

Die Welt der Steckverbinder

– Technologien und Trends –



Impressum

Steckverbinder – Technologien und Trends –

Herausgeber:

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik und
Elektronikindustrie e.V.
Fachverband Electronic Components and Systems
Fachverband PCB and Electronic Systems
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-276

Fax: +49 69 6302-407

E-Mail: zvei-be@zvei.org

www.zvei.org

Verantwortlich: Volker Kaiser

Redaktionsteam:

Andre Beneke, Harting Electric
Achim Raad, ITT Cannon
Frank Steckling, Lear Corporation
Kai Rotthaus, Lumberg Holding
Joachim Borst, MCQ Tech
Silke Neuschäfer, Molex Deutschland
Thomas Hinder, Phoenix Contact
Bernd Zimmerhäckel, Spinner
Gerd Philipp, Telegärtner Karl Gärtner (†)
Dr.-Ing. Helge Schmidt, TE Connectivity
Stefan Kühn, Weidmüller Gruppe
Volker Kaiser, ZVEI
Margit Deniers-Schlägel

Juni 2015

Trotz größtmöglicher Sorgfalt übernimmt der ZVEI keine Haftung für den Inhalt. Alle Rechte, insbesondere die zur Speicherung, Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, sind vorbehalten.

Die Welt der Steckverbinder

– Technologien und Trends –

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	6
2. MARKT	7
2.1. Markttabellen Umsatz	7
2.1.1. Deutschland	7
2.1.2. Weltmarktzahlen	9
3. ALLGEMEINE TRENDS	10
3.1. Megatrends, die die Welt der Elektrotechnik und Elektronik beeinflussen	10
3.2. Trend zur Regulierung und Standardisierung	12
3.2.1. Normierung	12
3.2.2. Regulierung	12
3.2.3. Konformitätsnachweis	13
4. TECHNOLOGIEN	14
4.1. Allgemein	14
4.2. Elektrische Anschlusstechnologien	15
4.2.1. Leiterplattenanschlusstechnik	15
4.2.1.1. Löttechnik	15
4.2.1.2. Einpresstechnik	16
4.2.2. Leiteranschlusstechnik	16
4.2.2.1. Crimptechnik	16
4.2.2.2. Schneidklemmtechnik	17
4.2.2.3. Piercingtechnik (Durchdringung)	17
4.2.2.4. Klemmtechnik – Schraubklemmen, Federklemmen	18
4.3. Ausführungsformen von Steckverbindern	18
4.3.1. Rundsteckverbinder	18
4.3.2. Rechtecksteckverbinder	19
4.3.3. RAST-Steckverbinder	19
4.3.4. Koaxialsteckverbinder	20
4.3.5. Leiterplattensteckverbinder	20
4.3.6. Lichtwellenleiter (LWL)-Steckverbinder	21
4.3.7. Misch- und Sonderbauformen	22
4.3.7.1. Modulsteckverbinder	22
4.3.7.2. Kundenspezifische Anwendungen	22
5. BRANCHEN UND ANWENDUNGSFELDER	24
5.1. Industrieelektronik	25
5.1.1. Prozess- und Fertigungsautomation	25
5.1.2. Gebäudeautomation	27
5.1.3. Regenerative Energien	27

5.1.3.1.	Windenergie	28
5.1.3.2.	Photovoltaik (PV)	28
5.1.4.	Bahntechnik	29
5.1.5.	Militärtechnik, Luft- und Schifffahrt	30
5.1.6.	Medizintechnik	31
5.1.7.	Studio- und Bühnentechnik	31
5.2.	Daten- und Telekommunikationselektronik	31
5.2.1.	PC/Rechenzentren, Vermittlungstechnik (Backplane)	32
5.2.2.	Mobilgeräte	32
5.2.3.	Netzwerktechnik (LAN), Infrastruktur (Büro, Industrie)	33
5.2.4.	Weitverkehrsnetz (WAN)	33
5.3.	Konsumelektronik	34
5.4.	Kfz-Elektronik	35
5.4.1.	Pkw und Nutzfahrzeuge	35
5.4.2.	E-Mobilität, Elektrische Antriebe und Hybride	36
5.4.3.	Ladesteckverbinder für Elektro-Kfz und Plugin-Hybride	37
6. BEGRIFFE DER STECKVERBINDETECHNIK		39
7. MITGLIEDER DER FACHABTEILUNG STECKVERBINDER IM ZVEI		55

1. Einleitung

Mit dieser Broschüre soll dem Leser ein Leitfaden an die Hand gegeben werden, der die Komplexität und Vielschichtigkeit von Steckverbindern näher bringt. Dabei sind die Erläuterungen und technischen Details so aufgebaut, dass sowohl der bereits Sachkundige als auch ein Neuling auf diesem Gebiet die Zusammenhänge versteht und Technologien begreifen kann. Es liegt am Leser, wie weit er seine Kenntnisse vertiefen möchte. Er kann sich durchaus nur einen Überblick verschaffen, er kann sich aber auch intensiv damit befassen und letztlich sowohl technische als auch marktwirtschaftliche Grundlagen zum Bereich Steckverbinder gewinnen. Deshalb ist dieser Leitfaden für Kunden und Anwender, angehende Ingenieure und Auszubildende, Manager und kaufmännische Mitarbeiter eine komprimierte Darstellung, um Wissen im Bereich der Steckverbindertechnik- und -industrie zu vermitteln – sozusagen ein „Steckverbinder-Ratgeber“ für den täglichen Gebrauch.

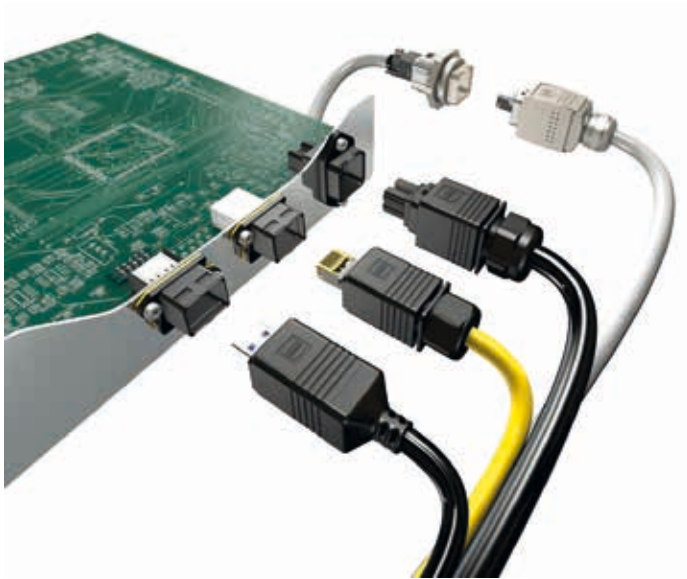


Abb. 1: Industriesteckverbinder zur Daten- und Leistungsübertragung – Quelle: Harting

Was sind Steckverbinder, wozu werden sie benötigt?

Steckverbinder sind eine Voraussetzung für elektrische und elektronische Verbindungen. In einer zunehmend elektronisierten und digitalisierten Welt sind Steckverbinder der Schlüssel für die Möglichkeit der Vernetzung und Verbindung. Sie werden in allen Bereichen der Elektrotechnik/Elektronik angewendet. Die Vielfalt geht von Miniatur- bis zu großen, schweren Steckverbindern. Grundsätzlich ist der Steckverbinder eine Komponente, die es ermöglicht, Systeme in der elektrischen Energieübertragung und der elektronischen und optischen Signalübertragung optimal zu nutzen. Abhängig vom Einsatzort und der geforderten Übertragungsqualität werden Steckverbinder so konzipiert, dass sie den Einsatzzweck bzw. die gezielte Anwendung bestmöglich erfüllen. Dies im Hinblick auf technische Gegebenheiten und wirtschaftliche Anforderungen, auf rationelle Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren, auf Anpassungen an vorhandene und zukünftige Technologien, auf Umwelt- und ökonomische Bedingungen, auf permanent steigende Datenübertragungsraten sowie höhere Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit. Damit diese Ansprüche erfüllt werden, sind die Steckverbinder für die Vielzahl der Anforderungen und Einsatzgebiete ausgelegt. Die speziellen Ausprägungsformen werden nachfolgend für die diversen Anwendungsgebiete dargestellt.



Abb. 2: Steckgesicht (Kontaktanordnung) eines Hybrid-Rundsteckverbinders – Quelle: Phoenix Contact

2. Markt

Der Markt für Steckverbinder in Deutschland, aber auch in der Welt, hat sich seit Jahren kontinuierlich entwickelt. Die Zuwachsraten sind moderat aber konstant gestiegen. Schwächere Konjunkturentwicklungen haben auch die Steckverbinderbranche getroffen, sind jedoch aufgrund der strukturell fundierten Basis und der strategisch-technologischen Ausrichtung gut aufgefangen worden.

Die relative Stabilität des Markts ist vor allem durch innovative Techniken und die Anpassung der Steckverbinder an neue Entwicklungen in den Anwendungsbereichen erhalten worden. Die enge Abstimmung bei Neuentwicklungen von Baugruppen und Geräten und den dafür notwendigen Steckverbindern hat funktionelle und technische Fortschritte möglich gemacht (z. B. Mikrosystemtechnik), die zukunftsweisend sind.

Im ZVEI wird der Markt für Steckverbinder intensiv beobachtet und statistisch ausgewertet. Insbesondere werden folgende Statistiken, quartalsweise und jährlich, erstellt:

- Markttabellen Deutschland und der Welt mit Umsatzzahlen nach Regionen und Segmenten,
- gemeldete Umsatz- und Auftragszahlen sowie Konjunkturdaten.

Regelmäßig werden Roadmaps für die langfristigen Trends in der Steckverbinder-Industrie und Imagebroschüren, wie die hier vorliegende, erstellt.

2.1. Markttabellen, Umsatz

2.1.1. Deutschland

Steckverbinder nach Branchen Deutschland					
Marktgröße Deutschland	2010 Mio Euro	2011 Mio Euro	2012 Mio Euro	2013 Mio Euro	2014 Mio Euro
Konsumelektronik	163	173	168	171	174
Datentechnik	132	139	138	142	148
Kfz-Elektronik	880	933	951	961	980
Industrieelektronik	565	610	574	582	597
Telekommunikation	199	201	184	190	198
Gesamt	1.939	2.055	2.015	2.047	2.097

Marktwachstum Deutschland	2011 in %	2012 in %	2013 in %	2014 in %
Konsumelektronik	6,0	-2,5	1,5	2,0
Datentechnik	5,0	-0,5	3,0	4,0
Kfz-Elektronik	6,0	2,0	1,0	2,0
Industrieelektronik	8,0	-6,0	1,5	2,5
Telekommunikation	1,0	8,5	3,5	4,0
Gesamt	6,0	-1,9	1,5	2,5

Marktaufteilung Deutschland	2010 in %	2011 in %	2012 in %	2013 in %	2014 in %
Konsumelektronik	8,4	8,4	8,4	8,4	8,3
Datentechnik	6,8	6,7	6,8	6,9	7,0
Kfz-Elektronik	45,4	45,4	47,2	47,0	46,7
Industrieelektronik	29,1	29,7	28,5	28,4	28,5
Telekommunikation	10,3	9,8	9,1	9,3	9,4
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Das Wachstum bei den Steckverbindern ist einerseits abhängig von der allgemeinen konjunkturellen Entwicklung, andererseits wird es vor allem durch technologische Trends und Funktionserweiterungen getragen. Energie-wende, Elektromobilität und Informatisierung der Industrie (Industrie 4.0) sind Zukunftsmärkte, die für die Steckverbinderindustrie Wachstumspotential bedeuten.

Bei Betrachtung der einzelnen Segmente zeigt sich folgende Marktentwicklung:

- Die Konsumelektronik wird lediglich durch Ersatzbedarf und funktionelle Verbesserungen beeinflusst.

- Die Datentechnik und die Telekommunikation profitieren vom Zuwachs des Kommunikationsbedarfs.
- In der Kfz-Elektronik sind Themen wie Gewichtseinsparung, Funktionserweiterungen, Elektromobilität, Miniaturisierung usw. für die Anforderungen an die Steckverbinder im Auto prägend.
- Die Industrieelektronik wird durch Modularisierung, einen größeren Bedarf an Datentechnik und Energieeffizienz beeinflusst.

Konsumelektronik	Datentechnik	Kfz-Elektronik	Industrieelektronik	Telekommunikation
Audiogeräte	Großrechnersysteme	Motorelektronik	Regenerative Erzeugung	Endgeräte
Videogeräte	PC-Systeme	Getriebeelektronik	Energieversorgung	Vermittlungssysteme
Studiotechnik	Datennetzwerke	Informationselektronik	Photovoltaik und Solaranlagen	Navigationsgeräte
Freizeitelektronik	Abrechnungssysteme	Komfortelektronik	Flur- und Förderfahrzeuge	Verkehrsinfrastruktur und Signaltechnik
Fotogeräte	Bürotechnik	Sicherheitselektronik	Gewerbl. Elektrogeräte und Maschinen	Daten- und Signalübertragungsgeräte
Sportelektronik	Sicherungssysteme	Funktionsüberwachungsgeräte	Maschinen	
Musikinstrumente /-geräte		Energieversorgungselektronik	elektrisch/elektronische Messgeräte	
Elektron. Spielzeuge		Verkehrsleitsysteme	Energieeffizienz	
Lichttechnik			Steuer- und Regelungstechnik	
Elektrowärmeegeräte			Industrieautomation	
Geschirrspüler			Prozessautomatisierung	
Waschpflegegeräte			Leistungselektrik	
Hauskleingeräte			Medizintechnik	
Kühl-, Gefrier- und Wärmegeräte			Militär, Luft-, Raumfahrt	
Elektrowerkzeuge			Bahntechnik	
Brennwerttechn. für Öl und Gas				
Heizkessel, -thermen				
Kraft-Wärme-Kopplung				
Lüftungstechnik				
Abgassysteme				
Klimatechnik				
Biogasanlagen				

Anwendungsfelder (Segmente) in Anlehnung an die ZVEI-Definition

2.1.2. Weltmarktzahlen¹

Steckverbinder nach Regionen Welt					
Marktgröße	2010 Mio Euro	2011 Mio Euro	2012 Mio Euro	2013 Mio Euro	2014 Mio Euro
Amerika	7.831	7.833	8.697	9.045	9.452
EMEA	7.541	7.543	7.926	8.005	8.165
<i>darunter Europa</i>	7.202	7.272	7.563	7.638	7.791
Japan	5.380	5.279	5.661	5.774	5.890
Asien/Pazifik	12.036	12.956	14.245	15.171	16.233
<i>darunter China</i>	7.808	8.703	9.616	10.289	11.061
Total	32.789	33.611	36.530	37.996	39.741

Marktwachstum	2011 in %	2012 in %	2013 in %	2014 in %
Amerika	0,0	11,0	4,0	4,5
EMEA	0,0	5,1	1,0	2,0
<i>darunter Europa</i>	1,0	4,0	1,0	2,0
Japan	-1,9	7,2	2,0	2,0
Asien/Pazifik	7,6	10,0	6,5	7,0
<i>darunter China</i>	11,5	10,5	7,0	7,5
Total	2,5	8,7	4,0	4,6

Marktaufteilung	2010 in %	2011 in %	2012 in %	2013 in %	2014 in %
Amerika	23,9	23,3	23,8	23,8	23,8
EMEA	23,0	22,4	21,7	21,1	20,5
<i>darunter Europa</i>	22,0	21,6	20,7	20,1	19,6
Japan	16,4	15,7	15,5	15,2	14,8
Asien/Pazifik	36,7	38,5	39,0	39,9	40,8
<i>darunter China</i>	23,8	25,9	26,3	27,1	27,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Weltweit sind die Wachstumsraten in den Regionen sehr unterschiedlich. Der Asien/Pazifik-Markt profitiert heute vom Wachstum in China, allerdings mit abnehmender Tendenz. Amerika hat durch neuere Technologien seine Marktposition wieder gestärkt, u. a. durch Stabilisierung der Automobilindustrie.

