaktfedern derart auf den ersten Kontaktbereich einwirken, dass das Außengehäuse mit einer entlang einer Längsachse des ersten Gegensteckverbinders wirkenden Axialkraft beaufschlagt ist, die das Außengehäuse gegen einen axialen Endanschlag des ersten Gegensteckverbinders drückt. Alternativ oder zusätzlich ist vorgesehen, dass die Kontaktfedern derart gestaltet sind, dass diese auf den ersten Kontaktbereich und auf einen zweiten, zumindest teiltringförmig umlaufenden Kontaktbereich des Außengehäuses, der zu dem ersten Kontaktbereich entlang einer Längsachse des Verbindungselements axial versetzt ist, jeweils eine orthogonal zu der Längsachse des ersten Gegensteckverbinders wirkende Radialkraft auf das Außengehäuse aufbringen.

**[0167]** Hinsichtlich der erfindungsgemäßen Leiterplattenanordnung kann insbesondere vorgesehen sein, dass sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs in Richtung auf das erste Ende des Verbindungselements erweitert und/oder dass die Kontaktfedern derart gestaltet sind, dass diese über den zweiten Kontaktbereich auf das Außengehäuse einwirken.

**[0168]** Durch die Ausgestaltung des sich in Richtung auf das erste Ende des Verbindungselements verbreiternden ersten Kontaktbereichs kann die von den einzelnen Kontaktfedern normal (senkrecht auf den ersten Kontaktbereich des Verbindungsbereichs) wirkende Kontaktkraft im Gegensatz zum Stand der Technik eine radiale und gleichzeitig eine axiale Kraftkomponente aufweisen. Die axiale Komponente der Kontaktkraft kann eine zu der ersten elektrischen Baugruppe senkrechte Orientierung des Verbindungselements und damit eine Selbstzentrierung des Verbindungselements in dem ersten Gegensteckverbinder ermöglichen.

**[0169]** Das Verbindungselement (ohne Gegensteckverbinder) kann auch als Adapterteil bzw. "Bullet" bezeichnet werden und wird mit seinen jeweiligen Enden an der jeweiligen Leiterplatte angebunden bzw. in einen entsprechenden Gegensteckverbinder der Leiterplatte oder unmittelbar in die Leiterplatte gesteckt.

**[0170]** Bei der Leiterplattenanordnung kann zur Verbindung der Leiterplatten wenigstens ein Verbindungselement vorgesehen sein, grundsätzlich kann allerdings eine beliebige Anzahl Verbindungselemente vorgesehen sein, beispielsweise zwei Verbindungselemente, drei Verbindungselemente, vier Verbindungselemente, fünf Verbindungselemente, zehn Verbindungselemente, fünfzig Verbindungselemente, einhundert Verbindungselemente oder noch mehr Verbindungselemente. Grundsätzlich vermag der Fachmann die Anzahl verwendeter Verbindungselemente in Abhängigkeit der Anzahl zu übertragender elektrischer Signale, beispielsweise der Anzahl notwendiger Kanäle, festzulegen.

**[0171]** Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Verbindungselements zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe mit einer zweiten elektrischen Baugruppe, wonach ein elektrisches Kabel, aufweisend wenigstens einen Innenleiter und ein den wenigstens einen Innenleiter umhüllendes Dielektrikum entlang einer Längsachse in ein starres, rohrförmiges Außengehäuse eingeschoben wird. Das Außengehäuse wird aus einem elektrisch leitfähigen Material hergestellt, wobei wenigstens ein Abschnitt des Außengehäuses entlang der Längsachse nach dem Einschieben des elektrischen Kabels derart umgeformt wird, dass das elektrische Kabel in dem Außengehäuse fixiert ist.

**[0172]** Es kann somit ein Umform- und ein Fügeverfahren zum Aufbau eines Verbindungselements für eine Leiterplattenanordnung vorgesehen sein.

**[0173]** Vorzugsweise wird der Innendurchmesser des Außengehäuses größer ausgelegt als der Außendurchmesser des elektrischen Kabels. Hierdurch kann ein besonders leichtes Fügen bzw. Einbringen des elektrischen

Kabels in das Außengehäuse ermöglicht werden (Spielpassung). Beispielsweise kann der Außendurchmesser des Tiefziehteils 0,1% bis 0,5% größer sein als der Außendurchmesser des elektrischen Kabels, beispielsweise auch bis zu 1%, 2%, 3%, 5% oder noch größer sein als der Außendurchmesser des elektrischen Kabels.

**[0174]** Bei der Montage eines Verbindungselements kann ein Kabelrohling bzw. ein elektrisches Kabel mit einem vorzugsweise gezogenen Rohr gefügt werden. Vorzugsweise kann der Fügeprozess unter Spielpassung erfolgen, wonach das Rohr bzw. das Außengehäuse anschließend radial gestaucht wird. Der durch das Umformen resultierende Querschnitt kann dabei insbesondere derart ausgebildet sein, dass sowohl die mechanischen als auch die elektrischen Eigenschaften des Verbindungselements optimiert werden. Hierzu können beispielsweise vorab Hochfrequenzsimulationen verwendet werden.

**[0175]** Durch die Optimierung der elektrischen Eigenschaften des Verbindungselements bei gleichzeitig hoher mechanischer Haltekraft des elektrischen Kabels in dem Außengehäuse kann erfindungsgemäß ein Verbindungselement mit besonders schneller und störungsfreier Datenübertragung bereitgestellt werden. Ferner kann der Aufbau des Verbindungselements kostengünstig und somit für eine Massenproduktion geeignet sein.

**[0176]** Insbesondere da eine Fixierung des elektrischen Kabels in dem Außengehäuse durch dessen Umformung erfolgt, können am Isolierteil bzw. am Dielektrikum auch keine Späne, Abschabungen oder sonstige abrasive Beschädigungen während der Herstellung des Verbindungselements auftreten.

**[0177]** Vorzugsweise wird das elektrische Kabel aus genau einem Innenleiter, insbesondere einem metallischen Innenleiter, hergestellt, der anschließend mit einem nichtleitenden Material bzw. einem Dielektrikum umspritzt wird. Grundsätzlich kann das elektrische Kabel auch noch weitere Innenleiter aufweisen. Vorzugsweise wird ein konzentrisches Kabel verwendet.

**[0178]** In einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das Außengehäuse aus einem metallischen Rohling tiefgezogen, fließgepresst oder gedreht wird.

**[0179]** Insbesondere ein Tiefziehen des Außengehäuses hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, da das Außengehäuse in diesem Fall vergleichsweise kostengünstig herstellbar ist und es aufgrund der erfindungsgemäßen Umformung zur Fixierung des elektrischen Kabels auf die durch das Tiefziehen ggf. resultierenden großen Toleranzen bzw. Sollmaßabweichungen nicht sonderlich ankommt.

**[0180]** In einer Ausgestaltung kann ferner vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses durch Prägen und/oder Walzen umgeformt wird. Grundsätzlich kann allerdings ein beliebiges Umformverfahren bzw. eine beliebige Umformtechnik vorgesehen sein, beispielsweise auch Biegen. Besonders eignet sich jedoch eine Präge- oder Walztechnik. Durch die nachträgliche Umformung des Außengehäuses kann das

elektrische Kabel auch mit größeren Durchmessertoleranzen gefügt werden, wobei dennoch eine gute mechanische Festhaltung sowie eine optimale elektrische Auslegung erfolgen kann. Ein Umformen des Außengehäuses ist im Rahmen der Erfindung allerdings nicht unbedingt erforderlich.

**[0181]** Es kann ein axialer Walzprozess, d. h. ein Walzen entlang der Längsachse des Außengehäuses, vorgesehen sein.

**[0182]** Es kann aber auch ein radialer Walzprozess vorgesehen sein, bei dem radial oder tangential entlang dem Außenumfang des Außengehäuses gewalzt wird.

**[0183]** Grundsätzlich kann vorgesehen sein, den Abschnitt des Außengehäuses durch Längswalzen, Reckwalzen, Querwalzen, Ringwalzen und/oder Schrägwalzen umzuformen.

**[0184]** In einer Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses durch Prägen unter Verwendung von zwei oder mehr Prägebacken, vorzugsweise drei oder mehr Prägebacken, umgeformt wird. Vorzugsweise erfolgt die Umformung derart, dass der Querschnitt des umgeformten Abschnitts einer Gleichdicke, vorzugsweise einem Reuleaux-Dreieck, entspricht.

**[0185]** Vorzugsweise entspricht die Anzahl der Prägebacken der Anzahl Seitenflächen der Gleichdicke; beispielsweise sind also drei Prägebacken zur Umformung des Querschnitts in ein Reuleaux-Dreieck vorgesehen.

**[0186]** Der Querschnitt des Außengehäuses kann sowohl Bereiche aufweisen, die durch die geschlossenen Prägestempel bzw. Prägebacken sehr genau definiert werden und in denen die mechanischen und elektrischen Eigenschaften dominieren, als auch Bereiche, die die Bauteiltoleranzen und das Passungsspiel ausgleichen.

**[0187]** Anstelle von Prägebacken bzw. Prägestempeln können auch sonstige geeignet ausgelegte Press- oder Prägwerkzeuge verwendet werden.

**[0188]** In einer Ausgestaltung kann insbesondere vorgesehen sein, dass die wenigstens zwei Prägebacken jeweils einen mittleren, eine Prägefläche ausbildenden Bereich aufweisen, deren Verlauf dem Verlauf des Umfangs des Querschnitts des Außengehäuses nach dem Prägen entspricht, und wobei der Verlauf der Prägebacken in den Außenbereichen um den mittleren Bereich herum jeweils nach außen zurückversetzt ist, um durch das Prägen verdrängtes Material des Außengehäuses während des Prägens aufzunehmen.

**[0189]** Ein hinsichtlich des mittleren Bereichs des Querschnitts der Prägebacken zurückversetzter Bereich eignet sich insbesondere, um toleranzbedingt verdrängtes Material des Außengehäuses aufzunehmen.

**[0190]** Der Prägestempel bzw. jede Prägebacke kann in dem mittleren Bereich somit eine Krümmung aufweisen, wobei die Krümmung der Krümmung im jeweils anliegenden Bereich des Außengehäuses am Ende des Prägevorgangs entspricht.

**[0191]** In einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das Außengehäuse in dem oder den Abschnitten

jeweils an drei gleichmäßig entlang des Umfangs verteilten Umfangsabschnitten radial derart eingeprägt oder gewalzt wird, dass die drei auf Abstand zueinander angeordneten Umfangsabschnitte mit einem gleichen, vorzugsweise konstanten Radius und gleichen Bogenlängen ausgebildet werden, wobei zwischen jeweils zwei Umfangsabschnitten ein Ausgleichsabschnitt ausgebildet wird, welcher von den eingepägten oder gewalzten Umfangsabschnitten verdrängtes Material aufnimmt.