Japan ist ebenfalls wieder im Aufwärtstrend. Europa wird am stärksten beeinflusst durch das Wachstum in Deutschland, andere europäische Länder wie z. B. Frankreich und Italien sind nach wie vor schwächer.

1 Amerika: Nafta, Zentral- und Südamerika (Latein-Amerika)
EMEA: West- und Ost-Europa sowie Afrika, Mittlerer Osten und andere
Asien/Pazifik: Tigerstaaten, wie z. B. Taiwan, frühere GUS-Staaten, wie z. B. Armenien, Georgien, usw.
Andere asiatische Staaten, vor allem China, Indien, Pakistan, usw.
Ozeanien, wie z. B. Australien, Neuseeland, usw.

3. Allgemeine Trends

3.1. Megatrends, die die Welt der Elektrotechnik und Elektronik beeinflussen

Steckverbinder ermöglichen die modulare Strukturierung von Baugruppen, Geräten, Systemen und Anlagen. Sie vereinfachen den Betrieb, die Herstellung und Wartung sowie den schnellen Austausch von Komponenten, erlauben die Integration neuer Funktionalitäten in bestehende Systeme und fördern damit die wirtschaftliche Nutzung. Steckverbinder folgen den Entwicklungen in allen elektrotechnischen Systemen. Heute schon erkennbar sind steigende Bandbreiten der Signalübertragung zum Beispiel in der Telekommunikation, Datentechnik und Automatisierung. Das erfordert Steckverbinder, die bei gleichbleibender Zuverlässigkeit diese Anforderungen erfüllen können.

Die wesentliche Herausforderung für jeden Steckverbinder-Hersteller ist die Erfüllung maximaler technischer Leistungen bei kleinster Baugröße.

Die Wissenschaft nennt maßgeblich vier Megatrends, die unser Miteinander bestimmen und die erhebliche Wirkungen auf Innovationen und deren Geschwindigkeiten aufweisen. Megatrends sind jene Trends, die einen großen und epochalen Charakter haben und länger als 30 Jahre dauern. Diese Trends – anders als Schätzungen oder Prognosen – verändern die Welt langsam, stetig und unwiderruflich. Sie verändern nicht einzelne Segmente unseres sozialen Lebens oder Wirtschaftens sondern ganze Gesellschaften.

Der Megatrend „**Demografischer Wandel**“ wird in drei Subtrends unterteilt:

- Wachsende Weltbevölkerung,
- Alterung der Gesellschaft und
- zunehmende Verstädterung.



Abb. 4: Megacity Yokohama – Quelle: Souljedi, Fotolia

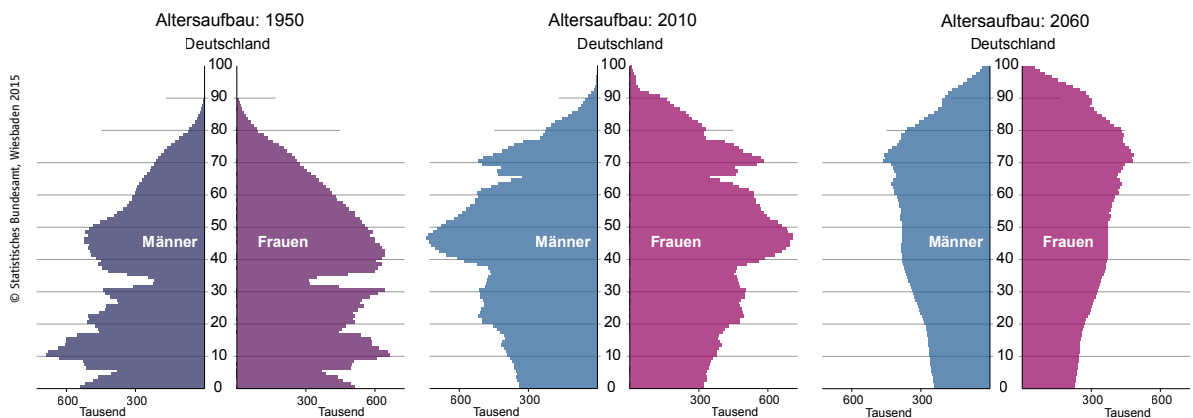
Altern und Schrumpfen der Bevölkerung in Industrieländern stehen insgesamt kräftiges Wachstum, erhöhte Migrationsströme der Weltbevölkerung und sich verschiebende Konsumnachfrage gegenüber.

Prognosen sagen, dass die Weltbevölkerung bis 2030 von heute sieben Milliarden auf 8,3 Milliarden Menschen wächst, die um 5,1 Jahre älter wird und zu 59 Prozent in Städten lebt.

Daraus ergeben sich für die Elektrotechnik/Elektronik und den Einsatz von Steckverbindern neue Potentiale in Medizintechnik und Diagnostik, in Forschungs- und Produktionsapparaturen, bei emissionsfreien Antrieben, multimodalen Mobilitätskonzepten und effizienten Gebäuden für Megacities.

Der Megatrend „**Nachhaltigkeit**“ beinhaltet die Subtrends:

- Ressourceneffizienz,
- Umweltschutz und
- soziale Standards.



Die Endlichkeit fossiler Brennstoffe und die hohe Umweltbelastung, die mit deren Nutzung verbunden ist, fordern klimagerechte Energieerzeugung und nachhaltige Umwelttechnologien. Gleiches gilt für endliche Vorräte einzelner Rohstoffe, wie z. B. Lithium und „Seltene Erden“. Gleichzeitig wird Nachhaltigkeit durch das Setzen sozialer Standards für die menschliche Arbeitskraft erzielt.



Abb. 5: Nachhaltige Energieversorgung mit Windkraft und Photovoltaik – Quelle: Visidia, Fotolia

Perspektiven für die Elektronik und den Einsatz von Steckverbindern sind: neue Materialien für Umwelteffizienz, neue Antriebskonzepte, neue Technologien zur Kraftstoffreduzierung und optimalen Energiespeicherung. Dafür sind Investitionen in Umwelttechniken, Mikrosystemtechniken und elektronische Bedarfssteuerungen in z. B. Automobil-, Maschinenbau und Elektrotechnik erforderlich. „Smart Home“, „Smart Grid“, „Smart Cars“ lauten hier die aktuellen Stichworte, die Herausforderungen an kleinste Steckverbinder, an sehr hohe Übertragungsraten oder auch für höchste Ströme stellen.



Abb. 6: Smart Home – Quelle: Mimi Potter, Fotolia

Der Megatrend „Globalisierung“:

Was wie ein Konzept klingt, das sich jemand im stillen Kämmerchen ausgedacht und niedergeschrieben hat, ist ein weiterer, seit vielen Jahren beobachtbarer Megatrend, der Hand in Hand mit dem Subtrend „Mobilität“ geht. Der Kapital-, Waren- und Personenverkehr in Verbindung mit extrem schneller Kommunikation erreicht nie zuvor dagewesene Größenordnungen.

Der wirtschaftliche Aufstieg von Schwellenländer bietet neue, große Absatzmärkte und zugleich weitere Wettbewerber. Die Markterschließung Asiens ist begleitet von Innovationsprozessen, vom Zwang der nationalen Betriebe, sich international orientieren zu müssen und von Arbeitskräften, die auf internationale Märkte strömen. Internet, Vernetzung und moderne Kommunikationsmittel tragen dazu bei, dass nationale Strukturen an Bedeutung verlieren und in internationalen aufgehen. Wissen konzentriert sich in unterschiedlichen Regionen, Produktlebenszyklen werden kürzer, der Zwang zur schnelleren und ständig neuen Innovation wird zur Herausforderung – auch für die Bauelemente der Elektrotechnik.



Abb. 7: Mobilität – Quelle: Neuschäfer

Der Megatrend „**Digitalisierung**“ geht mit folgenden Subtrends einher:

- Miniaturisierung,
- neue Technologien und
- branchenübergreifende Kooperationen

Die Erhöhung der Prozesseffizienz durch Digitalisierung, neue Materialien für leistungsfähigere Prozessoren und Speicherelemente, die Vernetzung und Steuerung verschiedener Produkte durch weiterentwickelte Mikrosystem- und Internettechnologien, führt zu immer kleineren, komplexeren und intelligenteren elektronischen Systemen. Die Mikrosystemtechnik ist auch der Schlüssel zur Nutzung der Entwicklungen im Bereich der Nanotechnologien. Voraussetzung dafür sind standardisierte Schnittstellen für Steckverbinder, die ein Miteinander der Systeme erst ermöglichen.



Abb. 8: Mikrokontakte für Mobiltelefone – Quelle: Lumberg

3.2. Trend zur Regulierung und Standardisierung

3.2.1. Normierung

Das Zusammenwirken von Steckverbindern unterschiedlicher Hersteller ist eine wichtige Voraussetzung für den breiten Einsatz eines Steckverbinders. Um dies zu erreichen, werden die Schnittstellen zwischen dem freien und dem festen Steckverbinder je nach Anwendung international genormt. Damit ist die Kompatibilität und Austauschbarkeit gewährleistet. Zusätzlich gibt es branchen- oder länderspezifische Festlegungen. Diese werden

von Interessengruppen, wie Herstellern oder Anwendern, initiiert.

Die flexible Beherrschung dieser vielfältigen Varianten einerseits und Bemühungen einer internationalen Standardisierung andererseits, forcieren kontinuierliche Technologieverbesserungen und schaffen damit eine der Voraussetzungen für den weltweiten Geschäftserfolg.



Abb. 9: Genormte Industrial Ethernet-Steckverbinder – Quelle: Weidmüller

Neben genormten Ausführungen (z. B. RJ45, USB, HDMI, M12) gibt es zunehmend Anforderungen die gezielt in kundenspezifische Lösungen umgesetzt werden.

3.2.2. Regulierung

Das Bestreben, den Schutz der Verbraucher und der Umwelt stetig zu verbessern, führt zu gesetzlichen Vorgaben für die Hersteller von elektrotechnischen Geräten. Diese Regulierungen betreffen das Verbot einzelner Stoffe oder Recyclingvorgaben ebenso wie Sicherheitsvorschriften oder den Energieverbrauch. Selbstverständlich müssen diese Vorschriften auch von den darin verwendeten Steckverbindern eingehalten werden.

Die EU-Richtlinie 2011/65/EU (RoHS-Direktive – Restriction of certain Hazardous Substances) wie auch die ELV-Richtlinie 2000/53/EC (End of Live Vehicles) zum Beispiel verbietet Blei und andere Gefahrstoffe aus den Geräten und Systemen. Diese Verbote führten z. B. zu deutlich höheren Temperaturbelastungen im Lötprozess, was die Verwendung neuer, temperaturbeständigerer Werkstoffe für die Steckverbinder erforderlich machte.

Weitere Direktiven, wie die 2012/19/EU (WEEE-Richtlinie – Waste Electrical and Electronic Equipment) zum Recycling von Elektro- und Elektronik-Altgeräten oder die Stoffverbots-Verordnung (EG) 1907/2006 (REACH: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), sind bei der Entwicklung von Steckverbindern anzuwenden.

Außerdem sind die für den jeweiligen Anwendungsbereich (u. a. Bahn-, Medizin-, Chemie-, Lebensmitteltechnik) spezifischen Vorschriften zu beachten.

3.2.3. Konformitätsnachweis

Zum Nachweis, dass Steckverbindersysteme die technischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen erfüllen, werden die Bauteile in den firmeneigenen Laboren bzw. durch akkreditierte Prüfstellen zertifiziert. Für bestimmte Nationen oder Anwendungen sind zudem Zulassungen erforderlich, die von den zuständigen Prüfstellen durch die Vergabe eines Prüfzeichens bestätigt werden (z. B. VDE, TÜV, UL, CCC).

4. Technologien

4.1. Allgemein

Wussten Sie schon, dass in den nächsten Jahren der Weltmarkt der Steckverbinder eine Umsatzdimension von 40 Milliarden Euro überschreiten wird? Europa wird dabei einen Anteil von rund 8,5 Milliarden Euro erreichen. Deutschland ist in dieser Region führend und hat den größten Exportanteil. Allein sechs Prozent der Umsätze fließen Jahr für Jahr in Forschung & Entwicklung um immer neue elektronische Funktionalitäten, kleinere Bau-räume, neue Sicherheitsfunktionen und Energiesparmaßnahmen nachhaltig zu realisieren.

Ständig steigende Anforderungen bedingen smarte, leistungsstarke, sichere und schnelle Übertragungslösungen. Steckverbinder übernehmen dabei die Energie- und Signalverteilung. Drei Verbindungslösungen sind dabei grundsätzlich zu unterscheiden:

- **Wire-to-Wire:** Die Verbindung eines Leiters (Kabel, Leitung, Draht) mit einem anderen Leiter.
- **Wire(Cable)-to-Board:** Die Verbindung eines Leiters mit einer Leiterplatte.
- **Board-to-Board:** Die Verbindung einer Leiterplatte mit einer zweiten Leiterplatte.

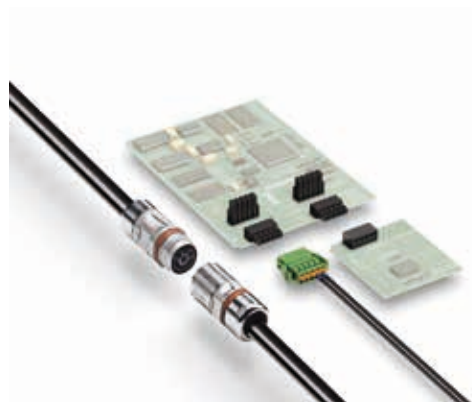
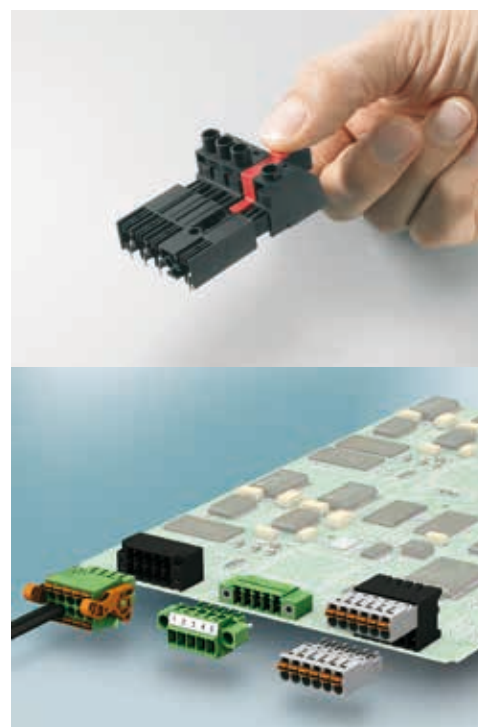


Abb. 10: Verbindungslösungen Wire-to-Wire, Wire-to-Board, Board-to-Board – Quelle: Phoenix Contact

Die Verbindung der Kontaktelemente zu den Leitern oder Leiterplatten wird über die verschiedenen Anschlusstechniken ermöglicht.

In der Regel wird die Kontaktierung über ein starres (Stift oder Messer) und ein federndes Kontaktelement (Feder oder Buchse) realisiert. Bei Leiterplattenkontaktierungen unter-

scheidet man direkte und indirekte Kontaktierung. Die Führung der Kontakte wird über die Gehäuseelemente und Kontaktträger erreicht. Der Abstand zwischen zwei Kontakten wird als Raster bezeichnet. Kodierungen wie z. B. Steckgesicht und Stege verhindern falsches Stecken. Gegen unbeabsichtigtes Trennen werden unter anderem Hebelsysteme, Rasthaken und Verschraubungen angewendet.



Steckverbinder-Verriegelungen –
Abb. 11 oben: Quelle: Weidmüller
Abb. 12 unten: Quelle: Phoenix Contact

Für Kontaktelemente werden aufgrund der guten Leitfähigkeit vorrangig Kupferlegierungen verwendet. Um einen guten Korrosionsschutz und Abriebfestigkeit zu gewährleisten sind diese mit Oberflächenbeschichtungen versehen. Kontaktträger werden fast ausschließlich aus Kunststoffen als Isolationsmaterial hergestellt. Für Gehäuse kommen sowohl Kunststoffe als auch Metalllegierungen zum Einsatz.

Umweltbedingungen, wie hohe oder niedrige Temperaturen, Vibrationen, Verschmutzungen, Chemikalien, Feuchtigkeit bis hin zum Untertauchen, UV- und elektromagnetische Strahlung, haben einen Einfluss auf die Ausführungsform.

4.2. Elektrische Anslusstechnologien

Zweck des Einsatzes von Steckverbindern ist es, die elektrische Verbindung lösbar zu gestalten. Steckverbinder bestehen aus Kontaktelementen, die in isolierenden Kammern platziert sind und zum Gegenstück elektrisch kontaktiert werden können. Entsprechend der Anwendung im System sind diese an die zugeordneten elektrischen Leiter angeschlossen und häufig unlösbar verbunden. Es werden grundsätzlich zwei Arten von Leiteranschlüssen unterschieden: Leiterplatten- sowie Draht- bzw. Kabelanschlüsse.

4.2.1. Leiterplattenanschlusstechnik

4.2.1.1. Löttechnik

Die Löttechnik ist die am weitesten verbreitete Anslusstechnologie zur Kontaktierung von Steckverbindern auf Leiterplatten (Printed Circuit Board – PCB). Dabei wird je nach Montageart in Durchsteckmontage (Trough Hole Technology – THT) und Oberflächenmontage (Surface Mounted Technology – SMT) unterschieden. Im Fall der Durchsteckmontage werden die Lötanschlüsse der Steckverbinderkontakte in die dem Anschlusslayout entsprechenden Löcher der Leiterplatte eingefädelt. Die unlösbare dauerhafte Verbindung erfolgt nach der Bestückung händisch in Einzellötung oder produktiv mit einer Wellen- oder Schwalllötung.

Moderne Leiterplatten werden in der hochproduktiven und kostengünstigen SMT-Technologie ausgeführt. In diesem Fall werden die Steckverbinder zusammen mit den anderen Bauelementen in Position auf ein aufgedrucktes Lotpastendepot aufgesetzt. Im Anschluss daran erfolgt die Lötung (Reflow) im Durchlaufofen. Bei den SMT-tauglichen Steckverbindern müssen die verwendeten Werkstoffe und Beschichtungen der Reflowtemperatur widerstehen. Des Weiteren müssen diese in Geometrie, Masse und Schwerpunkt automaten-tauglich ausgeführt sein. Bei SMT-Steckverbindern sind die Lötanschlüsse sehr präzise ausgeführt, was die Koplanarität betrifft.

Ein Sonderfall des Lötverfahrens ist mit der „Pin-in-Paste-Technologie“ (THT-Reflow) gegeben. In diesem Fall werden die Steckver-

binder in Durchsteckmontage in mit Lötpaste gefüllten Durchkontaktierungen montiert. Die Verlötung erfolgt dann parallel mit den restlichen SMT-Bauelementen im Reflow-Verfahren. Die Werkstoffe der Steckverbinder müssen entsprechend temperaturfest vorliegen.

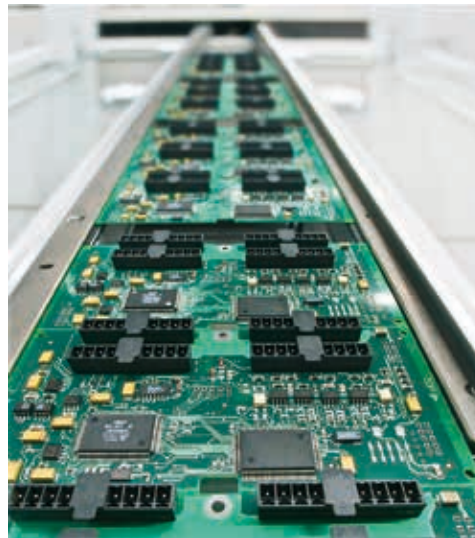


Abb. 13: Hochtemperaturfeste Leiterplatten-Steckverbinder für die Pin-in-Paste-Reflow-Löttechnik – Quelle: Phoenix Contact

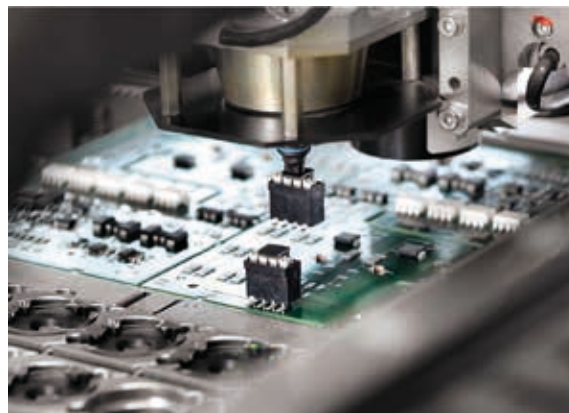


Abb. 14: Pick+Place-Prozess für SMT-Leiterplattenverbinder – Quelle: Weidmüller

4.2.1.2. Einpresstechnik

Die Einpresstechnik ist eine lötfreie elektrische Verbindungstechnik, die sich seit Jahren in der elektronischen Aufbautechnik bewährt hat und somit als stabile und zuverlässige Montageart von Steckverbindern und Einzelkontakten auf der Leiterplatte gilt. Voraussetzung für diese Technik ist die Nutzung von mindestens zweilagigen Leiterplatten mit elektrischen Durchkontaktierungen. Ein Vorteil im Vergleich zum Lötverfahren ist, dass die Montage am Ende der Bestückung erfolgen kann, nachdem die elektrische Funktion der Baugruppe geprüft wurde. Man unterscheidet zwei Arten der Einpresstechnologie, die der massiven und flexiblen Einpresszonen.

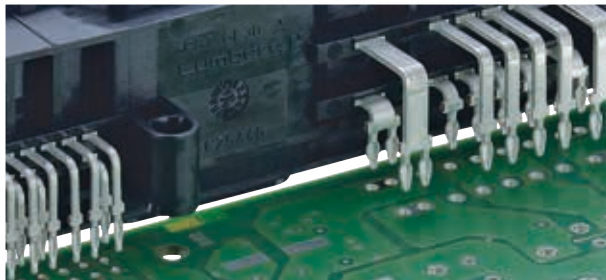


Abb. 15: Flexibler Einpresskontakt über metallisierter Hülse in der Leiterplatte –
Quelle: Lumberg

Beim massiven, nicht nachgebenden Kontaktanschluss werden die Kontaktierung und die Haltekraft durch das gedehnte Leiterplattenloch ermöglicht. Die elastische Einpresszone ist dem entgegen federnd konstruiert, so dass der mechanische Stress im Leiterplattenloch im Vergleich zum massiven Stift deutlich reduziert werden kann. Mit dieser Funktionalität ist es möglich die Komponente mehrmals einzupressen, womit ein Reparaturfall möglich wird. Die Steckverbinderhersteller bieten eine große Vielfalt von zuverlässigen Einpresszonen in Lochdurchmessern von $<0,5$ mm bis über 1,6 mm an.

4.2.2. Leiteranschlusstechnik

4.2.2.1. Crimptechnik

Die Crimptechnik ist die am weitesten verbreitete Anschlussstechnologie für Leiter. Beim Crimpen als Fügeverfahren werden die einzelnen Leitungen in der Crimpzone des Kontaktelements durch plastische Verformung miteinander verbunden. Die Verbindung ist ohne Zerstörung nicht lösbar und kann nur mittels Ersatz repariert werden. Crimpverbindungen gewährleisten eine hohe elektrische und mechanische Zuverlässigkeit.

Beim Crimp werden unterschiedliche Ausführungsformen angewendet, die sich grundsätzlich in offene und geschlossene Crimphülsen unterscheiden. Bei den offenen Varianten werden die abisolierten Leiter in den „U“-förmig geformten Anschlussbereich von oben eingelegt und durch Einrollen verpresst. Diese Varianten lassen sich vollautomatisieren und sind sehr kostengünstig. Bei den geschlossenen Crimpzonen, die bei Rundkontakten verbreitet sind, werden die abisolierten Leiter in der Crimpzone von mehreren Seiten gleichzeitig verpresst.



Abb. 16: Crimpkontakte für den automobilen Kabelsatz –
Quelle: TE Connectivity

Die crimpbaren Leiterquerschnitte reichen von $0,1 \text{ mm}^2$ bis 50 mm^2 . Es können prinzipiell Litzen-, Massiv-, Lackdraht- und Folienleiter verbunden werden. Die Crimpzone muss dafür optimal ausgelegt sein. Eine Qualitätsüberwachung der Verbindung ist einfach möglich. Bei der Crimptechnik werden die Leiter erst an den Kontakt gefügt. Die Bestückung in das Steckverbindergehäuse erfolgt danach.

4.2.2.2. Schneidklemmtechnik

Im Gegensatz zur Crimptechnik werden bei der Schneidklemmtechnik, auch IDC (Insulation Displacement Connection) genannt, die Leiter zur Anschlusskontaktierung nicht abisoliert. Der elektrische Kontakt erfolgt durch das Einpressen der Leitung in eine gabelartige federnde Schneidklemme, wobei die Isolierung des Leiters durchtrennt und der metallische Innenleiter zum Kontakt eingeklemmt wird.

Bei der Schneidklemmtechnik sind die Kontakte im Gehäuse vorbestückt. Vorteil dieser Technologie ist, dass mehrere Leiter gleichzeitig mit nur einem Einpressvorgang angeschlossen werden können. Eine Schneidklemmverbindung ist meist lösbar.

Für Schneidklemmen gibt es die verschiedensten Ausführungsformen mit einfacher oder doppelter Klemmung. Die Schneidklemme muss auf den vorgesehenen Leitertyp und dessen Isoliermaterial abgestimmt werden. Es können Litzen-, Massiv- und Lackdrahtleiter in den Querschnittsbereich von $0,01 \text{ mm}^2$ (Lackdraht) bis ca. sechs mm^2 kontaktiert werden.



Abb. 17: RJ-45 Steckverbinder mit Schneid-Klemm-Technik – Quelle: Metz Connect



Abb. 18: Assemblierter RJ-45 Steckverbinder – Quelle: Metz Connect

4.2.2.3. Piercingtechnik (Durchdringung)

Ähnlich wie bei der Schneidklemmtechnik wird bei der Durchdringung- oder Piercingan-schluss-technologie ein nicht abisolierter Leiter kontaktiert. Der elektrische Kontakt erfolgt durch das Einstechen einer runden oder mes-serartigen Kontaktspitze in den Litzenleiter. Die notwendige Andruckkraft für die Kontak-tierung zum Kontaktanschluss erfolgt dabei über die Leiterisolierung und zusätzlich über die Leiterführung im Kunststoffgehäuse.

Wie bei der IDC-Technik können mehrere Lei-ter gleichzeitig angeschlossen werden. Der Piercingkontakt muss auf den Litzenleiter abgestimmt sein. Es werden vorwiegend Litzenleiter im Querschnittsbereich von $0,1 \text{ mm}^2$ bis vier mm^2 kontaktiert. Die häufigste Anwendung der Piercingtechnologie sind RJ-Steckverbinder aus der Telefon- und Kommu-nikationstechnik.

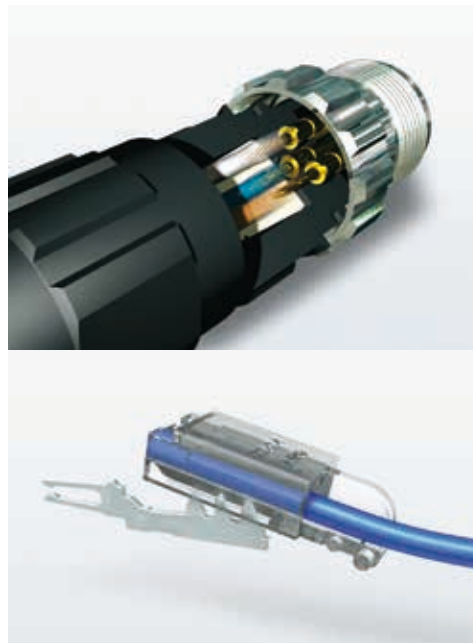


Abb. 19 oben: Rundsteckverbinder mit Axial-Piercingkontakten – Quelle: Phoenix Contact

Abb. 20 unten: Steckverbinder-Einzelkontakt mit 3fach-Piercing und Einpresshilfe – Quelle: Phoenix Contact

4.2.2.4. Klemmtechnik – Schraubklemmen, Federklemmen

Die Schraubklemmverbindung ist die historische Anschluss technik, bei der die abisolierten Leiter unter Nutzung einer Schraube in einer Bohrung oder Hülse des Kontaktelements verklemmt werden. Eine Weiterentwicklung dieser Verbindungsart bildet die Federklemme, bei der die notwendige hohe Anpresskraft zur sicheren Kontaktierung mit einer dauerstandfesten Feder aufgebracht wird. Die Leiter sind in der Klemmverbindung im Allgemeinen durch Selbsthemmung fixiert. Damit sind die Federklemm- wie auch die Schraubklemmverbindungen kraftschlüssige und lösbare Verbindungen. Federklemmverbindungen – insbesondere in Direkt-Stecktechnik („Push-in“) – ermöglichen im Vergleich zu Schraubklemmverbindungen kürzere Montagezeiten und sind daher in der Schaltschrankbau und der Elektro-Installationstechnik zunehmend anzutreffen.