**[0192]** Der Ausgleichsabschnitt, vorstehend auch bereits als (Ausgleichs-)Umfangsabschnitt bezeichnet, ermöglicht es, dass bei dem Präge- oder Walzvorgang verdrängtes Material ausweichen kann. Die Prägebacken bzw. Prägestempel können entsprechend gestaltet sein.

**[0193]** Es kann vorgesehen sein, dass alle Prägebacken in ihrem mittigen Bereich die gleiche Krümmung aufweisen, so dass Winkelsegmente mit einem gleichen, vorzugsweise konstanten Radius und einer gleichen Bogenlänge ausgebildet werden. Der Radius muss nicht zwingend konstant sein. Hier sind auch andere Krümmungen möglich, beispielsweise kann ein elliptischer Verlauf vorgesehen sein. Ein konstanter Radius ist jedoch zu bevorzugen, um besonders gute elektrische Übertragungseigenschaften zu erreichen.

**[0194]** Die Prägebacken können gegebenenfalls auch derart ausgebildet sein, dass die Bogenlänge der Winkelsegmente nicht gleich lang ist. Vorzugsweise sind die Prägebacken zumindest derart angeordnet, dass diese das Außengehäuse symmetrisch prägen bzw. einpressen, so dass die Querschnittsfläche des Außengehäuses im geprägten bzw. gepressten Bereich eine symmetrische Form aufweist.

**[0195]** Vorzugsweise eignet sich das erfindungsgemäße Verbindungselement zur Übertragung hochfrequenter Signale. Grundsätzlich kann das Verbindungselement allerdings auch zur Übertragung niederfrequenter Signale oder zur Übertragung elektrischer Versorgungssignale verwendet werden.

**[0196]** Merkmale, die bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen elektrischen Steckverbindung beschrieben wurden, sind selbstverständlich auch für den Gegensteckverbinder, das Verbindungselement, die Baugruppenverbindung und die Leiterplattenanordnung vorteilhaft umsetzbar - und umgekehrt. Ferner können Vorteile, die bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen elektrischen Steckverbindung genannt wurden, auch auf den Gegensteckverbinder, das Verbindungselement, die Baugruppenverbindung und die Leiterplattenanordnung bezogen verstanden werden - und umgekehrt.

**[0197]** 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 Einzelzahl von Schritten oder Merkmalen hinweisen, keine Mehrzahl von Schritten oder Merkmalen aus - und umgekehrt.

**[0198]** Die weiteren Ansprüche und die in der gesam-

ten Beschreibung genannten Merkmale betreffen vorteilhafte Ausführungsformen und Varianten der oben genannten, unabhängigen Erfindungen.

**[0199]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

**[0200]** 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.

**[0201]** In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0202]** Es zeigen schematisch:

Figur 1 eine Leiterplattenanordnung, aufweisend eine erste Leiterplatte und eine zweite Leiterplatte sowie ein zwischen den Leiterplatten angeordnetes Verbindungselement in einer Schnittdarstellung;

Figur 2 das Außengehäuse des Verbindungselement der Figur 1 in isometrischer Darstellung;

Figur 3 den Querschnitt des Verbindungselements der Figur 1 entlang der in Figur 1 dargestellten Schnittebene III vor dem Umformen durch drei Prägebacken;

Figur 4 den Querschnitt des Verbindungselements der Figur 1 entlang der in Figur 1 dargestellten Schnittebene III nach dem Umformen mit den drei Prägebacken;

Figur 5 eine isometrische Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen elektrischen Steckverbindung, aufweisend einen ersten elektrischen Steckverbinder und einen ersten elektrischen Gegensteckverbinder;

Figur 6 eine Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen elektrischen Steckverbindung der Figur 5 in einem Zustand vor dem Einführen des ersten Steckverbinders in den ersten Gegensteckverbinder;

Figur 7 die elektrische Steckverbindung der Figur 6 nach dem Einführen des ersten Steckverbinders in den ersten Gegensteckverbinder und vor einer erfindungsgemäßen Selbstzentrierung;

Figur 8 die elektrische Steckverbindung der Figur 7

nach einer erfindungsgemäßen Selbstzentrierung;

Figur 9 eine vergrößerte Schnittdarstellung des Kontaktbereichs der elektrischen Steckverbindung der Figur 5 zur Darstellung der Vorspannung der Kontaktfedern;

Figur 10 eine vergrößerte Schnittdarstellung des Kontaktbereichs einer elektrischen Steckverbindung gemäß einer beispielhaften Ausgestaltung mit Kontaktfedern mit hoher Federelastizität;

Figur 11 eine Baugruppenverbindung gemäß dem Stand der Technik in einem Zustand nach dem Einstecken des ersten Steckverbinders in den ersten Gegensteckverbinder in einer Seitenansicht;

Figur 12 eine erfindungsgemäße Baugruppenverbindung in einem Zustand nach dem Einstecken des ersten Steckverbinders in den ersten Gegensteckverbinder in einer Seitenansicht;

Figur 13 die erfindungsgemäße Baugruppenverbindung der Figur 12 in einem vollständig gesteckten Zustand; und

Figur 14 eine alternative Ausführungsform des ersten Steckverbinders mit einem ersten Kontaktbereich und einem zweiten Kontaktbereich.

**[0203]** In Figur 1 ist in einer Schnittdarstellung eine Leiterplattenanordnung 1 dargestellt. Die Leiterplattenanordnung 1 weist eine erste Leiterplatte 2 und eine zweite Leiterplatte 3 auf, die in unterschiedlichen Ebenen parallel zueinander verlaufend angeordnet sind. Im Rahmen der Erfindung können grundsätzlich aber auch noch weitere Leiterplatten vorgesehen sein.

**[0204]** Zwischen den Leiterplatten 2, 3 ist ein Verbindungselement 4 angeordnet, um die Leiterplatten 2, 3 elektrisch miteinander zu verbinden. In Figur 1 ist aus Gründen der Übersicht ein noch nicht zusammengesteckter Zustand des Verbindungselements 4 mit den Leiterplatten 2, 3 dargestellt.

**[0205]** Alle in den Zeichnungen dargestellten Größenverhältnisse sind nur beispielhaft zu verstehen, insbesondere die Größenverhältnisse zwischen den Leiterplatten 2, 3, dem Verbindungselement 4 und den nachfolgend noch beschriebenen Gegensteckverbindern 10.1, 10.2, 10.2' untereinander.

**[0206]** Grundsätzlich kann eine beliebige Anzahl an Verbindungselementen 4 zur elektrischen und mechanischen Verbindung der Leiterplatten 2, 3 vorgesehen sein. Das Verbindungselement 4 kann insbesondere eine elektrische Schaltung 2.1 der ersten Leiterplatte 2 mit

einer elektrischen Schaltung 3.1 der zweiten Leiterplatte 3.2 verbinden, insbesondere zur Übertragung von hochbitratigen Signalen zwischen den elektrischen Schaltungen 2.1, 3.1.

**[0207]** Grundsätzlich eignen sich das Verbindungselement 4 und die erfindungsgemäße Baugruppenverbindung 22 zur mechanischen und elektrischen Verbindung zwischen beliebigen elektrischen Baugruppen, insbesondere einer ersten elektrischen Baugruppe und einer zweiten elektrischen Baugruppe. Zur Veranschaulichung ist im Ausführungsbeispiel allerdings nur die Anwendung des Verbindungselements 4 bezogen auf die Verbindung zweier Leiterplatten 2, 3 beschrieben; d. h. eine konkrete Ausführungsvariante, bei der die erste elektrische Baugruppe als erste Leiterplatte 3 und die zweite elektrische Baugruppe als zweite Leiterplatte 4 ausgebildet ist. Dies ist jedoch nicht einschränkend für die Erfindung zu verstehen.

**[0208]** Das Verbindungselement 4 umfasst ein vorzugsweise starres, rohrförmiges Außengehäuse 5 aus einem elektrisch leitfähigen Material. In dem Außengehäuse 5 kann einer oder können mehrere Innenleiter 7 geführt werden. Ferner kann ein Dielektrikum 8 oder können mehrere Dielektrika vorgesehen sein. Rein beispielhaft ist in dem Ausführungsbeispiel ein in dem Außengehäuse 5 entlang einer Längsachse L des Außengehäuses 5 bzw. des Verbindungselements 4 geführtes elektrisches Kabel 6 vorgesehen.

**[0209]** Das elektrisch leitfähige Material des Außengehäuses 5 kann vorzugsweise nichtmagnetisch sein, insbesondere aus einem nichtmagnetischen Material bestehen. Vorzugsweise wird Messing verwendet.

**[0210]** Das elektrische Kabel 6 weist wenigstens einen Innenleiter 7, im Ausführungsbeispiel genau einen Innenleiter 7, und ein den Innenleiter 7 umhüllendes Dielektrikum 8 auf. Bei dem in den Ausführungsbeispielen dargestellten elektrischen Kabel 6 handelt es sich um ein konzentrisch ausgebildetes elektrisches Kabel 6, das aus genau einem Innenleiter 7 und einem einen Kabelmantel ausbildenden Dielektrikum 8 besteht. Grundsätzlich kann aber auch vorgesehen sein, dass das elektrische Kabel 6 mehrere Innenleiter 7, beispielsweise wenigstens ein Innenleiterpaar, aufweist, das vorzugsweise zur differenziellen Signalübertragung vorgesehen ist.

**[0211]** Das Außengehäuse 5 des Verbindungselements 4 dient als Außenleiter des Verbindungselements 4. Das Verbindungselement 4 weist an jedem seiner Enden 4.1, 4.2 einen Steckverbinder 9.1, 9.2 zur Verbindung mit einem jeweiligen Gegensteckverbinder 10.1, 10.2 der jeweiligen Leiterplatte 2, 3 auf. Dadurch wird auch der Innenleiter 7 mit dem jeweiligen Gegensteckverbinder 10.1, 10.2 verbunden. Die Steckverbinder 9.1, 9.2 des Verbindungselements 4 sind, wie im Ausführungsbeispiel dargestellt, vorzugsweise rund ausgebildet.

**[0212]** Im Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Steckverbinder 9.1, 9.2 dadurch ausgebildet werden, dass das Außengehäuse 5 an dessen Enden aufgeweitet

ist bzw. einen vergrößerten Durchmesser aufweist.

**[0213]** Zumindest einer der Steckverbinder 9.1, 9.2 kann allerdings auch entfallen. Das Verbindungselement 4 kann dann ggf. auch unmittelbar in die Leiterplatten 2, 3 eingesteckt oder unter Verwendung einer beliebigen, geeigneten Verbindungstechnik, z. B. Löten oder Crimpen, mit den Leiterplatten 2, 3 verbunden sein.

**[0214]** Es kann im Rahmen der Herstellung des Verbindungselements 4 vorgesehen sein, dass wenigstens ein Abschnitt A, im Ausführungsbeispiel genau ein Abschnitt A, des Außengehäuses 5 entlang der Längsachse L derart umgeformt ist, dass das elektrische Kabel 6 in dem Außengehäuse 5 fixiert ist. Der Abschnitt A kann sich dabei zumindest entlang 50% der Gesamtlänge des Außengehäuses 5 erstrecken, vorzugsweise jedoch entlang 75% der Gesamtlänge des Außengehäuses 5, besonders bevorzugt zumindest entlang 90% der Gesamtlänge des Außengehäuses 5 und ganz besonders bevorzugt vollständig zwischen den Steckverbindern 9.1, 9.2 des Außengehäuses 5 erstrecken, wie im Ausführungsbeispiel vorgesehen. Insbesondere wenn einer der Steckverbinder 9.1, 9.2 entfällt, kann sich der Abschnitt A auch vollständig über die Gesamtlänge des Verbindungselements 4 erstrecken.

**[0215]** Grundsätzlich kann allerdings auch ein Umformen eines oder mehrerer Abschnitte des Außengehäuses 5 in der Art von Kerben vorgesehen sein, um das elektrische Kabel 6 in dem Außengehäuse 5 zu fixieren. Dies ist im Hinblick auf die dann verschlechterten elektrischen Eigenschaften jedoch nicht bevorzugt. Ein Umformen des Außengehäuses 5 ist im Rahmen der Erfindung allerdings grundsätzlich nicht erforderlich.

**[0216]** Zur weiteren Verdeutlichung zeigt Figur 2 eine isometrische Darstellung des Außengehäuses 5 des Verbindungselements 4 mit einer grafischen Hervorhebung des Querschnitts Q des umgeformten Abschnitts A des Außengehäuses 5. Der nach dem umformen resultierende Querschnitt Q ist ferner in Figur 4 dargestellt.

**[0217]** Es kann ein rohrförmiges Außengehäuse 5 aus einem runden, metallischen Rohling vorgesehen sein, wobei das Außengehäuse 5 vorzugsweise aus dem metallischen Rohling tiefgezogen, fließgepresst oder gedreht wird. Vorzugsweise wird der wenigstens eine Abschnitt A des Außengehäuses 5 anschließend derart umgeformt, dass der Querschnitt Q des Außengehäuses 5 in dem umgeformten Abschnitt A nicht mehr rund ist bzw. der Umfang nicht mehr kreisförmig verläuft (vgl. Figur 2 und Figur 4). Vorzugsweise ist der wenigstens eine Abschnitt des Außengehäuses 5 derart umgeformt, dass der Querschnitt Q des Außengehäuses 5 in dem umgeformten Abschnitt A einer Gleichdicke folgt, im Ausführungsbeispiel einem Reuleaux-Dreieck.

**[0218]** Hinsichtlich eines vorteilhaften Herstellungsverfahrens des Verbindungselements 4 kann vorgesehen sein, dass das elektrische Kabel 6, das den wenigstens einen Innenleiter 7 und das Dielektrikum 8 aufweist, entlang der Längsachse L in das Außengehäuse 5 eingeschoben wird, vorzugsweise mit ausreichendem

Pressspiel, wonach der wenigstens eine Abschnitt A des Außengehäuses 5 entlang der Längsachse L derart umgeformt wird, dass das elektrische Kabel 6 in dem Außengehäuse 5 fixiert ist.

**[0219]** Das Umformen des Abschnitts A des Außengehäuses 5 kann dabei beispielsweise durch Prägen und/oder Walzen (axial oder radial) erfolgen. Vorzugsweise erfolgt die Umformung durch Prägen. Die Figuren 3 und 4 zeigen zur weiteren Verdeutlichung den Querschnitt Q des Verbindungselements 4 vor dem Prägevorgang (Figur 3) und nach dem Prägevorgang (Figur 4).

**[0220]** Wie aus Figur 3 ersichtlich ist, ist der Außendurchmesser des elektrischen Kabels 6 für ein leichtes Einführen in das Außengehäuse 5 kleiner ausgebildet als der Innendurchmesser des Außengehäuses 5. Entsprechend ist ein Spiel zwischen dem Außengehäuse 5 und dem elektrischen Kabel 6 vorhanden.

**[0221]** Zur Fixierung des elektrischen Kabels 6 mittels eines vorteilhaften Prägevorgangs können zwei oder mehr Prägebacken 11 vorgesehen sein. Vorzugsweise sind drei Prägebacken 11 vorgesehen, wie im Ausführungsbeispiel dargestellt, insbesondere um den Abschnitt A derart umzuformen, dass der Querschnitt Q nach dem Umformen einer Gleichdicke, beispielsweise einem Reuleaux-Dreieck, folgt.

**[0222]** Die Prägefläche 12 der Prägebacken 11 kann dabei im Querschnitt in einem mittleren Bereich  $B_M$  (vgl. Figur 4) dem Verlauf des Querschnitts Q des Außengehäuses 5 nach dem Prägen entsprechen. Zur Aufnahme von durch das Prägen verdrängtem Material des Außengehäuses 5 können die Außenbereiche  $B_A$  (vgl. Figur 4) um den mittleren Bereich  $B_M$  herum jeweils zurückversetzt sein.

**[0223]** Wie sich insbesondere der Figur 4 entnehmen lässt, ist im Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass das Außengehäuse 5 an drei gleichmäßig entlang des Umfangs verteilten Umfangsabschnitten radial derart eingepresst bzw. eingeprägt oder gewalzt wird, dass die drei auf Abstand zueinander angeordneten Umfangsabschnitte mit einem gleichen und konstanten Radius und gleichen Bogenlängen ausgebildet werden. Es handelt sich hierbei um die Umfangsabschnitte des Außengehäuses 5, die durch den mittleren Bereich  $B_M$  gebildet werden. Zwischen jeweils zwei dieser Umfangsabschnitte befindet sich ein Ausgleichsabschnitt, welcher von den eingepressten bzw. eingepägten oder gewalzten Umfangsabschnitten verdrängtes Material aufnimmt. Die Ausgleichsabschnitte befinden sich innerhalb der Winkelabschnitte der Außenbereiche  $B_A$  und werden von jeweils zwei angrenzenden Außenbereichen  $B_A$  zweier aneinander angrenzender Prägebacken 11 gebildet.

**[0224]** Figur 5 zeigt eine erfindungsgemäße elektrische Steckverbindung 13 in perspektivischer Schnittdarstellung. Die Steckverbindung 13 weist ein Verbindungselement 4 mit einem an einem ersten Ende 4.1 angeordneten, ersten elektrischen Steckverbinder 9.1 und einen ersten Gegensteckverbinder 10.1 einer ersten elektrischen Baugruppe, vorliegend beispielhaft abermals die

erste Leiterplatte 2, auf.

**[0225]** Der erste Gegensteckverbinder 10.1 weist Kontaktfedern 14 und der erste Steckverbinder 9.1 ein mit dem Außengehäuse 5 des Verbindungselements 4 einseitig ausgebildetes elektrisch leitfähiges Außengehäuse mit einem ersten, ringförmig umlaufenden Kontaktbereich 15 auf. Die Kontaktfedern 14 wirken über den ersten Kontaktbereich 15 auf das Außengehäuse 4 ein, um eine elektrische Kontaktierung und eine mechanische Verbindung zwischen dem ersten Steckverbinder 9.1 und dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 herzustellen.

**[0226]** Es ist vorgesehen, dass sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs 15 in Richtung auf das erste Ende 4.1 des Verbindungselements 4 erweitert.

**[0227]** Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Kontaktfedern 14 derart gestaltet sind, dass diese über einen zweiten, ringförmig umlaufenden Kontaktbereich 23 des Außengehäuses 5, der zu dem ersten Kontaktbereich 15 entlang der Längsachse L des Verbindungselements 4 axial versetzt ist, auf das Außengehäuse 5 einwirken. Diese Variante ist lediglich exemplarisch in Figur 14 dargestellt. Der zweite Kontaktbereich 23 und der erste Kontaktbereich 15 können auch ineinander übergehen. Der erste Kontaktbereich 15 und der zweite Kontaktbereich 23 können jeweils eine axiale Erstreckung aufweisen, die dem zu erwartenden Bereich entspricht, in dem die Kontaktfedern 14 auf den ersten Steckverbinder 9.1 einzuwirken vermögen - gegebenenfalls auch unter Berücksichtigung von Toleranzen und mechanischer Belastung der Steckverbindung 13.

**[0228]** Die Kontaktfedern 14, der erste Kontaktbereich 15 und/oder der zweite Kontaktbereich 23 sind ausgebildet, dass die Kontaktfedern 14 eine radiale Kraftkomponente und eine axiale Kraftkomponente auf das Außengehäuse 5 aufbringen derart, dass sich der erste Steckverbinder 9.1 zu dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 vorzugsweise coaxial ausrichtet. Das Prinzip ist in den Figuren 6 bis 8 dargestellt.

**[0229]** In Figur 6 sind der erste Steckverbinder 9.1 und der erste Gegensteckverbinder 10.1 in einem nicht zusammengesteckten Zustand gezeigt. Figur 7 zeigt einen Zustand, in dem der erste Steckverbinder 9.1 und der erste Gegensteckverbinder 10.1 von beispielsweise einem Monteur bereits zusammengesteckt wurden, das Verbindungselement 4 bzw. dessen Längsachse L zu der Längsachse  $L_G$  des ersten Gegensteckverbinders 10.1 allerdings noch verkippt ist. Erfindungsgemäß kann aufgrund der radialen und axialen Kraftkomponente der Kontaktfedern 14 eine Selbstzentrierung des Verbindungselements 4 bzw. des ersten Steckverbinders 9.1 in dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 bereitgestellt werden, was vorzugsweise zu einer coaxialen Ausrichtung führen kann, wie in Figur 8 dargestellt.

**[0230]** Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass der erste Gegensteckverbinder 10.1 ein Gegensteckverbindergehäuse 16 mit einem trichterförmigen Einführbereich 17 für den ersten Steckverbinder 9.1 aufweist. Der



trichterförmige Einführbereich 17 ist, wie beispielsweise in Figur 5 erkennbar, durch einen in den ersten Steckverbinder 9.1 hineinragenden Kragen 18 ausgebildet, der gleichzeitig als Anlage für die Kontaktfedern 14 ausgebildet ist, um die Kontaktfedern 14 mechanisch vorzuspannen.

**[0231]** Figur 9 zeigt eine vergrößerte Schnittdarstellung des Einführbereichs 17 des ersten Gegensteckverbinders 10.1. Insbesondere die Vorspannung der Kontaktfedern 14 durch den mittels des Kragens 18 des Gegensteckverbindergehäuses 16 gebildeten Anschlag für die Kontaktfedern 14 ist in Figur 9 gut erkennbar. Grundsätzlich kann eine Vorspannung der Kontaktfedern 14 in dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 allerdings auch auf andere Art und Weise erfolgen oder auch unterbleiben.

**[0232]** Es kann ferner von Vorteil sein, die Elastizität der Kontaktfedern 14 durch eine entsprechende Wahl des Materials der Kontaktfedern 14 oder eine entsprechende Geometrie der Kontaktfedern 14 zu erhöhen. Eine beispielhafte Geometrie zur Erzielung einer hohen Kontaktfederelastizität ist in Figur 10 dargestellt.