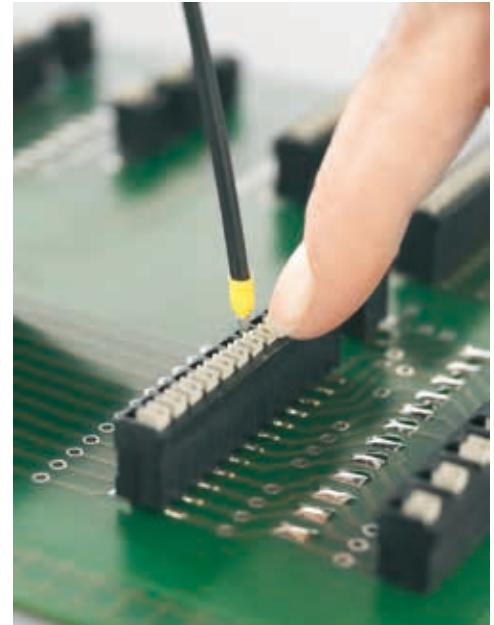
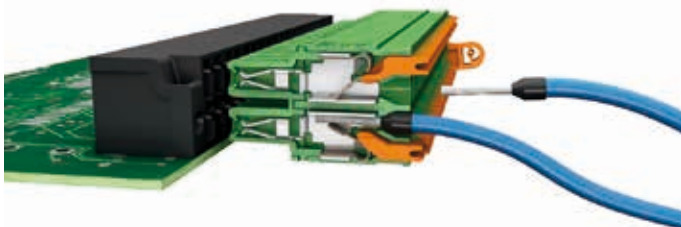


Abb. 23: Leiterplattenverbinder in Direkt-Stecktechnik mit Lösetaste (Pusher) – Quelle: Weidmüller

4.3. Ausführungsformen von Steckverbindern

4.3.1. Rundsteckverbinder

Rundsteckverbinder sind an der zylindrischen Gehäuseform und dem runden Steckgesicht zu erkennen. Sie werden vorwiegend für den Anschluss von beweglichen Leitungen eingesetzt und zeichnen sich durch die kompakte Bauweise mit geringem Platzbedarf aus. Die Anordnung der Kontakte im Steckgesicht kann symmetrisch, asymmetrisch, zirkular oder linear ausgeführt sein und bauf ormabhängig von eins bis über 100 Pole haben.

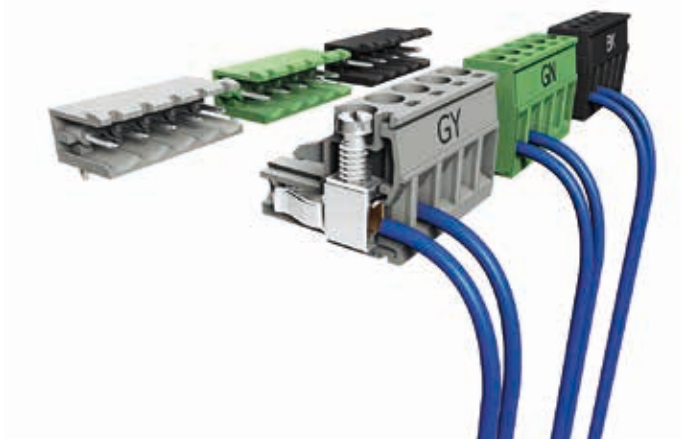


Abb. 24: Metrische Rundsteckverbinder mit unterschiedlichen Baugrößen zur Verbindung von Daten-, Signal- und Powerleitungen – Quelle: Phoenix Contact

Abb. 21 oben und Abb. 22 unten: Leiterverbinder in Push-In- und Schraubklemmverbindung – Quelle: Phoenix Contact

4.3.2. Rechtecksteckverbinder

Rechtecksteckverbinder sind Steckverbinder mit einem rechteckigen oder auch trapezförmigen Steckgesicht. Durch diese Bauform ist eine einfache Orientierung beim Stecken gegeben. Sie werden dort eingesetzt wo bewegliche Leitungen von einem Gehäuse oder Bauelement wegführen.



Abb. 25: Unterschiedliche Bauformen von Rechtecksteckverbindern – Quelle: Harting

Die Kontakte sind bei Rechtecksteckverbindern zumeist gleichförmig angeordnet. Die Stromübertragung reicht von wenigen Milliampere bis zu mehreren hundert Ampere. Auch Schnittstellen zur Datenübertragung bis in den Gigabitbereich sind verfügbar. Je nach Baugröße und Stromübertragung gibt es ein bis über 300 Pole.

Rechtecksteckverbinder sind als modulare Systeme realisierbar. Dabei werden innerhalb eines rechteckigen Gehäuses verschiedene Einsätze, sogenannte Module, angereiht, so dass ein anwendungsspezifischer Steckverbinder entsteht.

4.3.3. RAST-Steckverbinder

Im Hausgerätebereich werden vorwiegend RAST-Steckverbinder (Raster-Anschluss-Steck-Technik) mit den Familien RAST 2.5 und RAST 5 eingesetzt. Die RAST-Steckverbinder können zur Kontaktierung indirekt auf Stiftleisten und direkt auf den Rand einer Leiterplatte eingesetzt werden.

Die RAST-Spezifikationen standardisieren eine Reihe von Verbindungseigenschaften, z. B. die geometrischen Dimensionen des Gehäuses, alle funktionsrelevanten Abmessungen und Steckverbindermerkmale wie die Innen- oder Außenverrastung.

Konzipiert für zwei Leistungsbereiche – RAST 2.5 für Signalströme, RAST 5 für Leistungsströme – war das Ziel der RAST-Norm, die Konformität der Steckverbinder verschiedener Hersteller zu gewährleisten und Fehler im Produktionsprozess aufgrund falsch gesteckter Steckverbindungen auszuschließen bzw. die Montage im Zusammenbau der Endgeräte zu vereinfachen und Fehlverdrahtungen zu verhindern. RAST ermöglicht die Gruppierung von Anschlüssen, wodurch die Einzelverdrahtung minimiert werden kann. Gebräuchlich sind RAST-Steckverbinder in Schneidklemm-, Crimp- und Schraubklemmtechnik in Polzahlen von eins bis 20 in unterschiedlichsten Kodierungen.

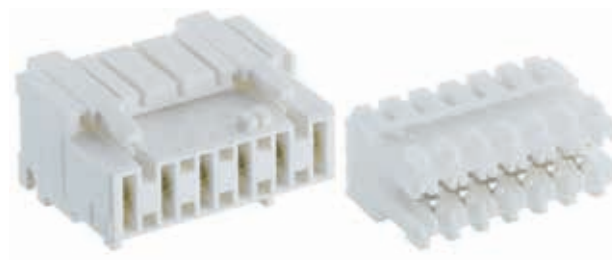


Abb. 26: Steckverbinder Bauform RAST 5 und RAST 2.5 – Quelle: Lumberg



Abb. 27: Farbcodierte RAST 5-Steckverbinder an einem Steuer-element – Quelle: Lumberg



Abb. 28: Ausführung von Koaxialsteckverbindern – Quelle: Molex

4.3.4. Koaxialsteckverbinder

Koaxiale Steckverbinder bestehen aus einem Innenleiter, dem umgebenden Isolator (Dielektrikum) und dem Außenleiter (koaxiale Abschirmung). Koaxiale Steckverbinder dienen der Verbindung von Leiterplatten, Kabeln und Geräten, wobei sehr hohe Frequenzen übertragen werden können. Dabei ist entscheidend, dass im Übertragungssystem durchgängig ein gleichbleibender Wellenwiderstand (Impedanz) eingehalten wird.

4.3.5. Leiterplattensteckverbinder

Über einen Leiterplattensteckverbinder wird die Kontaktierung zur Leiterplatte ermöglicht. Entsprechend der Anwendung unterscheidet man zwischen dem Anschluss von einzelnen Drähten an die Leiterplatte (Wire-to-Board), dem Anschluss eines Rund- oder Flachbandkabels (Cable-to-Board) und der Verbindung zweier Leiterplatten (Board-to-Board).

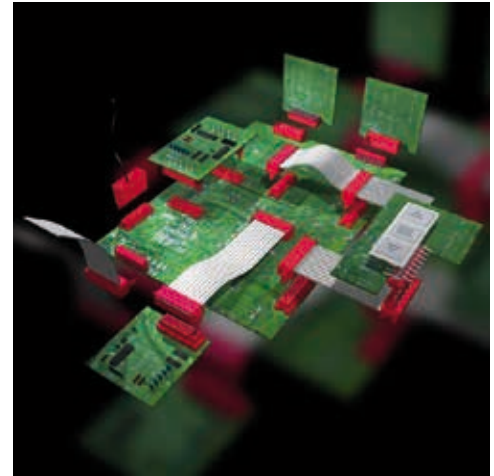


Abb. 30: Leiterplattensteckverbinder für Flachbandkabel und Bord-to-Bord Anschlüsse – Quelle: TE Connectivity

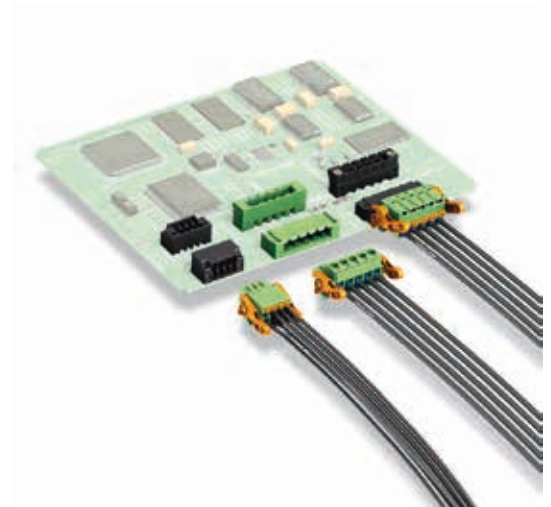


Abb. 31: Steckverbinder für Einzelleiter im Signalbereich – Quelle: Phoenix Contact



Abb. 29: Leiterplattengeräteanschlüsse – Quelle: Metz Connect

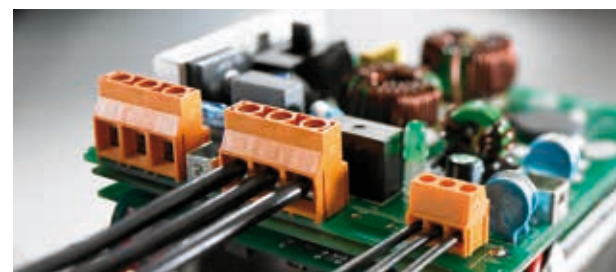


Abb. 32: Leiterplattenanschlussklemmen für Einzelleiter in Power- und Signalbereich – Quelle: Weidmüller

Leiterplattensteckverbinder reichen von Signal zu Hochstromanwendungen mit wenigen Polen bis zu Steckverbindern für die Kommunikationstechnik mit mehr als 1.000 Polen für die Übertragung von über 20 Gbit/s.

Bei Leiterplattensteckverbindern wird zwischen direkter und indirekter Kontaktierung unterschieden. Bei indirekter oder zweiteiliger Kontaktierung, bei der ein Steckverbinder mit einem Gegenstück verbunden wird, spricht man von indirektem Stecken. Bei direktem Stecken, der einteiligen Lösung, kontaktiert der Steckverbinder ohne Gegenstück direkt die Leiterbahnen auf der Leiterplatte.



Abb. 34: LWL-Steckverbinder in F-SMA-Bauform – Quelle: Spinner

4.3.6. Lichtwellenleiter (LWL)-Steckverbinder

LWL-Steckverbinder unterscheiden sich von üblichen elektrischen Steckverbindern dadurch, dass das Übertragungsmedium optische Fasern sind, die aus Glas oder Kunststoff hergestellt werden. Um eine optische Übertragung in der Verbindung zu ermöglichen, müssen die Fasern äußerst präzise (sub- μm) zueinander gekoppelt werden. Die Kopplung zueinander wird mittels sogenannter Ferrulen (ultra genaue Führungen) realisiert. Diese können zueinander in runden oder eckigen Bauformen der Steckverbinder aufgenommen werden. Dabei können von üblicherweise einer Faser bis zu 100 auf einmal zueinander gekoppelt werden.



Abb. 35: LWL-Adapter – Quelle: Molex

Resultierend aus der technischen Entwicklung sowie aus neuen Einsatzbereichen gibt es verschiedene Steckverbinderbauformen (u. a. LC-, SC-, F-SMA, MPO, MTRJ) und Kupplungsmechanismen (z. B. Push-pull-, Bajonett-, Schraub- und Rastverschlüsse).



Abb. 36: LWL-TOC-Steckverbinder (Telecommunication Outdoor Connector) als LC-Duplexausführung – Quelle: Telegärtner

Die Vorteile der LWL-Technologie sind die sehr hohen Übertragungsraten und Reichweiten, die geringere Masse, die kleineren Abmessungen und keine Beeinflussung durch elektromagnetische Störfelder.



Abb. 33: Beispiele für faseroptische Steckverbinder – Quelle: TE Connectivity

4.3.7. Misch- und Sonderbauformen

4.3.7.1. Modulsteckverbinder

Ein Modulsteckverbinder (MSV) integriert gleichartige oder verschiedenartige Kontaktsysteme in einem gemeinsamen Gehäuse. Typischerweise wird dies in einer Art Baukasten zusammengestellt. Die Kontaktsysteme können aus Signal- und Leistungskontakten bestehen. Es gibt auch Ausführungsformen, die zusätzlich faseroptische und/oder pneumatische Kontaktsysteme enthalten.

Die Modulsysteme sind im Wesentlichen kundenspezifisch aufgebaut, wobei die Kontaktanordnung und Gehäuseausführung vom Hersteller oder Anwender entsprechend der Applikation vorgegeben wird.

Die Anwendung der MSV erfolgt vorrangig in den Branchen Automotive, Industrie, Energie, Automatisierung, Bahn und Medizin.

Als Verbindungselement werden Modulsteckverbinder vorwiegend von Kabel zu Kabel, wie auch von Kabel zu einer fest eingebauten Schnittstelle (z. B. Leiterplatte, Gehäuse, Schaltschrank), ausgelegt. Entsprechend der Anwendung werden die MSV vorwiegend gedichtet ausgeführt.



Abb. 37: Modulsteckverbinder für die Übertragung von Leistung, Signalen (u. a. per Lichtwellenleiter), Daten und Druckluft (blaues Modul) – Quelle: Harting



Abb. 38: Modulsteckverbinder zur Schaltschrankmontage – Quelle: Phoenix Contact



Abb. 39: Modularer Kunststoffsteckverbinder zur Versorgung von Bühnenantriebstechnik mit Leistung und Signalen – Quelle: Robolights

4.3.7.2. Kundenspezifische Anwendungen

In vielen Branchen werden Steckverbinder nach Kundenvorgaben spezifisch entwickelt. Grund dafür ist, dass vorhandene Bauräume und physikalische Rahmenbedingungen (Vibration, Klima und Temperatur) dazu zwingen, bestimmte Vorgaben einzuhalten. Außerdem werden gezielt Präferenzen und Abgrenzungen durch diese Vorgaben erreicht. Viele Kunden sind nicht an Steckkompatibilität interessiert, sondern lassen nur eigenständige Lösungen zu.



Abb. 40: Kundenspezifisches Stecksystem für Daten- und Powerleitungen in E-Mobility-Ladesäulen – Quelle: Phoenix Contact

In der Automobilindustrie beispielsweise bestimmt jeder OEM (Original Equipment Manufacturer) die Steckverbinder für die eingesetzten Komponenten und Schnittstellen in der jeweiligen Generation seiner Fahrzeugbaureihen selbst. Dieses hat dazu geführt, dass Kontaktfamilien kundenspezifisch in den verschiedensten Gehäuseformen aufgebaut werden, wie z. B. Metallrastnasen oder Clean-Body-Kontakte.