**[0233]** Im Ausführungsbeispiel erweitert sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs 15 in Richtung auf das erste Ende 4.1 des Verbindungselements 4 konisch und im Wesentlichen linear. Grundsätzlich kann sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs 15 allerdings gemäß einer beliebigen Kurve erweitern, beispielsweise konvex oder konkav erweitern.

**[0234]** Wie in den Ausführungsbeispielen dargestellt ist, weist der erste Gegensteckverbinder 10.1 ein Isolierstück 19 auf, das bei einem Zusammenstecken des ersten Steckverbinders 9.1 mit dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 zumindest teilweise in das Außengehäuse 5 des ersten Steckverbinders 9.1 eindringt. Das Isolierstück 19 weist ferner einen in Richtung auf das Außengehäuse 5 weisenden Kragen 20 auf, um das Außengehäuse 5 in dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 zu zentrieren, insbesondere um einen Achsversatz auszugleichen. Ferner bildet das Isolierstück 19 einen axialen Endanschlag 21 für den ersten Steckverbinder 9.1 in dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 aus, gegen den das Verbindungselement 4 angepresst werden kann, was die Selbstzentrierung weiter unterstützt.

**[0235]** Die Figur 12 zeigt eine Baugruppenverbindung 22 zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe (im Ausführungsbeispiel die erste Leiterplatte 2) und einer zweiten elektrischen Baugruppe (im Ausführungsbeispiel die zweite Leiterplatte 3), aufweisend ein Verbindungselement 4 mit einem an einem ersten Ende 4.1 angeordneten, ersten elektrischen Steckverbinder 9.1 und einem an einem zweiten Ende 4.2 angeordneten, zweiten elektrischen Steckverbinder 9.2 sowie einen ersten Gegensteckverbinder 10.1 und einen zweiten Gegensteckverbinder 10.2. Die Gegensteckverbinder 10.1, 10.2 sind zur Verbindung mit den Steckverbindern 9.1, 9.2 des Verbindungselements 4 und zur Verbindung mit jeweils einer elektrischen Baugruppe bzw. Leiterplatte 2,

3 ausgebildet. Der erste Gegensteckverbinder 10.1 weist beispielsweise die in den Figuren 5 bis 9 dargestellten Kontaktfedern 14 und der erste Steckverbinder 9.1 ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse 5 mit einem ersten, ringförmig umlaufenden Kontaktbereich 15 auf. Die Kontaktfedern 14 wirken über den ersten Kontaktbereich 15 auf das Außengehäuse 5 ein, um eine elektrische Kontaktierung und eine mechanische Verbindung, beispielsweise auch eine Arretierung, zwischen dem ersten Steckverbinder 9.1 und dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 herzustellen.

**[0236]** Erfindungsgemäß kann für die dargestellte Baugruppenverbindung 22 eine Selbstzentrierung bereitgestellt werden. Hierdurch kann sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs 15 in Richtung auf das erste Ende 4.1 des Verbindungselements 4 erweitern und/oder können die Kontaktfedern 14 derart gestaltet sein, dass diese über einen zweiten, ringförmig umlaufenden Kontaktbereich 23 (vgl. Figur 14) des Außengehäuses 5, der zu dem ersten Kontaktbereich 15 entlang der Längsachse L des Verbindungselements 4 axial versetzt ist, auf das Außengehäuse 5 einwirken.

**[0237]** Das Prinzip der Selbstzentrierung ist bei einem Vergleich der Figuren 11 und 12 gut erkennbar. In Figur 11, die eine Baugruppenverbindung 22 gemäß dem Stand der Technik in einen Zustand nach dem Zusammenstecken des ersten Steckverbinders 9.1 und des ersten Gegensteckverbinders 10.1 zeigt, ist die Längsachse L des Verbindungselements 4 des Standes der Technik zu der Längsachse  $L_G$  des ersten Gegensteckverbinders 10.1 des Standes der Technik noch verkippt. In Figur 12 ist hingegen eine koaxiale Ausrichtung des Verbindungselements 4 bzw. des ersten Steckverbinders 9.1 zu dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 dargestellt, nachdem sich das Verbindungselement 4 erfindungsgemäß selbstzentriert hat. Die koaxiale Ausrichtung des ersten Steckverbinders 9.1 in dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 führt im Ausführungsbeispiel zu einer parallelen Ausrichtung der Längsachse L des Verbindungselements 4 zu der Längsachse des zweiten Gegensteckverbinders 10.2.

**[0238]** Ein besonderer Vorteil der Selbstzentrierung kann darin bestehen, dass sich der Einführbereich 17 der Gegensteckverbinder 10.1, 10.2 im Vergleich zum Stand der Technik verkleinern lässt. Um dies zu verdeutlichen ist in den Figuren 11 bis 13 ein paralleler Versatz der Längsachse  $L_G$  des ersten Gegensteckverbinders 10.1 und der Längsachse des zweiten Gegensteckverbinders 10.2 bzw. 10.2' dargestellt. Ein derartiger Versatz kann sich beispielsweise durch eine nicht ideale Ausrichtung der Leiterplatten 2, 3 zueinander ergeben. Um den Versatz zu kompensieren und ein unkompliziertes, vorzugsweise blindes Zusammenstecken der Steckverbinder 9.1, 9.2 mit den Gegensteckverbindern 10.1, 10.2, 10.2' zu ermöglichen, ist der Einführbereich 17, 17' der Gegensteckverbinder 10.1, 10.2, 10.2' entsprechend groß zu dimensionieren, was den Durchmesser des gesamten Gegensteckverbinders 10.1, 10.2, 10.2' insge-

samt vergrößert. Eine Schräglage des Verbindungselements 4 in dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 kann diese Problematik noch erhöhen, was bei einem Vergleich der Figuren 11 und 12 gut erkennbar ist. Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausrichtung des Verbindungselements 4 in dem ersten Gegensteckverbinder 10.1 kann der Einführbereich 17 des zweiten Gegensteckverbinders 10.2 deutlich zu dem Einführbereich 17' des zweiten Gegensteckverbinders 10.2' des Standes der Technik verkleinert sein.

[0239] Figur 13 zeigt eine vollständig gesteckte Baugruppenverbindung 22 gemäß der vorliegenden Erfindung. Zur Kompensierung des seitlichen Versatzes der Längsachse L des Verbindungselements 4 und der Längsachse des zweiten Gegensteckverbinders 10.2 befindet sich das Verbindungselement 4 im vollständig gesteckten Zustand wieder in leichter Schräglage, was in der Regel jedoch unproblematisch ist.

[0240] Wie insbesondere anhand der Figuren 1, 2, 12 und 13 erkennbar ist, ist der zweite Steckverbinder 9.2 der Baugruppenverbindung 22 abweichend von dem ersten Steckverbinder 9.1 ausgebildet. Im Ausführungsbeispiel weist der erste Steckverbinder 9.1 den ersten, ringförmig umlaufenden Kontaktbereich 15 auf, dessen Außendurchmesser sich auf das erste Ende 4.1 des Verbindungselements 4 hin erweitert. Hingegen weist der zweite Steckverbinder 9.2 einen ersten, ringförmig umlaufenden Kontaktbereich auf, der entlang der Längsachse L des Verbindungselements 4 zylindrisch und somit mit konstantem Außendurchmesser verläuft.

[0241] Grundsätzlich kann allerdings auch vorgesehen sein, dass der erste Steckverbinder 9.1 und der zweite Steckverbinder 9.2 ähnlich oder identisch ausgebildet sind.

## Patentansprüche

1. Elektrische Steckverbindung (13), aufweisend ein Verbindungselement (4) zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe (2) mit einer zweiten elektrischen Baugruppe (3) mit einem an einem ersten Ende (4.1) angeordneten, ersten elektrischen Steckverbinder (9.1) und aufweisend einen ersten elektrischen Gegensteckverbinder (10.1), wobei der erste Gegensteckverbinder (10.1) Kontaktfedern (14) und der erste Steckverbinder (9.1) ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse (5) mit einem ersten, zumindest teilringförmig umlaufenden Kontaktbereich (15) aufweist, und wobei die Kontaktfedern (14) über den ersten Kontaktbereich (15) auf das Außengehäuse (5) einwirken, um eine elektrische Kontaktierung und eine mechanische Verbindung zwischen dem ersten Steckverbinder (9.1) und dem ersten Gegensteckverbinder (10.1) herzustellen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Außengehäuse (5) des ersten Steckverbinders (9.1) einteilig mit einem Außengehäuse (5) des Ver-

bindungselements (4) ausgebildet ist, wobei die Kontaktfedern (14) derart auf den ersten Kontaktbereich (15) einwirken, dass das Außengehäuse (5) mit einer entlang einer Längsachse ( $L_G$ ) des ersten Gegensteckverbinders (10.1) wirkenden Axialkraft ( $F_A$ ) beaufschlagt ist, die das Außengehäuse (5) gegen einen axialen Endanschlag (21) des ersten Gegensteckverbinders (10.1) drückt, wobei der axiale Endanschlag (21) durch ein Isolierteil (19) des ersten Gegensteckverbinders (10.1) ausgebildet ist, und wobei die Kontaktfedern (14) in dem ersten Gegensteckverbinder (10.1) mechanisch vorgespannt sind, so dass die Kontaktfedern (14) bereits vorausgelenkt sind, bevor der erste Steckverbinder (9.1) in den ersten Gegensteckverbinder (10.1) eingeführt wird.

2. Elektrische Steckverbindung (13) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs (15) in Richtung auf das erste Ende (4.1) des Verbindungselements (4) erweitert.
3. Elektrische Steckverbindung (13) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gegensteckverbinder (10.1) ein Gegensteckverbindergehäuse (16) mit einem trichterförmigen Einführbereich (17) für den ersten Steckverbinder (9.1) aufweist.
4. Elektrische Steckverbindung (13) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegensteckverbindergehäuse (16) einen in den ersten Gegensteckverbinder (10.1) hineinragenden Kragen (18) aufweist, der als Anlage für die Kontaktfedern (14) ausgebildet ist, um die Kontaktfedern (14) mechanisch vorzuspannen.
5. Elektrische Steckverbindung (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Außendurchmesser des ersten Kontaktbereichs (15) in Richtung auf das erste Ende (4.1) des Verbindungselements (4) konisch, insbesondere linear, konvex oder konkav erweitert.
6. Elektrische Steckverbindung (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gegensteckverbinder (10.1) ein Isolierteil (19) aufweist, das bei einem Zusammenstecken des ersten Steckverbinders (9.1) mit dem ersten Gegensteckverbinder (10.1) zumindest teilweise in das Außengehäuse (5) des ersten Steckverbinders (9.1) eindringt.
7. Elektrische Steckverbindung (13) nach Anspruch 6,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Isolierteil (19) einen in Richtung auf das Außengehäuse (5) weisenden Kragen (20) ausbildet, um das Außengehäuse (5) in dem ersten Gegensteckverbinder (10.1) zu zentrieren.