Abb. 42: Kundenspezifische Steckverbinder für die Bahntechnik – Quelle: Weidmüller



Abb. 41: Kabelanschlusstechnik für Kfz-Elektronik – Quelle: TE Connectivity



Abb. 43: Steckverbinder und Kontaktelemente an einer Kühlerlüfter-Steuerung für Pkw – Quelle: Lumberg

5. Branchen und Anwendungsfelder

Die Flexibilität von Steckverbindern spiegelt sich in den vielfältigen Anwendungen wider, in denen sie zum Einsatz kommen. Die Anwendungsfelder sind nach der Definition des ZVEI: Kfz-Elektronik, Industrieelektronik, Konsumerelektronik, Datentechnik und Telekommunikation.



Abb. 44-50: Beispiele Anwendungsbereiche für Steckverbinder – Quellen: ZVEI, Rainer Plendl-Fotolia, Spinner, Stephan Leyk-Fotolia, ODU, Lumberg, Harting

5.1. Industrieelektronik

Die Industrieelektronik zählt zu den am stärksten wachsenden Branchen. Geprägt von Automatisierung und klassischer Energietechnik spannt die Industrieelektronik heute einen weiten Bogen von der Prozess- und Fertigungstechnik über Gebäude- und Heimautomation, regenerative Energieerzeugung und -verteilung, Transportation (Verkehrstechnik, Schienen-, Luft- und Seefahrzeuge) bis hin zu Medizintechnik und professionellen Entertainmentssystemen.



Abb. 51: Sensor-Aktor-Verteiler in der Fertigungsautomation – Quelle: Phoenix Contact

5.1.1. Prozess- und Fertigungsautomation

Besonders komplex und umfangreich sind heute die Anforderungen an Steckverbinder im Maschinen- und Anlagenbau und in der Prozessautomatisierung. Während individuelle technologische Lösungen je nach Anwendung gefordert sind, muss die Verbindung häufig extremen Bedingungen wie Feuchtigkeit, Staub, chemischen Substanzen, hohen Temperaturen, Vibrationen, usw. über die geplante Nutzungsdauer standhalten.

Darüber hinaus muss die Anlagensicherheit gewährleistet sein und regionale und industrieppezifische Standards berücksichtigt werden.



Abb. 52: Servo-Drive mit Daten-, Signal- und Leistungsschnittstellen – Quelle: Weidmüller

Die **Automatisierungskomponenten** bzw. **-geräte** wie z. B. Steuerungen, I/O-Elemente, Frequenzumrichter, etc. im Schaltschrank (IP20) sind für gewöhnlich mit spezifischen Steckverbindern für Einzeladeranschluss ausgestattet. Dies ermöglicht maximale Flexibilität bei der schaltschrankinternen Anbindung der Sensoren und Aktuatoren sowie der Energieversorgung aller Komponenten untereinander sowie hin zum Feld.

In der **Leistungselektronik** lösen Leiterplatten-Steckverbinder immer häufiger die Klemmenlösungen ab und ermöglichen somit kompaktere und flexiblere Gerätedesigns bei hoher Stromtragfähigkeit. Wichtige Kriterien für diese Steckverbinder sind erhöhte Sicherheit, Schirmung und Normenkonformität.



Abb. 53: Motorcontroller mit Leiterplatten- und Rundsteckverbindern zum Anschluss der Signal- und Energiekabel – Quelle: Phoenix Contact

Im **Signalelektronikbereich** sind neben niedrigen Kosten, hoher Packungsdichte und leichter Bedienbarkeit Eigenschaften wie Variantenreichtum, Kodierbarkeit oder Verriegelungen von großer Bedeutung.



Abb. 54: Maschinensteuerung mit Signal- und Datensteckverbindern –
Quelle: Phoenix Contact

Die **Schaltschrankwand** (oder dezentraler Verteilerkasten) ist die Schnittstelle hin zur Feldverdrahtung, die häufig eine deutlich höhere Schutzklasse und robustere Ausführung von Geräten und Steckverbindern verlangt.

Da in der Automatisierung oft Energie, Signale und Daten vom Schaltschrank parallel ins Feld geführt werden müssen, bieten sich modulare (Hybrid) Steckverbindersysteme an.



Abb. 55: I/O-Element (Input/Output) mit Sensorsteckverbindern –
Quelle: Weidmüller



Abb. 56: Feldgerät mit Datenschnittstellen (LWL und Kupfer) –
Quelle: Phoenix Contact

Bei **Datenanschlüssen** findet ein Übergang von den klassischen Feldbussystemen zu Industrial-Ethernet statt. In der Folge werden verstärkt industrietaugliche, genormte Steckverbinder, wie RJ45 oder Rundsteckverbinder, eingesetzt. Um große Datenmengen schnell und störungsfrei durch große Anlagen bis zur Leitebene führen zu können, werden LWL-Steckverbinder verwendet.



Abb. 57: Anschlußsteckverbinder an Reiheneinbaugeräten –
Quelle: Weidmüller

5.1.2. Gebäudeautomation

In der Gebäudeautomation werden auf Grund der Verlegebedingungen für die Verbindungskabel vorwiegend feldkonfektionierbare Steckverbinder, insbesondere steckbare Klemmen, eingesetzt. Die einzelnen Adern eines Kabels werden vor Ort durch Installateure an den Steckverbinder angeschlossen. Federklemmkontakte lösen dabei zunehmend die weitverbreiteten Schraubklemmen ab. Vereinzelt wird auch die IDC-Anschlussstechnik eingesetzt.



Abb. 58: Gebäudesteuerung mit Datenschnittstellen und Sensor-Aktor-Anschlüssen – Quelle: Phoenix Contact



Abb. 59: Steckverbinder am Stellantrieb für Lüftungsanlagen in Gebäuden – Quelle: Lumberg

Bei Anwendungen im Außenbereich, wie Wetterstationen oder Überwachungskameras, werden gegen Umwelteinflüsse geschützte Steckverbinder (z. B. metrische Rundsteckverbinder) verwendet. Der Trend zu hochkommunikativen „Smart Homes“ führt dazu, dass die Verbindungen der Geräte auf höheren Steuerungsebenen durch Datennetzwerke realisiert werden. Hier kommen die in der Datentechnik üblichen Steckverbinder zum Einsatz.

Auf Grund der langen Lebensdauer von Gebäuden und der teilweise sicherheitsrelevanten Anwendungen wie Brandschutz oder Zugangskontrolle, müssen die Steckverbinder eine hohe Zuverlässigkeit und eine lange Lebensdauer aufweisen. Sie müssen sowohl kleine Signale von Sensoren (z. B. für Temperatur, Helligkeit, Anwesenheit von Personen oder Luftqualität) als auch höhere Ströme für Aktuatoren (z. B. Stellantriebe, Gebläse oder Leuchten) übertragen.

5.1.3. Regenerative Energien

Unsere Gesellschaft braucht ein neues Energiekonzept für die Zukunft. Öl, Kohle und Gas sind auf Dauer nur begrenzt verfügbar. Darüber hinaus schadet die Verbrennung dieser Ressourcen der Umwelt, dem Klima und somit auch den Menschen. Risiken gehen auf lange Sicht auch von der Kernenergie aus.

Mit der Gewinnung von Wind- und Solarenergie hingegen baut Deutschland als internationaler Vorreiter heute auf nachhaltige und umweltfreundliche Stromerzeugung.

5.1.3.1. Windenergie

Moderne Windenergieanlagen (WEA) sind modular aufgebaut, somit können funktionale Einheiten vorab im Werk gefertigt und getestet werden. Der Aufwand für Installation, Inbetriebnahme und Service verringert sich.



Abb. 60: Über Steckverbinder angeschlossene Motoren, die den Rotor einer Windenergieanlage dem Wind nachführen – Quelle: Harting

Beispiele für Module sind Steuerungen und Antriebsregelungen wie Windnachführung, Rotorblatt-Verstellung, Kontroll- und Sicherungssysteme (z. B. Bremsen, Befuerung). Hinzu kommen Systeme zur Erzeugung, Aufbereitung und Umwandlung der elektrischen Energie. WEA arbeiten effizient, wenn alle diese Teile optimal zusammenarbeiten. Dafür müssen sie mit einer zuverlässigen Verbindungstechnik ausgestattet sein, die eine sichere Übertragung von Signalen, Daten und Leistung gewährleistet. Gemeinsam mit der Windenergiebranche arbeiten die Steckverbinder-Hersteller an der Optimierung der Leistungsfähigkeit von WEA mit hoher Verfügbarkeit und geringen Stillstandzeiten.

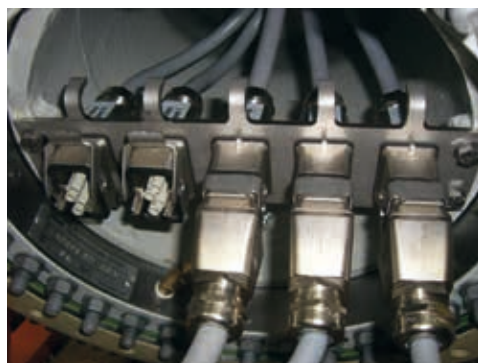


Abb. 61: EMV-geschützte Übertragung von Signalen und Leistung in die Gondel einer Windenergieanlage – Quelle: Harting

Um die Montagezeiten für die elektrischen Komponenten einer WEA zu verringern, haben sich neben den klassischen Anschlusstechniken Crimpen, Lötten und Schrauben auch zuverlässige und vibrationsfeste Schnellanschlusstechniken wie Federklemmverbindungen etabliert.

Die besonderen Betriebs- und Umweltbedingungen, wie starke Temperaturschwankungen, Nässe, Hitze, Staub, Vibrationen, Stoßbelastung oder salzhaltige Luft, erfordern belastbare Gehäuse für Steckverbindungen. Deshalb wurden Gehäuse entwickelt, die aus korrosionsresistenten Aluminium-Druckguss-Legierungen oder Hochleistungskunststoffen bestehen bzw. entsprechend widerstandsfähig beschichtet sind.

Die Distanzen, über die in WEA Daten und Signale übertragen werden, sind größer geworden. Ab Turmhöhen (Nabenhöhen) größer 100 m kommen bei Datenübertragung mittels „Ethernet Lichtwellenleiter“ zum Einsatz. Verwendet werden optische Steckverbinder aus der Datentechnik oder optische Kontaktsysteme, die zusammen mit Leistungs- und Signalkontakten in hybriden oder modularen Steckverbindern kombiniert sind.

5.1.3.2. Photovoltaik (PV)

Speziell für die Verkabelung von Photovoltaik-Anlagen, ob megawatt-starke Solarparks oder dachmontierte Anlagen auf privaten Häusern, hat die Industrie spezifische Steckverbinder entwickelt. Damit können PV-Module und Wechselrichter schnell vor Ort durch Installateure ohne Spezialwerkzeuge verdrahtet werden.

Entwickelt wurden Steckverbinder, die PV-Kabel mit Leiterquerschnitten von 2,5 bis 16 mm² aufnehmen, die Ströme bis zu 65 A übertragen und für höhere Gleichspannungen bis zu 1.500 V ausgelegt sind, die zudem die internationale Schutzklasse IP68 (Schutz gegen Eindringen von Staub und Wasser) enthalten und tatsächlich feldkonfektionierbar ohne Spezialwerkzeug sind. Bisher gibt es keine Norm für PV-Steckverbinder, die eine Kompatibilität gewährleistet. Die Steckkom-



Abb. 62 und 63: Feldkonfektionierbare Push-in-Steckverbinder an einer PV-Anlage
 Abb. links: Quelle: Weidmüller, Abb. rechts: Quelle: Phoenix Contact

patibilität scheitert oftmals schon an unterschiedlichen Herstellertoleranzen oder unterschiedlichen Materialien. Welcher Stecker vom Installateur eingesetzt wird, bestimmt heute der Modul-Hersteller, der die Anschlussdose am PV-Modul vorkonfektioniert.

Die bisherige Crimp-Anschlussstechnik wird in der PV mehr und mehr durch crimpfreie Steckverbinder in Push- oder Click-in-Anschlussstechnik abgelöst. Hierbei wird der nur noch abisolierte Leiter in den Klemmbereich des Steckverbinders gesteckt und durch einen dreh- und rastbaren Federkontakt sicher gehalten, wodurch die Arbeitszeit bei der Verkabelung deutlich reduziert wird.

5.1.4. Bahntechnik

Steckverbinder sind im modularen Fahrzeugbau unverzichtbar, denn sie gestalten den Übergang zwischen den elektrischen Teilsystemen flexibel und schnell. Sie ermöglichen die Versorgung aller Einheiten des Fahrzeugs mit Leistung, Daten und/oder Signalen. Zugleich reduzieren sie den Aufwand für Betrieb und Wartung.

Elektrische Baugruppen sind im Außenbereich von Schienenfahrzeugen starken Vibrationen und Stößen, elektromagnetischen Feldern sowie extremer Witterung ausgesetzt.

Deshalb werden robuste Steckverbinder eingesetzt, die spezielle mechanische Verriegelungen und hohe Schutzgrade (IP68/IP69K) aufweisen. Für den Innenbereich gelten niedrigere Schutzanforderungen. Elektromagnetische Störungen können durch spezielle Schirmungen der Steckverbinder vermieden werden.

Für Wagenübergänge werden vorkonfektionierte Kabelbäume mit speziell kodierten Steckverbindern, häufig hybrid, eingesetzt, die zur Erhöhung der Zuverlässigkeit vorab geprüft werden.

Moderne Züge verfügen über waggonübergreifende Ethernet-Netzwerke, die Kameras, digitales Entertainment und Displays für Statusinformationen versorgen. Dafür werden u. a. Steckverbinder nach Standard RJ45 und M12 eingesetzt.



Abb. 64 bis 66: Robuste Steckverbinder im Bahnbereich – Unterflurcontainer (links), Wagenübergang (mitte) und Temperatursensor für die Bremse (rechts) –
 Quelle: Harting

Die Steckverbinder-Technologie wird auch von der normativen Entwicklung im Bahnbereich beeinflusst. Hierzu gehört u. a. die erhöhte Widerstandsfähigkeit von Steckverbindern gegen aggressive Medien, wie Reinigungsmittel, Hydrauliköl, usw. (EN 50467).

5.1.5. Militärtechnik, Luft- und Schifffahrt

Bei Fahrzeugen, Schiffen, Fluggeräten für militärische Anwendungen werden Steckverbinder zur Stromversorgung der Antriebe, für elektronische Steuerungen oder Sensoren, für die stetig wachsende Kommunikationselektronik und für Waffensysteme verwendet. Es werden mehrheitlich genormte Steckverbinder mit runden Kontakten und metallischen Gehäusen eingesetzt. Spezifische Normen sind u. a. VG, MIL bzw. SAE, die Steckverbindungen detailliert definieren und Vorgaben für Produkttests und -freigaben enthalten. Typische Produkthanforderungen umfassen Beständigkeit gegen Betriebsstoffe, Temperatur, hohen Druck, Vibration, gute Schirmeigenschaften und hohe Beschleunigung. Um Funktionen zu sichern, werden noch Materialien eingesetzt, die in kommerziellen Anwendungen durch Umweltregelungen nicht mehr zugelassen sind.



Abb. 67 und 68: Metallische Rundsteckverbinder für Signal- und Stromversorgung bei Anforderungen an Vibration und Schock in der Luftfahrt und bei militärischen Geräten – Quelle: ITT Interconnect Solutions



Abb. 69: Piloten-Cockpit bei Nacht – Quelle: Udo Kroener, Fotolia

Im Bereich der zivilen Luft- und Schifffahrt werden Steckverbindungen für Anwendungen wie Motoren, Steuerungen, Kommunikation, Entertainment sowie Beleuchtungs- und Sicherheitssysteme eingesetzt.

Für sicherheitsrelevante Bereiche und außerhalb der Kabine werden in der zivilen Luftfahrt Steckverbinder aus der Militärtechnik eingesetzt. Im Kabinenbereich kommen z. B. für Bestuhlung und Entertainment zusätzlich Steckverbinder aus der Kommunikations- und Industrietechnik zum Einsatz. Aufgrund der erhöhten Bandbreiten für Kommunikation und Steuerung kommen verstärkt Glasfaser-systeme und Lichtwellensteckverbinder zur Anwendung.



Abb. 70: Rechtecksteckverbinder für Kupfer- und optische Datenleitungen: Anwendung in der Luftfahrt z. B. für On-Board Audio- und Videosysteme – Quelle: ITT Interconnect Solutions

5.1.6. Medizintechnik



Abb. 71: Das Multit-Therapie-Infusionssystem kombiniert High-End-Funktionalität mit kleiner Baugröße und geringem Gewicht – Quelle: ODU



Abb. 72: Blutzuckermessgerät – Quelle: ODU

In der Medizintechnik kommen Steckverbindungen in verschiedensten Applikationen zum Einsatz, zum Beispiel in Diagnose, im Operationssaal, in der Therapie und im Homecare-Bereich. Neben Kontaktsicherheit, teilweise hohen Steckzyklen, medizinspezifischen Normen und Zulassungen sind hier insbesondere Anforderungen an die Schirmung, Berührungsschutz, Dichtigkeit und Autoklavierbarkeit zu berücksichtigen.

Als Sonderfall in der Medizintechnik gibt es hochwertige Disposable-Lösungen, die nach der einmaligen Anwendung entsorgt werden.

5.1.7. Studio- und Bühnentechnik

Die Studiotechnik umfasst die Bereiche Licht-, Ton- und Filmtechnik. Im weiteren Sinne zählen heute die TV-, Radio-, Film-Studios und die Sendestationen, Konzert- und Theaterbühnen, bis hin zu Kirmesfahrgeständen dazu, weshalb inzwischen gern von „Broadcast & Entertainment“ gesprochen wird.

Dies zeigt die Bandbreite der benötigten Steckverbinder von der Übertragung elektronischer und digitaler Signale bis zum robusten Außeneinsatz. Überwiegend werden Rund- und Rechtecksteckverbinder eingesetzt, oft inzwischen in hybrider Bauform, Koaxialsteckverbinder sind nach wie vor weit verbreitet, in der digitalen Umgebung haben sich USB-Steckverbinder für den Anschluss der Peripheriegeräten durchgesetzt. Für die qualitativ hochwertige Übertragung von Audio- und Videosignalen per Glasfaser werden LWL-Steckverbinder benötigt.



Abb. 73: Seilwinden-Steuerung für ein Musical im Londoner Palladium Theatre – Quelle: Courtesy of Trekwerk



Abb. 74: Steckverbindung zwischen Mikrofonkopf und Mikro – Quelle: Lumberg

5.2. Daten- und Telekommunikations-elektronik

Kommunikation stellt die Basis für alle aktuellen Trends dar. Ob „Internet der Dinge“, „Industrie 4.0“ oder „Mobilität“ – ohne leistungsstarke Kommunikationsverbindungen und überall verfügbare Daten sind solche Entwicklungen nicht möglich. Steckverbinder bilden dabei eine wichtige Grundlage für den Aufbau dieser Netze, deren Wartung und Migration zu immer höheren Datenraten führt. Die weite Verbreitung dieser Systeme fordert ein hohes Maß an Standardisierung der Steckverbinder. RJ45- oder USB-Steckverbinder beispielsweise gehören zu den derzeit weltweit am meisten eingesetzten Komponenten.

5.2.1. PC/Rechenzentren, Vermittlungstechnik (Backplane)

Rechenzentren und Vermittlungseinrichtungen müssen heute hochverfügbar sein. Wichtigste Kriterien für einen Steckverbinder in modernen Rechenzentren sind die Zuverlässigkeit und höchste Datenübertragungsraten. Für kabelbasierte elektrische Steckverbinder wird derzeit an Übertragungsraten von bis zu 40 Gbit/s gearbeitet. Bei den Board-to-Board-Verbindungen innerhalb der Geräte (Backplane) teilweise höher. Bei Steckverbindern für Lichtwellenleiter sind Datenraten größer 100 Gbit/s möglich. Für die Verbindungen zwischen den Geräten werden häufig RJ45-, LC- bzw. MPO-Steckverbinder für Lichtwellenleiter eingesetzt.

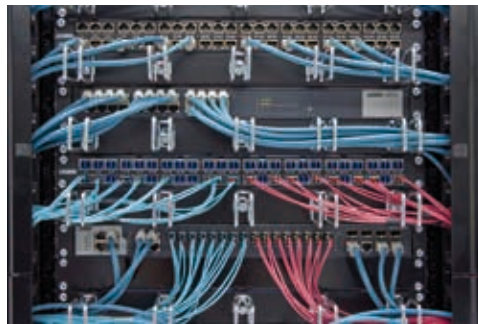


Abb. 75: Patchfeld mit RJ45-Datensteckverbinder und LWL-High-Speed-Steckverbinder in einem Server – Quelle: Phoenix Contact

5.2.2. Mobilgeräte

Mobile Geräte wie Smartphones, Tablets, etc. bieten heute eine enorme Vielfalt an Technologie in einem erstaunlich kleinen Paket. Die integrierten Baugruppen müssen daher auf kleinstem Raum miteinander verbunden werden, was eine extreme Miniaturisierung der Steckverbinder erfordert.

Die Datenraten der Mobilfunkstandards wachsen permanent. Demgegenüber sinkt der Lebenszyklus der Endgeräte und ihrer Komponenten, der derzeit etwa bei 1,5 Jahren liegt – damit werden die umweltgerechte Entsorgung und das Recycling wichtiger.

Die Vielfalt der Komponenten wie z. B. Tastatur, Touchscreen, Akku, SIM-Karte, Speicherkarten, Antennen, Ladeanschluss, Leiterplatten, usw. erfordern individuelles Design und präzise Technologie.



Abb. 76: Verschiedene Steckverbinder im Smartphone – Quelle: Olexandr Fotolia

Für den Steckverbinder heißt dieses z. B. Bauhöhen kleiner ein mm, Raster kleiner 0,3 mm bei gleichzeitiger höchster Zuverlässigkeit. Externe Schnittstellen (z. B. Batterie, Ladeanschluss, Speicherkartenaufnahme) müssen hohe Steckzyklen garantieren.

Typische Applikationen für diese Geräte sind:

- Foliensteckverbinder,
- Board-to-Board-Stecker,
- Batteriestecker,
- Antennenstecker,
- Micro-USB-Buchse,
- Memory- und SIM-Karten Sockel,
- Kamera-Sockel,
- Audiobuchse.



Abb. 77: Mikrosteckverbinder für Smartphone-Lautsprecher mehrfach vergrößert – Quelle: Lumberg

5.2.3. Netzwerktechnik (LAN), Infrastruktur (Büro, Industrie)

In lokalen Netzen werden die Steckverbinder durch die Normen für die strukturierte Gebäudeverkabelung festgelegt. Hier können sowohl Rechtecksteckverbinder (RJ45) als auch LWL-Steckverbinder zum Einsatz kommen. Die Steckverbinder werden zu Anschlussdosen und Verteilfeldern (Patchpanel) integriert. Obwohl das Steckgesicht weltweit standardisiert ist, sind die Gegebenheiten für den Verbau im Gebäude national sehr unterschiedlich. Deshalb werden viele Varianten dieser Produkte benötigt.

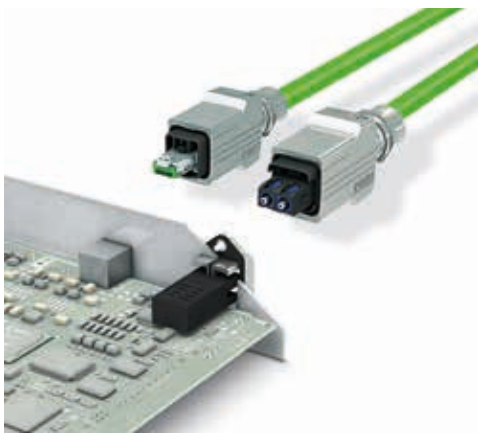


Abb. 78: Datensteckverbinder mit Schutzgehäusen zum Anschluss von Kupfer- und Lichtwellenleitern – Quelle: Phoenix Contact



Abb. 79: Netzanschlussdose und feldkonfektionierbarer RJ45 Steckverbinder – Quelle: Metz Connect

In Bereichen in denen besonders robuste Steckverbinder benötigt werden (z. B. Fertigungshallen, Maschinen) werden die ursprünglich für eine Büroumgebung entwickelten RJ45-Steckverbinder mit zusätzlichen Schutzgehäusen versehen, um sie gegen mechanische Einflüsse oder das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit zu schützen. Alternativ werden Rundsteckverbinder vom Typ M12 eingesetzt, die für eine raue Industrieumgebung entwickelt wurden und für Übertragungsraten von bis zu zehn Gbit/s geeignet sind.

5.2.4. Weitverkehrsnetz (WAN)

Während sich LAN-Netzwerke auf Räume, Gebäude oder Gelände begrenzen, erstrecken sich WAN-Netzwerke meist über große Entfernungen (Länder, Kontinente) und können in der Regel eine unbegrenzte Anzahl an Rechnern anschließen. Einige WANs sind Eigentum großer Unternehmen und Staaten. Sehr häufig werden sie von Internet- oder Telekommunikationsanbietern betrieben.

Ähnlich wie bei anderen Netzwerken müssen entsprechende Komponenten, wie Router, Gateways und Switches, durch Steckverbinder miteinander verbunden werden. Entsprechend vielfältig ist der Einsatz von Steckverbindern, wie z. B. I/O, Rückwandbusse (Backplane), RF, RJ45, Lichtleitertechnik, Antennenanschlusstechnik.



Abb. 80: Genormte koaxiale Steckverbinder Bauform 7-16 zum Anschluss von hochflexiblen Wellmantelkabel für Mobilfunkanwendungen – Quelle: Spinner

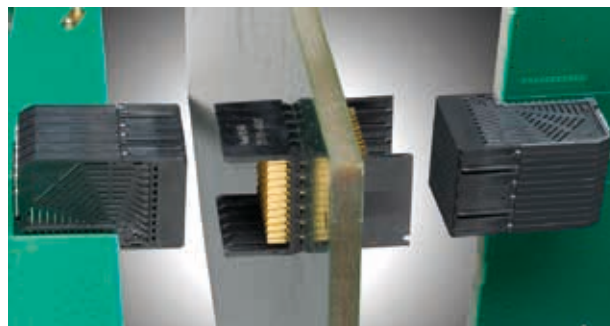


Abb. 81: Backplane-Steckverbinder für hohe Datenraten – Quelle: Molex

5.3. Konsumelektronik

Ein Schlüsselsegment im Konsumgütermarkt sind Hausgeräte, die im allgemeinen Sprachgebrauch als „**Weiß Ware**“ bezeichnet werden. Dazu gehören Waschmaschinen, Trockner, Kühl-, Gefrierschränke, Geschirrspülmaschinen, Herde und Mikrowellen sowie Kleingeräte zu denen u. a. Kaffeemaschinen, Toaster, Mixer, Staubsauger und Rasierer zählen.



Abb. 82: Bedienelement einer Waschmaschine mit konfektioniertem Kabelbaum – Quelle: Lumberg

Das Segment der „**Roten Ware**“ bezeichnet Produkte der Heizungsindustrie und umfasst die Bandbreite vom klassischen Kessel über Wärmepumpen bis zur Kraft-Wärme-Kopplung.

Kennzeichnend für diese Branchen ist, dass Gerätelebensdauern von zehn Jahren und mehr gefordert sind. In Europa haben sich in beiden Segmenten RAST-Steckverbinder durchgesetzt. Weitere Applikation sind u. a. Flachsteckverbinder, Schraubklemmen, Flachbandkabelsteckverbinder und Foliensteckverbinder. Der Trend zu kommunikationsfähigen Geräten führt zum steigenden Einsatz von Datensteckverbindern.



Abb. 83: Solarsystemregelung mit farbcodierten RAST-Steckverbindern – Quelle: Lumberg

Das Segment der Unterhaltungselektronik, die „**Braune Ware**“, umfasst im wesentlichen Audio-, TV-, Videogeräte und Spielkonsolen.

Für die äußeren Geräteschnittstellen werden ausschließlich genormte I/O-Steckverbinder wie z. B. HDMI, USB, RJ45, D-SUB, Speicher- und Smartcardsocket, Koax-, Cinch- und Klinckenstecker genutzt.

Für die interne Verdrahtung werden Board-to-Board, Wire-to-Board und Flachbandsteckverbinder in den verschiedensten Ausführungsformen verwendet.

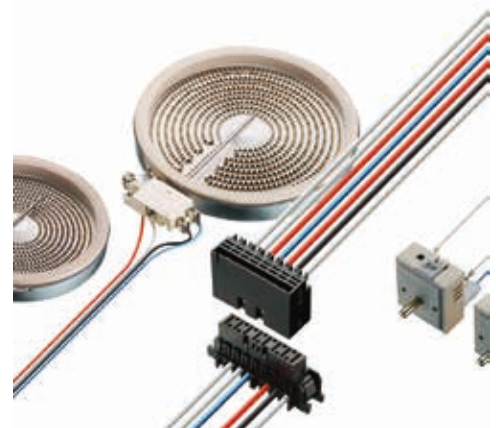


Abb. 84: Steckverbinder an einem Strahlungsheizkörper und Energieregler für Glaskeramik-Kochfeld – Quelle: Lumberg

5.4. Kfz-Elektronik

5.4.1. Pkw und Nutzfahrzeuge

Die Steckverbinder sind im Automobil ein wichtiger Bestandteil des Bordnetzes und sind in der Ausführungsform Wire-to-Wire oder Wire-to-Board ausgelegt. Der Anschluss der Leitung zum Kontakt ist fast ausschließlich in einer Crimpkontaktierung ausgeführt.



Abb. 85: Vielfalt von elektrischer Verbindungstechnik in einem transparenten Fahrzeug – Quelle: TE Connectivity

Steckverbinder für Anwendungen im Automobil sind in vielfältiger Ausprägung vorhanden:

- nach Bauraum und Polzahl,
- in Signal- oder Hochstromauslegung,
- in federgestützter Verrastung oder als Clean-Body-Kontakte für die Primär- sowie Sekundärverriegelung,
- ungedichtet oder gedichtet mit Einzeladerabdichtung oder Gruppendichtungen,
- mit Gehäusen für abgesicherte Steckposition (CPA), Bajonett- oder Push-pull-Verriegelungen,
- mit oder ohne EMV-Beständigkeit (Elektromagnetische Verträglichkeit),
- für Datenübertragung.