8. Baugruppenverbindung (22) zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe (2) und einer zweiten elektrischen Baugruppe (3), aufweisend eine elektrische Steckverbindung (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Verbindungselement (4) einen an einem zweiten Ende (4.2) angeordneten, zweiten elektrischen Steckverbinder (9.2) aufweist, und wobei ein zweiter elektrischer Gegensteckverbinder (10.2) vorgesehen ist, wobei die Gegensteckverbinder (10.1, 10.2) zur Verbindung mit den Steckverbindern (9.1, 9.2) des Verbindungselements (4) und zur Verbindung mit jeweils einer elektrischen Baugruppe (2, 3) ausgebildet sind.

9. Baugruppenverbindung (22) nach Anspruch 8,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der zweite Steckverbinder (9.2) abweichend von dem ersten Steckverbinder (9.1) ausgebildet ist, vorzugsweise einen ersten, zumindest teillringförmig umlaufenden Kontaktbereich aufweist, der entlang der Längsachse (L) des Verbindungselements (4) zylindrisch verläuft.

10. Leiterplattenanordnung (1), aufweisend wenigstens eine erste Leiterplatte (2), eine zweite Leiterplatte (3) und wenigstens eine elektrische Steckverbindung (13) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Leiterplatten (2, 3) in unterschiedlichen Ebenen parallel zueinander verlaufend angeordnet sind, und wobei zwischen den Leiterplatten (2, 3) wenigstens eines der Verbindungselemente (4) angeordnet ist, um die Leiterplatten (2, 3) elektrisch miteinander zu verbinden.

11. Elektrische Steckverbindung (13), aufweisend ein Verbindungselement (4) zur Verbindung einer ersten elektrischen Baugruppe (2) mit einer zweiten elektrischen Baugruppe (3) mit einem an einem ersten Ende (4.1) angeordneten, ersten elektrischen Steckverbinder (9.1) und aufweisend einen ersten elektrischen Gegensteckverbinder (10.1), wobei der erste Gegensteckverbinder (10.1) Kontaktfedern (14) und der erste Steckverbinder (9.1) ein elektrisch leitfähiges Außengehäuse (5) mit einem ersten, zumindest teillringförmig umlaufenden Kontaktbereich (15) aufweist, und wobei die Kontaktfedern (14) über den ersten Kontaktbereich (15) auf das Außengehäuse (5) einwirken, um eine elektrische Kontaktierung und eine mechanische Verbindung zwischen dem ersten Steckverbinder (9.1) und dem ersten Gegensteckverbinder (10.1) herzustellen,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Außengehäuse (5) des ersten Steckverbinders (9.1) einteilig mit einem Außengehäuse (5) des Verbindungselements (4) ausgebildet ist, wobei die Kontaktfedern (14) derart gestaltet sind, dass diese auf den ersten Kontaktbereich (15) und auf einen zweiten, zumindest teillringförmig umlaufenden Kontaktbereich (23) des Außengehäuses (5), der zu dem ersten Kontaktbereich (15) entlang einer Längsachse (L) des Verbindungselements (4) axial versetzt ist, jeweils eine orthogonal zu der Längsachse ( $L_G$ ) des ersten Gegensteckverbinders (10.1) wirkende Radialkraft ( $F_R$ ) auf das Außengehäuse (5) aufbringen.

12. Elektrische Steckverbindung (13) nach Anspruch 11,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Kontaktfedern (14) derart gestaltet sind, dass diese über den zweiten Kontaktbereich (23) auf das Außengehäuse (5) einwirken.

**Claims**

1. Electrical plug-in connection (13), comprising a connecting element (4) for connecting a first electrical assembly (2) to a second electrical assembly (3) with a first electrical plug-in connector (9.1) arranged at a first end (4.1) and comprising a first electrical counterpart plug-in connector (10.1), wherein the first counterpart plug-in connector (10.1) comprises contact springs (14) and the first plug-in connector (9.1) comprises an electrically conductive outer housing (5) with a first contact region (15) which runs at least in ring-segment-shaped circumferential fashion, and wherein the contact springs (14) act via the first contact region (15) on the outer housing (5) in order to produce electrical contact and a mechanical connection between the first plug-in connector (9.1) and the first counterpart plug-in connector (10.1),  
**characterized in that** the outer housing (5) of the first plug-in connector (9.1) is formed in one piece with an outer housing (5) of the connecting element (4), wherein the contact springs (14) act on the first contact region (15) such that the outer housing (5) is acted on with an axial force ( $F_A$ ) which acts along a longitudinal axis ( $L_G$ ) of the first counterpart plug-in connector (10.1) and which pushes the outer housing (5) against an axial end stop (21) of the first counterpart plug-in connector (10.1), wherein the axial end stop (21) is formed by an isolating part (19) of the first counterpart plug-in connector (10.1), and wherein the contact springs (14) are mechanically preloaded in the first counterpart plug-in connector (10.1) such that the contact springs (14) are already pre deflected before the first plug-in connector (9.1) is introduced into the first counterpart plug-in connector (10.1).

2. Electrical plug-in connection (13) according to claim 1,  
**characterized in that**  
the outer diameter of the first contact region (15) increases in the direction of the first end (4.1) of the connecting element (4). 5
3. Electrical plug-in connection (13) according to claim 1 or 2,  
**characterized in that**  
the first counterpart plug-in connector (10.1) comprises a counterpart plug-in connector housing (16) with a funnel-shaped insertion region (17) for the first plug-in connector (9.1). 10
4. Electrical plug-in connection (13) according to claim 3,  
**characterized in that**  
the counterpart plug-in connector housing (16) comprises a collar (18) which projects into the first counterpart plug-in connector (10.1) and which is designed as an abutment for the contact springs (14) in order to mechanically preload the contact springs (14). 20
5. Electrical plug-in connection (13) according to any of claims 1 to 4,  
**characterized in that**  
the outer diameter of the first contact region (15) increases conically, in particular in a linear, convex or concave manner, in the direction of the first end (4.1) of the connecting element (4). 30
6. Electrical plug-in connection (13) according to any of claims 1 to 5,  
**characterized in that**  
the first plug-in connector (10.1) comprises an insulating part (19) which, as the first plug-in connector (9.1) is plugged together with the first counterpart plug-in connector (10.1), at least partially enters the outer housing (5) of the first plug-in connector (9.1). 35
7. Electrical plug-in connection (13) according to claim 6,  
**characterized in that**  
the insulating part (19) forms a collar (20) pointing in the direction of the outer housing (5), in order to center the outer housing (5) in the first counterpart plug-in connector (10.1). 40
8. Assembly connection (22) for connecting a first electrical assembly (2) and a second electrical assembly (3), comprising an electrical plug-in connection (13) according to any of claims 1 to 7, wherein the connecting element (4) comprises a second electrical plug-in connector (9.2) arranged at a second end (4.2), and wherein a second electrical counterpart plug-in connector (10.2) is provided, wherein the 50  
counterpart plug-in connectors (10.1, 10.2) are designed for connecting to the plug-in connectors (9.1, 9.2) of the connecting element (4) and for connecting to in each case one electrical assembly (2, 3).
9. Assembly connection (22) according to claim 8,  
**characterized in that**  
the second plug-in connector (9.2) is designed to differ from the first plug-in connector (9.1), and preferably comprises a first contact region which runs at least in ring-segment-shaped circumferential fashion and which runs cylindrically along the longitudinal axis (L) of the connecting element (4). 55
10. Circuit board arrangement (1), comprising at least one first circuit board (2), a second circuit board (3), and at least one electrical plug-in connection (13) according to any of claims 1 to 7, wherein the circuit boards (2, 3) are arranged running parallel to one another in different planes, and wherein, between the circuit boards (2, 3), at least one of the connecting elements (4) is arranged in order to electrically connect the circuit boards (2, 3) to one another.
11. Electrical plug-in connection (13), comprising a connecting element (4) for connecting a first electrical assembly (2) to a second electrical assembly (3) with a first electrical plug-in connector (9.1) arranged at a first end (4.1) and comprising a first electrical counterpart plug-in connector (10.1), wherein the first counterpart plug-in connector (10.1) comprises contact springs (14) and the first plug-in connector (9.1) comprises an electrically conductive outer housing (5) with a first contact region (15) which runs at least in ring-segment-shaped circumferential fashion, and wherein the contact springs (14) act via the first contact region (15) on the outer housing (5) in order to produce electrical contact and a mechanical connection between the first plug-in connector (9.1) and the first counterpart plug-in connector (10.1),  
**characterized in that** the outer housing (5) of the first plug-in connector (9.1) is formed in one piece with an outer housing (5) of the connecting element (4), wherein the contact springs (14) are designed such that they exert on the first contact region (15) and on a second contact region (23) of the outer housing (5), which second contact region (23) runs at least in ring-segment-shaped circumferential fashion and is axially offset with respect to the first contact region (15) along a longitudinal axis (L) of the connecting element (4), a respective radial force ( $F_R$ ), which acts orthogonally with respect to the longitudinal axis ( $L_G$ ) of the first counterpart plug-in connector (10.1), on the outer housing (5). 55
12. Electrical plug-in connection (13) according to claim 12,  
wherein the contact springs (14) are designed so as

to act via the second contact region (23) on the outer housing (5).

## Revendications

1. Connecteur enfichable électrique (13), comprenant un élément de liaison (4) qui permet de relier un premier module électrique (2) à un second module électrique (3) doté d'un premier connecteur enfichable électrique (9.1) disposé au niveau d'une première extrémité (4.1) et présentant un premier connecteur antagoniste électrique (10.1), le premier connecteur antagoniste (10.1) étant pourvu de ressorts de contact (14) et le premier connecteur enfichable (9.1) comprenant un boîtier extérieur (5) électriquement conducteur avec une première zone de contact périphérique (15) au moins partiellement annulaire, et les ressorts de contact (14) agissant sur le boîtier extérieur (5) par l'intermédiaire de la première zone de contact (15) afin d'établir un contact électrique et une liaison mécanique entre le premier connecteur enfichable (9.1) et le premier connecteur antagoniste (10.1), **caractérisé en ce que** le boîtier extérieur (5) du premier connecteur enfichable (9.1) est formé d'un seul tenant avec un boîtier extérieur (5) de l'élément de liaison (4), dans lequel les ressorts de contact (14) agissent sur la première zone de contact (15) de telle sorte que le boîtier extérieur (5) soit sollicité par une force axiale ( $F_A$ ) qui agit le long d'un axe longitudinal ( $L_G$ ) du premier connecteur antagoniste (10.1), ladite force axiale poussant le boîtier extérieur (5) contre une butée d'extrémité axiale (21) du premier connecteur antagoniste (10.1), dans lequel la butée d'extrémité axiale (21) est formée par une partie isolante (19) du premier connecteur antagoniste (10.1), et dans lequel les ressorts de contact (14) sont précontraints mécaniquement dans le premier connecteur antagoniste (10.1) de sorte que les ressorts de contact (14) sont déjà préorientés avant que le premier connecteur enfichable (9.1) ne soit introduit dans le premier connecteur antagoniste (10.1).
2. Connecteur enfichable électrique (13) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le diamètre extérieur de la première zone de contact (15) s'élargit en direction de la première extrémité (4.1) de l'élément de liaison (4).
3. Connecteur enfichable électrique (13) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le premier connecteur antagoniste (10.1) comprend un boîtier de connecteur antagoniste (16) qui présente une zone d'insertion (17) en forme d'entonnoir pour le premier connecteur enfichable (9.1).
4. Connecteur enfichable électrique (13) selon la re-

vendication 3, **caractérisé en ce que** le boîtier de connecteur antagoniste (16) présente une collerette (18) qui fait saillie à l'intérieur du premier connecteur antagoniste (10.1), ladite collerette se présentant sous la forme d'un appui pour les ressorts de contact (14) dans le but de précontraindre mécaniquement les ressorts de contact (14).