Abb. 86: Steckerbinder für Airbag-Steuergeräte – Quelle: TE Connectivity

Am häufigsten angewendet werden Kontaktsysteme in den Abmessungen für:

- **Signal:** mit 0,5 mm/0,63 mm/1,2 mm und 1,5 mm Messer/Kontakt-Breite,
- **Hochstrom:** mit 2,8 mm/4,8 mm/6,3 mm/8 mm/9,5 mm/12 mm Messer/Kontakt-Breite.



Abb. 87: Bordnetzsteuergerät mit Steckverbindern – Quelle: Lear

Der Automobil-Markt stellt bei niedrigsten Kosten die höchsten Sicherheitsanforderungen. Um Gewicht und Bauraum einzusparen, wird versucht, die Steckverbinder immer kompakter auszulegen. Damit steigt die Kontaktdichte, die bei einzelnen Systemen schon die Anzahl von 300 Kontakten überschritten hat. Mit dem Ziel, möglichst klein aufzubauen, sind die heutigen Kontaktfamilien unter Verwendung von hochleistungsfähigen Legierungen (z. B. CuNiSi) gegenüber den bisherigen Systemen wesentlich stromtragfähiger. Miniaturisierte Systeme erfordern heute Gruppendichtungen anstelle von Einzeladerabdichtungen.

Im Pkw werden üblicherweise Steckverbinder in rechteckigen Kontaktanordnungen eingesetzt, die teils modular aufgebaut sind. Im Nutzfahrzeugbereich werden nicht so hohe Anforderungen hinsichtlich Bauraum und Masse gestellt, so dass in diesem Applikationsfeld sehr viele Rundsteckverbinder-Systeme verwendet werden. Die vorgesehenen Laufleistungen im Lkw-Bereich sind ein Vielfaches höher als im Pkw-Bereich, so dass die Kontaktsysteme massiver ausgelegt sind.



Abb. 88: RAST-Steckverbinder im Gangwahlhebel eines Automatikgetriebes – Quelle: Lumberg

Die Stechkäufigkeit im Automobil ist eigentlich nur durch den Reparatur- oder Servicefall definiert. Unter dieser Voraussetzung ist die meist verwendete Kontaktoberfläche Zinn und für Leistungskontakte Silber.

Mit der Steigerung der elektrischen Funktionalität, der Kommunikationsdichte und den Sicherheitsanforderungen werden auch in Zukunft immer mehr Kontakte im Automobilsektor verwendet und das bei zunehmender Dezentralisierung der Bordnetzstruktur.

Der Trend der Gewichtseinsparung führt dazu, dass für die Leitungen alternative Materialien wie z. B. Aluminium bzw. bei kleineren Leiterquerschnitten harte Kupferlegierungen (CuMg, CuAg) verwendet werden. Dazu müssen Anschlusskontaktierungen angepasst und optimiert werden.



Abb. 89: Automotive Kabelbaum – Quelle: Lear



Abb. 90: Automotive Kontakte, gedichtet – Quelle: Lear

5.4.2. E-Mobilität, Elektrische Antriebe und Hybride

Die Hersteller verfolgen verschiedene Konzepte um elektrische Antriebe in die Fahrzeuge zu integrieren. Diese Antriebe können zusätzlich zum Verbrennungsmotor (Hybrid) oder ausschließlich als E-Motor realisiert werden.

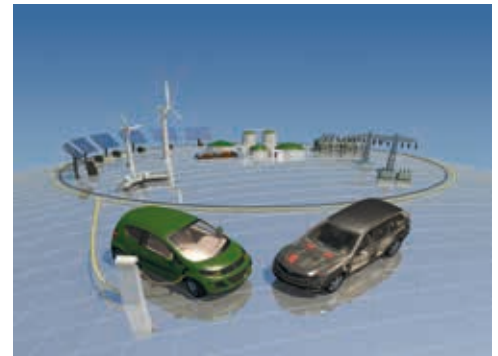


Abb. 91: Ladesäulen und Steckverbinder sind das Bindeglied zwischen Elektromobilität und Stromnetz – Quelle: Harting



Abb. 92: Trennschaltbox für Elektromobilität – Quelle: TE Connectivity

Mit dem jeweiligen Antriebskonzept werden die Spannungs- und Stromklassen definiert. Diese sind nicht standardisiert, unterscheiden sich bei den OEMs und in den Modellklassen der OEMs selbst. Damit sind die derzeitigen Systeme in der Regel kundenspezifisch aufgebaut.

Es werden runde und rechteckige Kontaktsysteme verwendet, die vorwiegend mit Schirmung ausgeführt sind.

Hybrid- und Elektrofahrzeuge sind gekennzeichnet durch wesentlich höhere Temperatur- und Vibrationsbelastungen. Daraus resultieren schärfere Anforderungen für das Steckverbinder-Design, die Basismaterialien und Kontaktoberflächen.

Derzeit gilt es in verschiedenen Regionen und OEM-Arbeitskreisen Standards zu definieren. Konkrete Festlegungen sind bisher nur vereinzelt erfolgt, so dass weitestgehend jeder OEM auf individuelle Lösungen setzt. Weiterhin unterscheiden sich regional die gesetzlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Sicherheitsanforderungen.

5.4.3. Ladesteckverbinder für Elektro-Kfz und Plugin-Hybride

Eine einheitliche Ladeinfrastruktur ist für die Elektromobilität entscheidend. Das zuverlässige Laden von Elektrofahrzeugen erfolgt weltweit mit Hilfe von Steckverbindern, die normativ vereinheitlicht sind. Auch wenn es verschiedene regionale Ausprägungen dieser Steckverbinder gibt, sind Steckverbinder einer Norm untereinander kompatibel. Unterschieden wird zwischen den Standards **Typ 1**, **Typ 2** und **GB/T**.



Abb. 93: AC/DC-Ladestecker mit Combined Charging System (CCS) – Quelle: Phoenix Contact

Der Typ 1 Steckverbinder folgt der Norm SAE J1772 und wird im amerikanischen Markt aber auch in Japan verwendet. In der Vergangenheit verbauten einige Kfz-Hersteller den Typ 1 Standard in Fahrzeugen für Europa. Mittlerweile aber werden Fahrzeuge für den europäischen Markt einheitlich mit dem Typ 2 nach IEC 62196 ausgestattet. Der GB/T-Standard wird im chinesischen Markt erfolgreich von Fahrzeug- und Infrastrukturherstellern angewendet.

Da sich die Fahrzeughersteller Europas einheitlich am Typ 2 ausrichten, folgen auch die Ladeinfrastrukturhersteller diesem Beispiel. Sollten Pkws im europäischen Markt mit einem Typ 1 Fahrzeug-Inlet (Ladebuchse) ausgestattet sein, stehen entsprechende Adapterladekabel von Typ 1 auf Typ 2 zur Verfügung.



Abb. 94: Ladestation für Elektroauto – Quelle: Harting







	Typ 1 / USA	Typ 2 / Europa	GB/T / China
Wechselstrom (AC)	 SAE J1772 / IEC 62196-2	 IEC 62196-2	 GB/T Part 2
Gleichstrom (DC)	 IEC 62196-3	 IEC 62196-3	 GB/T Part 3/IEC 62196-3
„Combined AC/DC Charging System“	 SAE J1772 / IEC 62196-3	 IEC 62196-3	

Abb. 95: Übersicht der internationalen Ladestecker-Standards – Quelle: Phoenix Contact

Fahrzeug- und infrastrukturseitig setzen die meisten Hersteller auf das **Combined Charging System (CCS)**. Das CCS-Fahrzeug-Inlet ermöglicht das Gleichstrom (DC)-Schnellladen eines Fahrzeugs in deutlich weniger als einer halben Stunde. Vorhanden ist das CCS-Fahrzeug-Inlet im Typ 1 und Typ 2 Standard. Das Steckgesicht dieser Fahrzeug-Inlets ist so konzipiert, dass sich sowohl ein Wechselstrom (AC)-Ladestecker als auch ein DC-Ladestecker in das Fahrzeug-Inlet desselben Standards stecken lassen. Es kann damit also über Nacht an der Steckdose zu Hause, an Wandanschlussdosen (Wallboxen), AC- oder DC-Ladestationen geladen werden. Das CCS-Fahrzeug-Inlet ist die ideale Ladeschnittstelle für das Elektrofahrzeug-Laden in jeder Alltagssituation.

6. Begriffe der Steckverbindertechnik

Adaptersteckverbinder

Festes oder freies Bauelement (⇒ Befestigung), das elektrische Verbindungen zwischen zwei oder mehreren Steckverbindern gestattet, die nicht direkt mechanisch zusammengesteckt werden können.

Ader

Leiter mit einer ⇒ Isolierung einschließlich etwa vorhandener Leitschichten. ⇒ Kabel oder ⇒ Leitungen können eine oder mehrere Adern haben.

Anschluss

- Permanente Verbindung,
- Teil eines Kontaktelements, eines Anschlussstücks oder eines Kabelschuhs, an dem ein Leiter angeschlossen wird.

Anschlussbereich/-punkt

Bereich/Stelle des anschließbaren Leiterquerschnitts an das Kontaktelement, ⇒ Kontaktgröße

Anschlusshülse

Bereich eines Kabelschuhs oder eines Kabelverbinders, der den Leiter aufnimmt.

Anschlussstück

Teil eines Bauelements, das erneute Verbindungen ermöglicht.

Anschlussstechnik

Verfahren zum Anschluss der Leitungen an die Bauelemente, z. B. lötfreie Verbindungen nach IEC 60352 bzw. DIN EN 60352: Crimp-, Wickel-, Einpress-, Schneid-, Federklemm- und Durchdringverbindung oder Schraub- und Lötverbindung, sowie Verschmelzen oder Kleben bei LWL-Steckverbindern.

Arbeitsspannung

Höchster Effektivwert der Wechselspannung oder Gleichspannung an einer Isolierung, der dann auftreten kann, wenn das Betriebsmittel mit der Bemessungsspannung gespeist wird.

Bajonettverriegelung

Bei dieser Technik werden die beiden Steckerteile mittels eines drehbaren Bajonett-Rings miteinander verrastet (z. B. BNC-Steckverbinder).

⇒ Kupplungsarten

Bauart

Steckverbinder innerhalb einer besonderen Unterfamilie, z. B. Steckverbinder für gedruckte Schaltungen.

Bauform

Ein bestimmter Steckverbinder innerhalb einer Bauart, z. B. rechteckig mit Montageflansch.

Bauweise

Mechanische Struktur für den Einbau und die Befestigung elektronischer und elektrisch-mechanischer Systeme.

Befestigung

Unterschieden werden:

- feste Steckverbinder zur Befestigung an einer starren Fläche, z. B. Gestell, Einschub, Wand, Platte, Gerät,
- schwimmend befestigte Steckverbinder, d. h. feste Steckverbinder, deren Befestigung eine Bewegung gestattet, um das Zusammenführen mit einem zugehörigen Gegensteckverbinder zu erleichtern,
- freie Steckverbinder zur Befestigung an freien Enden von beweglichen Leitungen oder ⇒ Kabeln,
- freie Kupplungssteckverbinder bei Verbindungen zwischen Kabeln oder Leitungen untereinander.

Bemessungsgrößen, elektrische

Unterschieden werden:

- **Bemessungsspannung:** Wert einer Spannung, der vom Hersteller für ein Bauteil angegeben wird und auf den sich die Betriebs- und Leistungsmerkmale beziehen.
- **Bemessungsstoßspannung:** Festgelegter Wert einer Steh-Stoßspannung, der vom Hersteller für Betriebsmittel angegeben wird und der das festgelegte Stehvermögen seiner zugehörigen Isolierung angibt. (Grundlage zur Ermittlung der Luftstrecken)
- **Bemessungsstrom:** Der Strom, den ein Steckverbinder oder eine Steckvorrichtung gleichzeitig durch alle Kontakte dauerhaft (nicht intermittierend) führen kann, ohne dass dabei die obere \Rightarrow Grenztemperatur überschritten wird.
- **Prüfspannung:** Spannung, der ein Steckverbinder oder eine Steckvorrichtung bei vorgegebenen Bedingungen ohne Durch- oder Überschlag widersteht.
- **Schaltleistung:** Leistung, welche die \Rightarrow Steckvorrichtung unter festgelegten Bedingungen einschalten und unterbrechen kann.

Betriebsspannung

Spannung, die im Dauerbetrieb zwischen bestimmten Anschlüssen oder nach Masse auftreten darf.

Betriebstemperaturbereich

Der zwischen der unteren und oberen Grenztemperatur liegende Bereich, der vom Anwender genutzt werden kann.

Bezugsspannung

\Rightarrow Bemessungsspannung

Bügelverriegelung

Verriegelung eines Steckverbinderpaars durch einen als Bügel ausgestalteten Hebel.

Clean-Body-Kontakt

Kontakt ohne Rasthaken, der über das Gehäuse verriegelt wird.

Click-in-Anschlusstechnik

Verbindung durch einfaches Einstecken und Verrasten.

\Rightarrow Push-in-Anschlusstechnik

Codierung (Orientierung)

Soll Vertauschbarkeit verhindern, z. B. durch

- mechanische Konstruktionen (z. B. Polarisierung),
- optische Kennzeichnung (z. B. Farbgebung).

Crimpbacken

Teil eines Crimpwerkzeugs, der den \Rightarrow Crimpbereich verformt und üblicherweise den Crimpamboss, den Crimpstempel und das Positionierstück beinhaltet.

Crimpbereich

Teil einer Crimphülse, in dem die Crimpverbindung durch Druckverformung oder Druckumformung der Hülse um den Leiter herum erzielt wurde.

Crimpen

Verfahren zur Herstellung einer guten elektrischen und mechanischen Verbindung durch das bleibende Verformen einer Hülse um einen elektrischen Leiter.

Crimphülse

Anschluss-hülse, die einen oder mehrere Leiter aufnehmen kann und durch Anwendung eines Crimpwerkzeugs gecrimpt werden kann.

Crimphülse, offene

Eine \Rightarrow Crimphülse, die vor dem Crimpen offen ist.

Crimphülse, geschlossene

Eine \Rightarrow Crimphülse, die vor dem Crimpen geschlossen ist.

Crimphülse, vorisolierte

Eine \Rightarrow Crimphülse mit einer dauerhaften Außenisolierung. Der Crimpvorgang erfolgt durch die Isolierung hindurch.

Crimpkontakt

Kontakt mit einer Anschluss-hülse, die zum Crimpen geeignet ist.

Crimpverbindung

Eine durch Crimpen hergestellte lötfreie Verbindung. Mit Hilfe eines Crimpwerkzeugs wird der Anschlussbereich des Kontaktteils verformt und damit eine feste, gasdichte Verbindung mit dem Leiter hergestellt. Crimpen eignet sich für ein- oder mehrdrähtige bis feinstdrähtige Leiter (Litzen). Die Crimpverbindung kann durch Handcrimpwerkzeuge oder auf halb- oder vollautomatischen Crimpmaschinen hergestellt werden. Das Abisolieren der Leitungen und das Crimpen der Kontaktteile lässt sich maschinell in einem Arbeitsgang durchführen.