5. Connecteur enfichable électrique (13) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le diamètre extérieur de la première zone de contact (15) s'élargit de manière conique, en particulier linéaire, convexe ou concave en direction de la première extrémité (4.1) de l'élément de liaison (4).
6. Connecteur enfichable électrique (13) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le premier connecteur antagoniste (10.1) comprend une partie isolante (19) qui pénètre au moins partiellement à l'intérieur du boîtier extérieur (5) du premier connecteur enfichable (9.1) lors de l'accouplement du premier connecteur enfichable (9.1) avec le premier connecteur antagoniste (10.1).
7. Connecteur enfichable électrique (13) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la partie isolante (19) forme une collerette (20) qui est orientée en direction du boîtier extérieur (5) de manière à centrer le boîtier extérieur (5) à l'intérieur du premier connecteur antagoniste (10.1).
8. Raccord de modules (22) permettant de relier un premier module électrique (2) et un second module électrique (3), comprenant un connecteur enfichable électrique (13) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel l'élément de liaison (4) présente un second connecteur enfichable électrique (9.2) qui est disposé au niveau d'une seconde extrémité (4.2), et présente un second connecteur antagoniste électrique (10.2), les connecteurs antagonistes (10.1, 10.2) étant conçus de manière à être reliés aux connecteurs enfichables (9.1, 9.2) de l'élément de liaison (4) et à être reliés respectivement à un module électrique (2, 3).
9. Raccord de modules (22) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le second connecteur enfichable (9.2) est formé de façon différente du premier connecteur enfichable (9.1) et présente de préférence une première zone de contact périphérique au moins partiellement annulaire qui s'étend de manière cylindrique le long de l'axe longitudinal (L) de l'élément de liaison (4).
10. Ensemble de carte de circuits imprimés (1) présentant au moins une première carte de circuits imprimés (2), une seconde carte de circuits imprimés (3)

et au moins un connecteur enfichable électrique (13) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, les cartes de circuits imprimés (2, 3) étant disposées dans différents plans parallèles entre eux, et au moins l'un des éléments de liaison (4) étant disposé 5 entre les cartes de circuits imprimés (2, 3) dans le but de relier électriquement les cartes de circuits imprimés (2, 3) l'une à l'autre.

11. Connecteur enfichable électrique (13), comprenant 10 un élément de liaison (4) qui permet de relier un premier module électrique (2) à un second module électrique (3) doté d'un premier connecteur enfichable électrique (9.1) disposé au niveau d'une première extrémité (4.1) et présentant un premier connecteur 15 antagoniste électrique (10.1), le premier connecteur antagoniste (10.1) étant pourvu de ressorts de contact (14) et le premier connecteur enfichable (9.1) comprenant un boîtier extérieur (5) électriquement 20 conducteur avec une première zone de contact périphérique (15) au moins partiellement annulaire, et les ressorts de contact (14) agissant sur le boîtier extérieur (5) par l'intermédiaire de la première zone de contact (15) afin d'établir un contact électrique et 25 une liaison mécanique entre le premier connecteur enfichable (9.1) et le premier connecteur antagoniste (10.1), **caractérisé en ce que** le boîtier extérieur (5) du premier connecteur enfichable (9.1) est formé d'un seul tenant avec un boîtier extérieur (5) de l'élément de liaison (4), dans lequel les ressorts de contact (14) sont conçus de telle sorte que ceux-ci appliquent respectivement sur la première zone de contact (15) et sur une seconde zone de contact périphérique (23) au moins partiellement annulaire du boîtier extérieur (5) une force radiale ( $F_R$ ) qui agit 35 sur le boîtier extérieur (5) de façon orthogonale à l'axe longitudinal ( $L_G$ ) du premier connecteur antagoniste (10.1), ledit boîtier extérieur étant déplacé axialement par rapport à la première zone de contact (15) le long d'un axe longitudinal (L) de l'élément de 40 liaison (4).
12. Connecteur enfichable électrique (13) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les ressorts de contact (14) sont conçus de telle sorte qu'ils agissent 45 sur le boîtier extérieur (5) par l'intermédiaire de la seconde zone de contact (23)

50

55

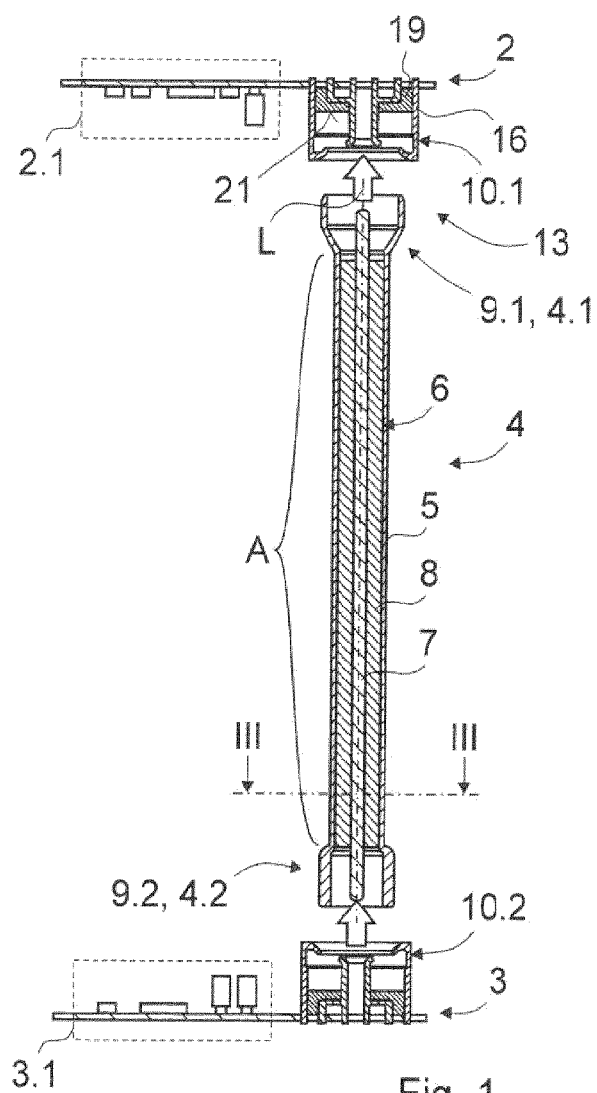


Fig. 1

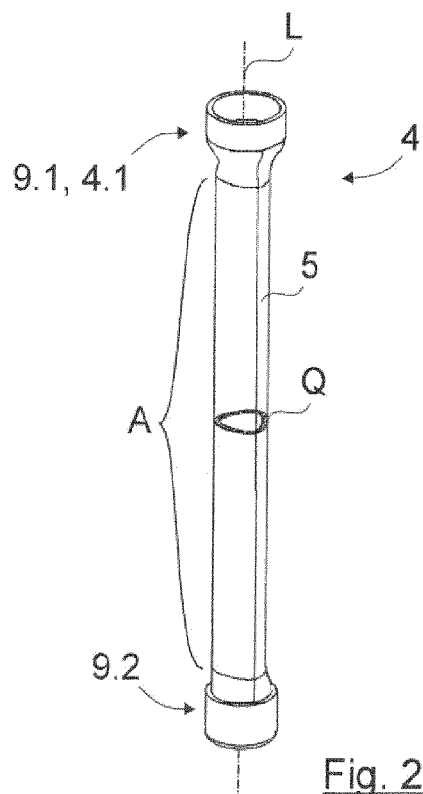


Fig. 2

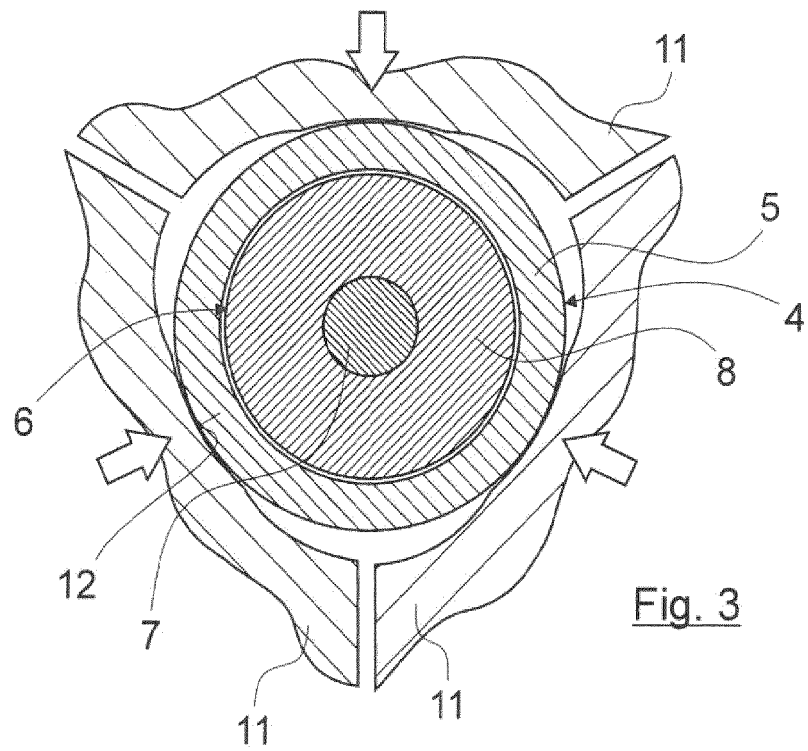


Fig. 3

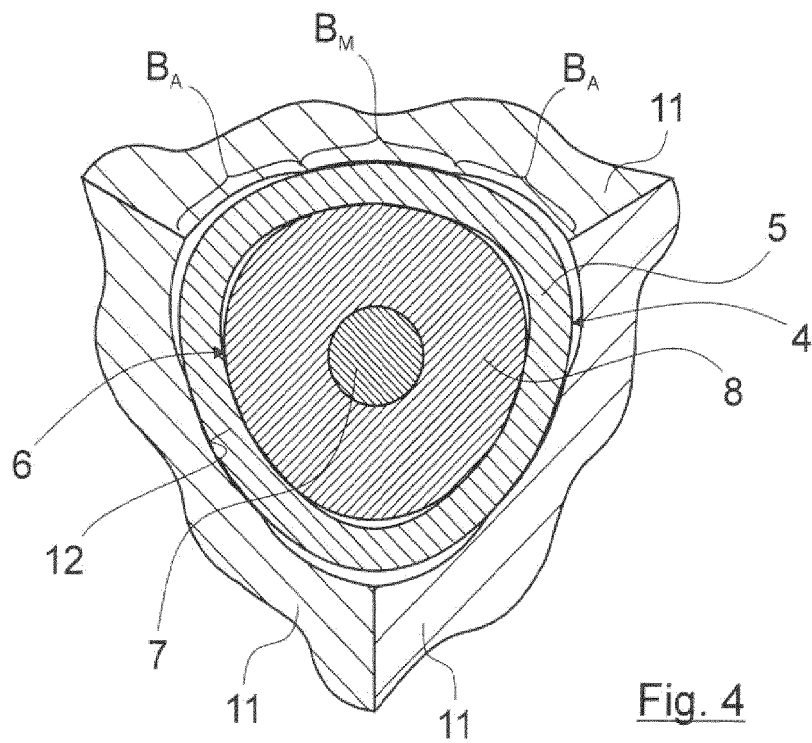
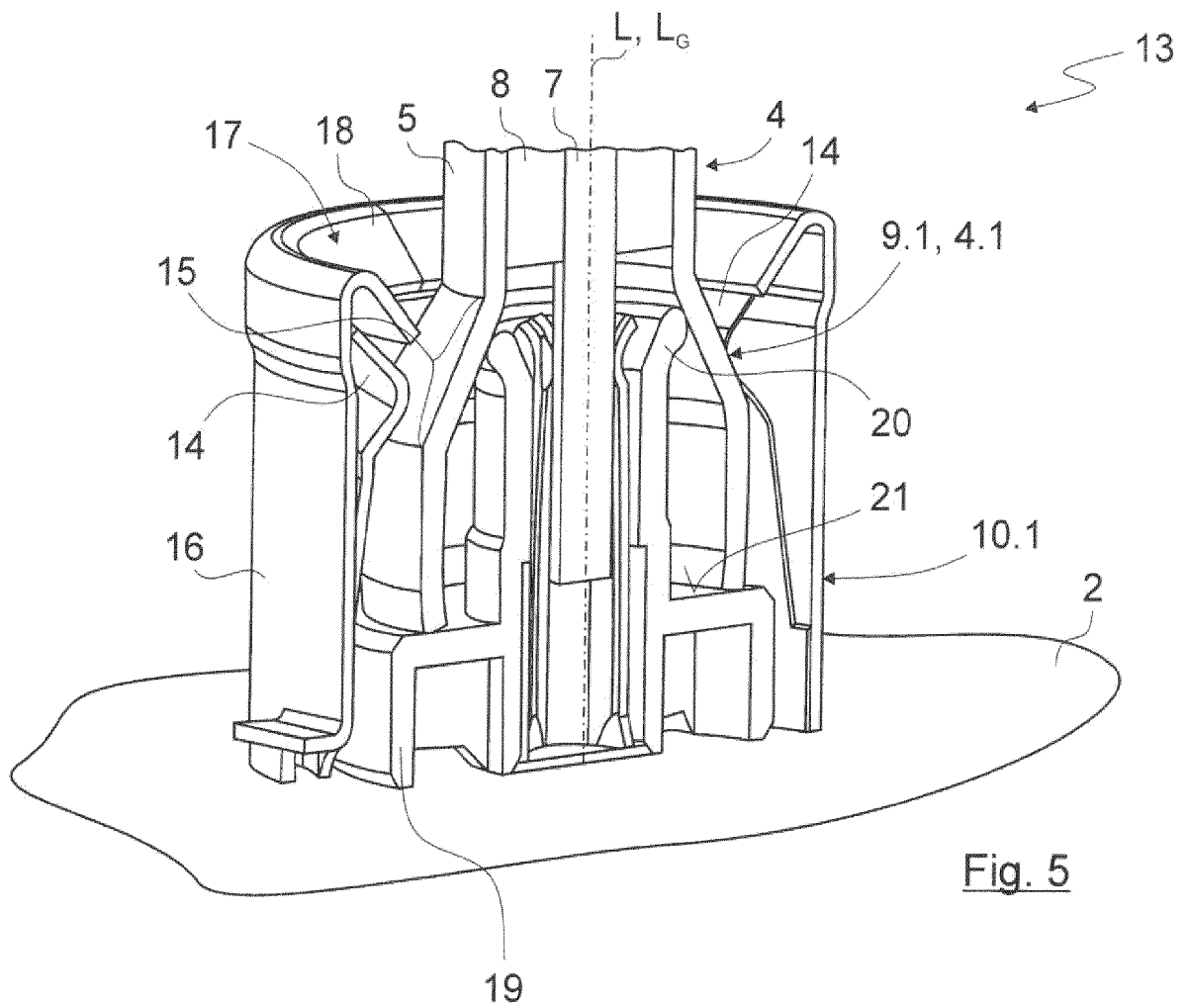


Fig. 4





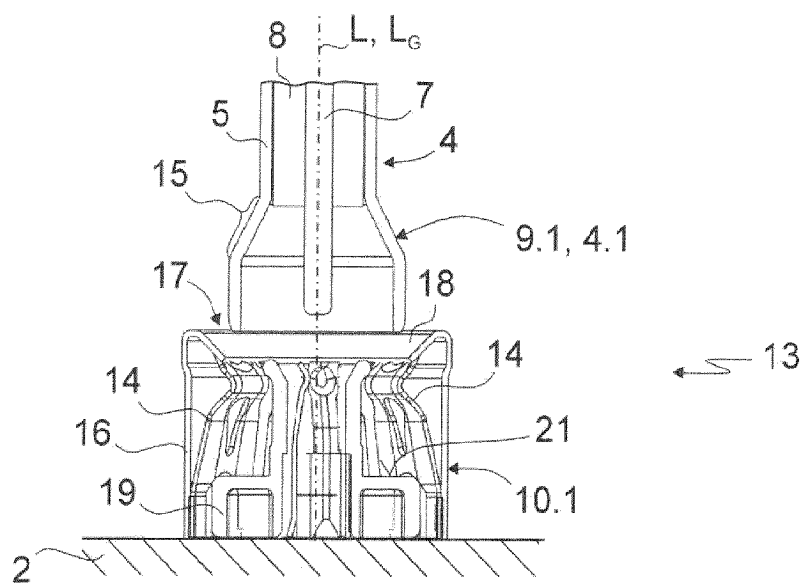


Fig. 6

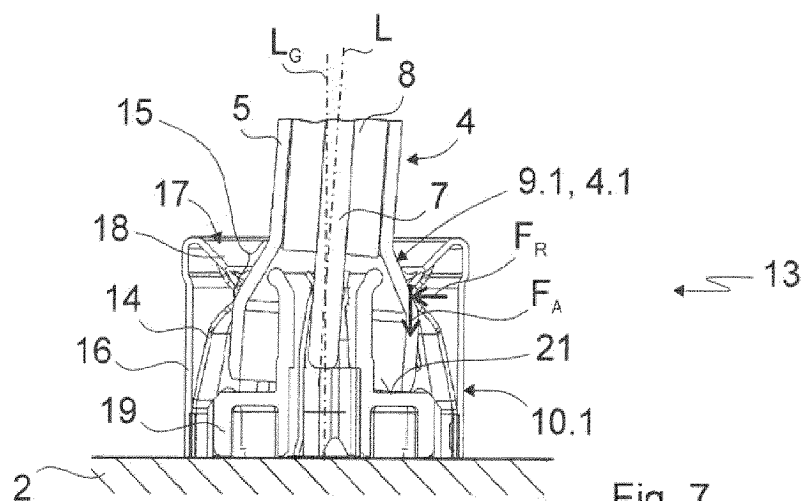


Fig. 7

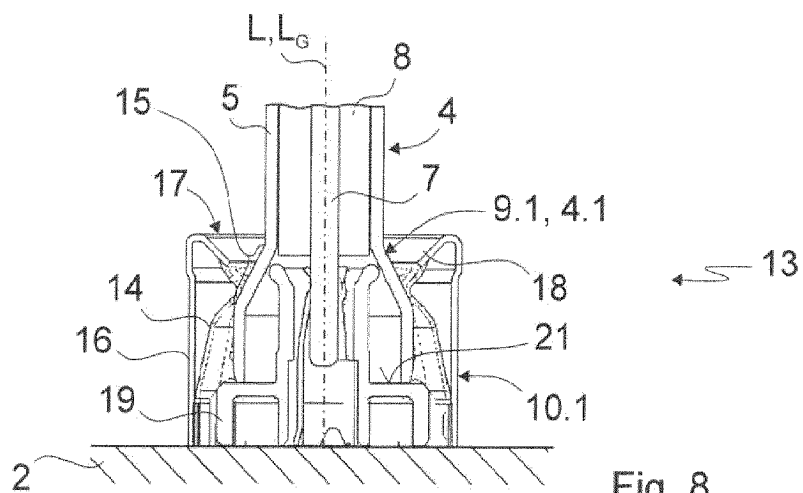
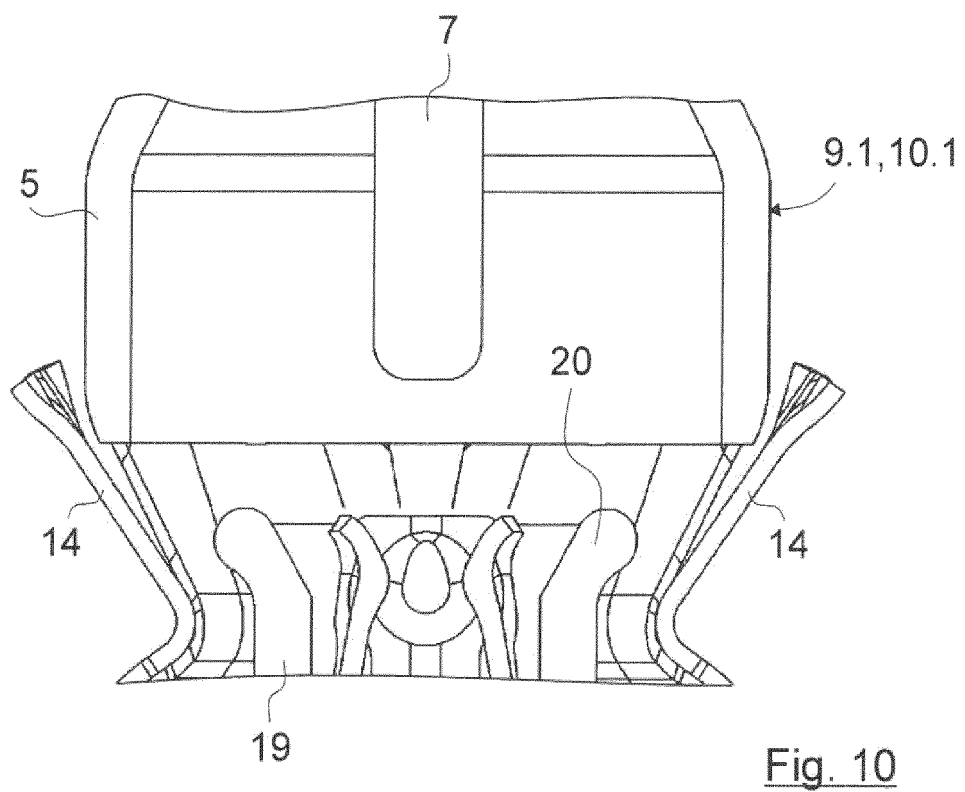
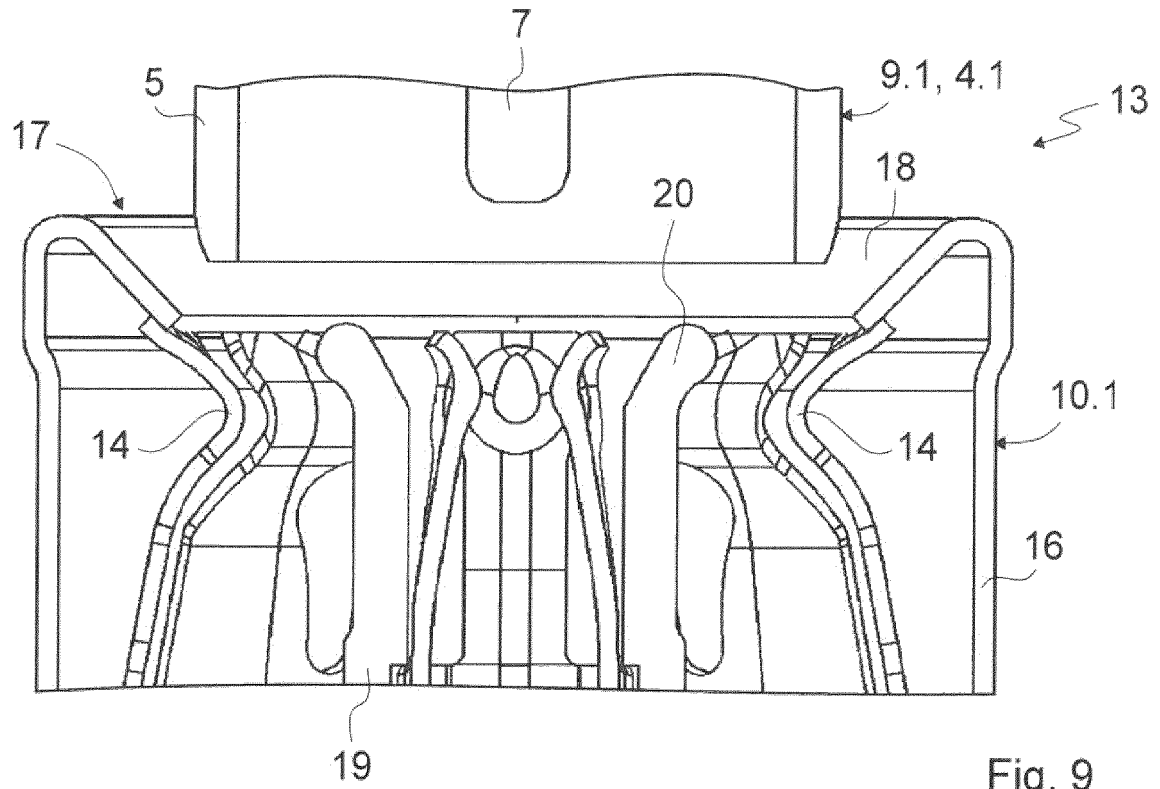


Fig. 8



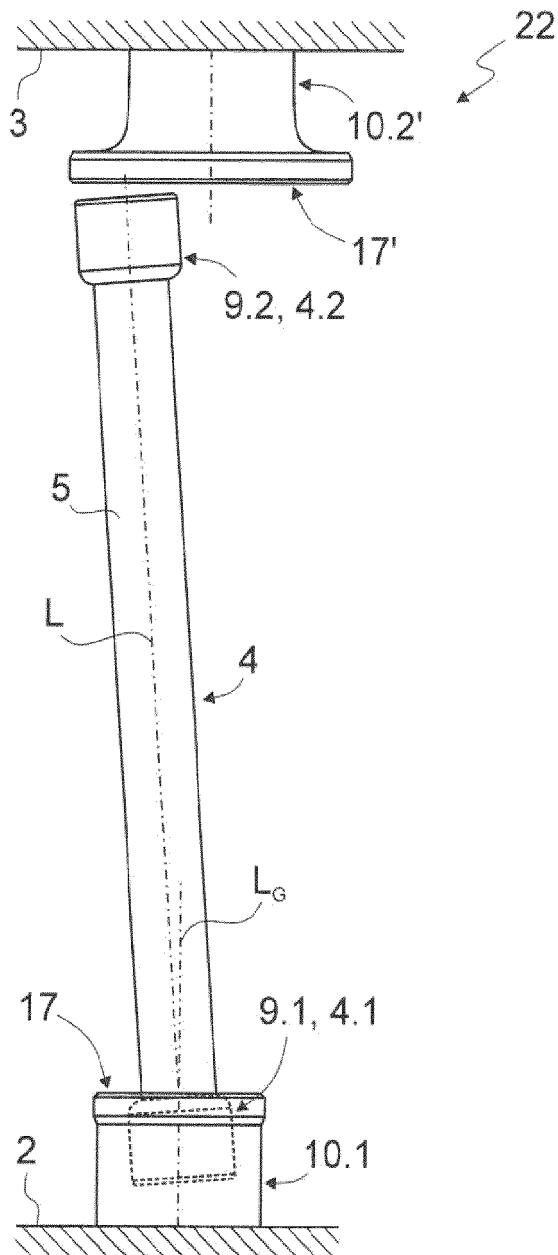


Fig. 11  
STAND DER TECHNIK

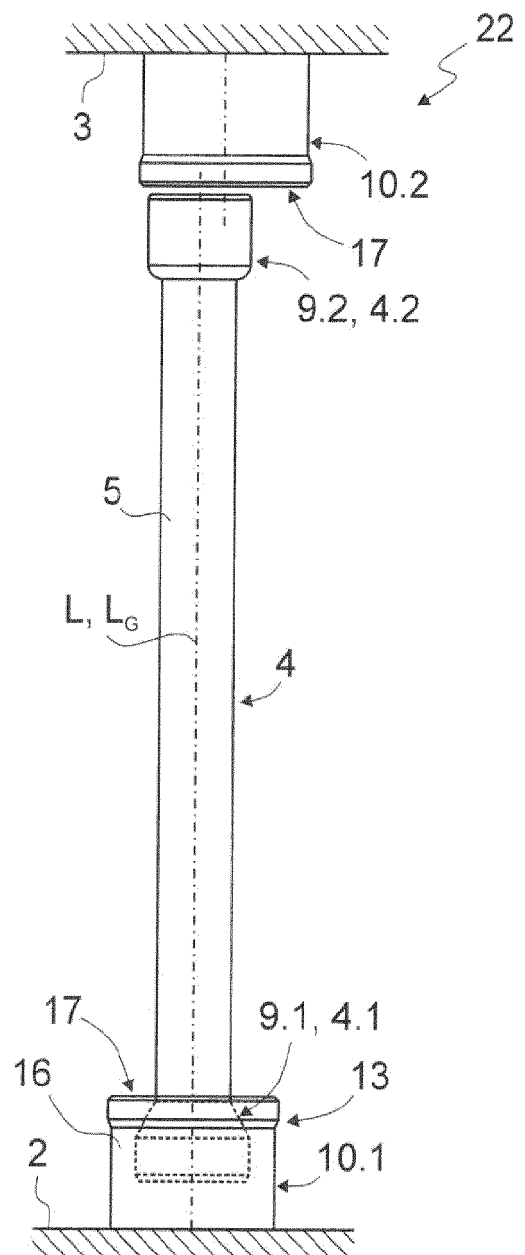


Fig. 12

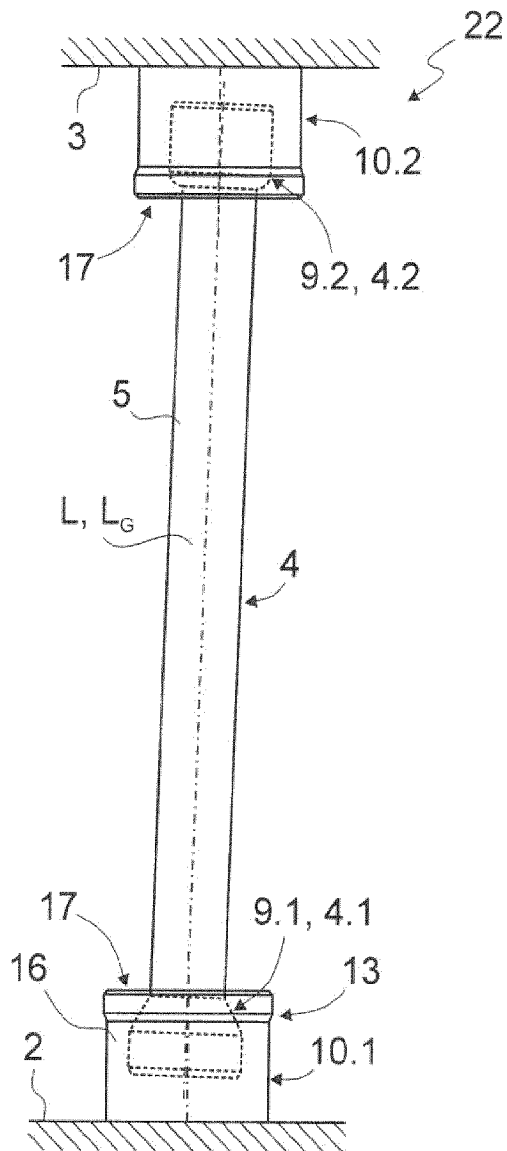


Fig. 13

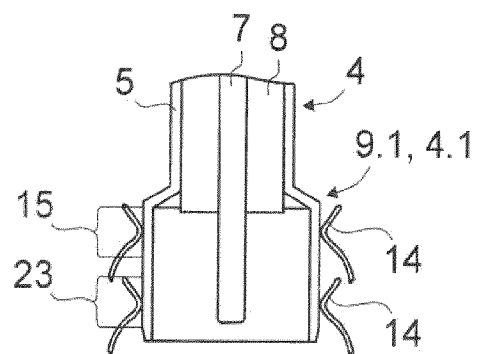


Fig. 14

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1154527 A1 **[0007]**
- US 4963105 A **[0007]**
- EP 1746691 A2 **[0011]**
- DE 202015007010 U1 **[0011]**