(Anforderungen und Prüfungen nach DIN EN 60352)

Dämpfung bei Lichtwellenleitern (LWL)

Die Dämpfung bei einer bestimmten Wellenlänge ist die Verminderung der optischen Signalleistung (Lichtleistung) zwischen zwei Abschnitten eines LWL. Ihre Hauptursachen sind Streuung sowie Lichtverluste in \Rightarrow Steckern und \Rightarrow Spleißen (\Rightarrow Einfügungsdämpfung, \Rightarrow Kopplungsverluste). Der Dämpfungskoeffizient oder die Dämpfung -A- wird in dB/km angegeben.

Derating-Kurve (Strombelastbarkeitskurve)

Die Darstellung der Strombelastbarkeit eines Bauelements in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur mittels einer Kurve. Aus der Derating-Kurve kann abgelesen werden, welche Ströme dauernd bei einer entsprechenden Umgebungstemperatur über alle Kontakte gleichzeitig fließen dürfen, ohne dass die obere Grenztemperatur überschritten wird. (Prüfung nach DIN EN 60512-5-2)

Dichtungen

Dichtungen sollen das Eindringen von Feuchtigkeit und Verunreinigungen verhindern. Nach DIN 47 299 Teil 1 werden unterschieden:

- **Längsdichtung/Barrierendichtung:** Dichtung innerhalb eines Steckverbinders, die den Durchgang von Gasen oder Feuchtigkeit zwischen Gehäuse und Isolierkörper sowie zwischen Isolierkörper und den Kontakten verhindert.
- **Querdichtung:** Dichtung an der Steckstelle bzw. des gesamten Stecksystems, die das Eindringen von Gasen oder Feuchtigkeit in die Steckverbindung an beliebiger Stelle bei gekuppelter Verbindung verhindert.
- **Einbaudichtung:** Dichtung, die den Durchgang von Gasen oder Feuchtigkeit durch den Spalt zwischen der Montagebohrung im Chassis und dem Körper des festen Steckverbinders verhindert.
- **Hermetische Dichtung:** Längs- und/oder Einbaudichtung, die den Test Qk nach DIN 40 046 Teil 15 erfüllt.

Direktes Stecken

Bei \Rightarrow Leiterplattensteckverbindern: Ein Steckverbinder für direktes Stecken ist ein Steckverbinder, der auf eine Leiterplatte gesteckt wird, wobei die Kontakte des Steckverbinders direkt mit den gedruckten Randkontakten der Leiterplatte kontaktieren.

\Rightarrow Indirektes Stecken

Drehverriegelung

Vorrichtung zur mechanischen Kopplung durch Verdrehen zweier Steckverbinder nach axialem Stecken.

Durchdringverbindung

Lötfreie Verbindung, auch Piercing Connection genannt, bei der geeignete Kontaktierungselemente (z. B. Lanzen, Spitzen und scharfe Kanten) die Leiterisolierung durchdringen und den Kontakt zum Leiter herstellen. Voraussetzung für diese Anschlusstechnik ist die präzise Lage der Einzelleitungen. Bei dieser Anschlussart können alle Anschlüsse des Steckverbinders in einem Arbeitsgang kontaktiert werden.

(Anforderungen und Prüfungen nach DIN EN 60352-6)

Durchgangswiderstand

Der elektrische Widerstand eines gesteckten Kontaktpaares unter festgelegten Bedingungen.

(Prüfungen nach DIN EN 60512-2-1, -2-2, -2-3, Prüfung 2a, 2b und 2c)

Dynamische Beanspruchung

Oberbegriff für Beanspruchungen wie Schwingen, Beschleunigen, Stoß, Schock und Prellen.

Einfügungsdämpfung

Die Dämpfung bei \Rightarrow Lichtwellenleiter, die durch Einfügen eines optischen Bauelements z. B. eines \Rightarrow Steckers oder eines \Rightarrow Kopplers, in ein optisches Übertragungssystem verursacht wird. Bei Verbindung identischer LWL ist sie die durch Fehljustierung \Rightarrow Fresnelsche Reflexionsverluste, Schmutz, usw. hervorgerufene Dämpfung. Bei Verbindung unterschiedlicher LWL ist sie die durch unterschiedliche optische Parameter bei sonst idealer Verbindung hervorgerufene Dämpfung. Sie ist im Allgemeinen richtungsabhängig.

Einpressstift

Anschluss mit einem speziell geformten Bereich, der dafür geeignet ist, eine lötfreie Einpressverbindung herzustellen. Man unterscheidet bei Einpressstiften:

- **Massive Stifte:** Diese sind im Einpressbereich massiv ausgebildet. Die für die Einpressverbindung notwendigen Kräfte werden durch die Verformung der Leiterplattenbohrung aufgebracht, in die der massive Einpressstift eingepresst wird.
- **Elastische Stifte:** Diese sind im Einpressbereich elastisch ausgebildet. Die für die Einpressverbindung notwendigen Kräfte werden durch die Verformung des elastischen Einpressstifts aufgebracht.

Einpressverbindung

Eine lötfreie elektrische Verbindung, die durch Einpressen eines elastisch verformbaren oder massiven (starrten) Einpressstifts in das metallisierte Loch einer Leiterplatte hergestellt wird. Die elastischen Einpressstifte passen sich dem spezifischen Lochdurchmesserbereich optimal an und minimieren die mechanische Belastung der Leiterplatte.

(Anforderungen und Prüfungen nach DIN EN 60352-5)

Einschub

Mechanische Struktur zur Aufnahme von elektrischen und elektronischen Baugruppen.

Einschubsteckverbinder

Steckverbinder zum elektrischen Verbinden von Gestellen (Rack) und Geräten mit ihren Einschüben oder ähnlichen Einheiten. Diese sind normalerweise mit Führungen zum Sicherstellen korrekten Steckens versehen.

Elektrische Kennwerte

Oberbegriff für elektrische Kennwerte wie z. B. \Rightarrow Bemessungsspannung, \Rightarrow Durchgangswiderstand, \Rightarrow Überspannungskategorie, etc.

Elektro-optischer Wandler

\Rightarrow Sender \Rightarrow Empfänger, optischer

Elektromagnetische Einflüsse

Bei Steckverbindern werden unerwünschte elektromagnetische Einflüsse auf die zu verbindenden Leitungen bzw. auf die Umgebung durch \Rightarrow Abschirmung verhindert. In der Regel ist bei ihnen eine Vorrichtung zur Befestigung und Kontaktierung des Leitungsschirms am Leitungsausgang vorgesehen.

Empfänger, optischer

Baugruppe zum Umwandeln optischer Signale in elektrische. Sie besteht aus einer Fotodiode mit \Rightarrow Anschlussfaser und \Rightarrow Stecker sowie aus einem rauscharmen Verstärker und elektronischen Schaltungen zur Signalaufbereitung. Die Hauptbestandteile des Empfängers werden meist, soweit möglich, zu einer kompakten Untereinheit, dem Empfangsmodul, zusammengefasst.

Federklemmverbindung

Lötfreie elektrische Verbindung, die durch Klemmen eines einzelnen abisolierten Leiters mittels Federklemmanschluss hergestellt ist. Ein Lösen der Verbindung ist nur durch Entlastung der Feder möglich. Mehrere Federklemmverbindungen können in einem isolierten Träger miteinander kombiniert werden. (Anforderungen und Prüfungen nach DIN EN 60352-7)

Federkontakt

Elastisches Kontaktelement eines Steckverbinders, z. B. einer Federleiste, im Gegensatz zum starren \Rightarrow Messerkontakt, z. B. in einer Messerleiste, welches durch seine Federeigenschaft eine Kraft auf ein Gegenstück ausüben kann.

Federleiste

Steckverbinder mit \Rightarrow Federkontakten in linearer Anordnung.

Feldkonfektionierbar

Steckverbinder der „vor Ort“ an ein Kabel angeschlossen werden kann.

Feuchte Wärme

Genormte Prüfungen bei Temperatur- und Feuchtebeanspruchung.

Filter-Steckverbinder

Steckverbinder mit integrierter Dämpfung von Störspannungen in bestimmten Frequenzbereichen.

Flachleitungs-Steckverbinder

Steckverbinder die mittels \Rightarrow Schneidklemm- oder \Rightarrow Piercing-Technik an Flachbandleitungen angeschlossen werden können.

Freischaltung

Mechanische oder schaltungstechnische Maßnahme, die elektrisch spannungsfreies Stecken und Trennen zwangsläufig bewirkt.

Fresnel-Verluste

Verluste aufgrund der Reflexion (\Rightarrow Reflexionsfaktor) an optischen Grenzflächen.

Gabel-Kontakt

\Rightarrow Federkontakt, ähnlich einer Stimmgabel geformt. Die beiden Kontaktschenkel üben die Kontaktkraft in entgegengesetzter Richtung aus.

Gedruckte Schaltung

\Rightarrow Leiterplatte

Gehäuse und Zubehör

Das Gehäuse dient dem mechanischen Schutz aller Komponenten eines Steckverbinders und der Sicherheit gegen die Berührung elektrischer Teile. Es kann aus Kunststoff oder Metall (mit Kontaktträger zur Isolierung) bestehen. Weitere Funktionen des Gehäuses und seiner Zubehörteile können sein:

- Verriegelung
- Polarisierung
- Codierung
- elektrische Abschirmung
- Dichtung
- Zugentlastung

Die elektrischen Kontaktelemente der Steckverbinder bieten für die Leitungsbefestigung anwendungsorientierte Anschlussarten an. Unterschieden werden Lötverbindungen und lötfreie Verbindungen nach IEC 60352 DIN EN 60352.

Gehäusedichtung

\Rightarrow Dichtungen

Grenztemperaturen

Untere und obere Temperaturen, die nicht zu einer Schädigung der Werkstoffe führen. Dazwischen liegt der \Rightarrow Betriebstemperaturbereich.

- **Untere Grenztemperatur:** Die tiefste zulässige Temperatur, bei der ein Steckverbinder oder eine \Rightarrow Steckvorrichtung noch betrieben werden darf.
- **Obere Grenztemperatur:** Die höchste zulässige Temperatur, bei der ein Steckverbinder oder eine Steckvorrichtung noch betrieben werden darf. Sie ist gleich der Summe aus Eigenerwärmung (einschl. Kontakterwärmung) und Umgebungstemperatur.

Hebelverriegelung

Fixierung des Betätigungshebels im gesteckten Zustand.

Hermaphroditischer Kontakt

⇒ Zwitterkontakt

Hybridsteckverbinder

Einsatz unterschiedlicher Kontaktarten bzw. -systeme in einem Gehäuse.

⇒ Modulsteckverbinder

IDC-Technik

(Insulation Displacement Connection)

⇒ Schneidklemmverbindung

Indirektes Stecken

Verbindung von Leiterplatten oder Leitungen über Stift- und Buchsenkontakte.

Industrie-Atmosphäre

Die durch industrielle Abgase (Schwefelverbindungen, Chlorverbindungen, Stickstoffverbindungen, u. v. a.) angereicherte Atmosphäre.

⇒ Klimafestigkeit

(Prüfverfahren nach DIN EN 60512-6-7, Prüfung 11)

Interface

⇒ Schnittstelle

Invertierte Steckverbindung

⇒ Indirekte Steckverbindung, bei der die
⇒ Federleiste nicht an der spannungsführenden Seite (Verdrahtungsseite), sondern auf der nicht spannungsführenden Seite (Leiterplattenseite) montiert wird.

I/O

Input/Output

IP-Code (Ingress Protection)

Schutzgrad eines Gehäuses gegen Eindringen von äußeren Medien wie Staub und/oder Wasser.

Isolationsgruppe

Veraltet nicht mehr verwenden, siehe
⇒ Überspannungskategorie und ⇒ Verschmutzungsgrad.

Isolationskoordination

Wechselseitige Zuordnung der Kenngrößen der Isolation von elektrischen Betriebsmitteln unter Berücksichtigung der erwarteten Mikro-Umgebungsbedingungen und anderer maßgebender Beanspruchungen.

Isolationswiderstand

Widerstand der ⇒ Isolierung zwischen zwei leitfähigen Teilen. Isoliervermögen eines Werkstoffs, der zwei benachbarte Kontakte oder einen Kontakt gegen Masse möglichst hochohmig trennt.

(Mess- und Prüfverfahren nach DIN EN 60512-2-3-1, Prüfung 3a)

Isolierkörper

Teil eines Steckverbinders, meist identisch mit dem Kontaktträger.

Isolierstoffgruppe

Einteilung von Isolierstoffen entsprechend ihren CTI-Werten (Vergleichszahlen der Kriechwegbildung). Es werden die Isolierstoffgruppen I, II, IIIa und IIIb verwendet.

Isolierung

Nichtleitende Zwischenlage und/oder Abdeckung zur Trennung und zum Schutz gegen Berühren spannungsführender Teile.

Isolierwerkstoffe

Bei Steckverbindern werden nur Kunststoffe als Isolierung verwendet. Die Wahl des Werkstoffs hängt von den geforderten thermischen und mechanischen Eigenschaften ab. Sowohl thermoplastische als auch duroplastische Werkstoffe haben sich für Steckverbinder als geeignet erwiesen.

Kabel

Ein Kabel ist im Gegensatz zu einer ⇒Leitung für feste Verlegung geeignet. Kabel dürfen in Innenräumen, im Freien, im Erdreich und in Wasser verlegt werden. Entsprechend ihrem bestimmungsgemäßen Einsatz, z. B. zur Verlegung in der Erde oder in rauer Industrieumgebung, besitzen Kabel dickere Isolier- und Mantelwände und qualitativ hochwertigere Isolier- und Mantelwerkstoffe. Kabel haben immer einen Mantel aus Kunststoff oder Gummi oder einen zusätzlichen Metallmantel.

Kennwerte

Werte nach denen das Bauteil bemessen wird.

Klemmverbindung

Lötfreie Verbindung durch Anpressen einer abisolierten Leitung in eine Klemme.

Klimatische Kennwerte

Oberbegriff für klimatische Kennwerte wie z. B. für hohe und tiefe Temperaturen, Tropenklima, Termitenfraß, hohe Luftfeuchtigkeit (⇒Feuchte Wärme), geringer Luftdruck, atmosphärische Einflüsse (⇒Industrie-Atmosphäre). In DIN EN 60068 und DIN EN 60512 sind klimatische Bedingungen für Tests beschrieben und klassifiziert.

Koaxiale Steckverbinder

Nach DIN 47299 ist ein koaxialer Steckverbinder ein Steckverbinder für koaxiale Leitungen bzw. für Rohrleitungen mit einem Innenleiter und einem koaxialen Außenleiter. Koaxiale Steckverbinder bestehen aus den Teilen ⇒Kuppler und Steckverbinder.

Kompatible Steckverbinder

Zwei Steckverbinder sind kompatibel, wenn sie mechanisch austauschbar und zusammensteckbar sind und den gleichen technischen Anforderungen entsprechen.

Kontakt, elektrischer

Nach VDE 0660 ist es der Zustand, der durch die stromführungsfähige Berührung zweier Kontaktteile an deren ⇒Kontaktflächen entsteht.

Kontakt, federnder

⇒Kontaktelement, das durch seine Federeigenschaft eine Kraft auf ein Gegenstück ausüben kann.

Kontakt, geschlitzter

Längsgeschlitztes, federndes ⇒Kontaktelement, dessen zwei Schenkel unabhängig voneinander in der gleichen Richtung auf einen gemeinsamen Gegenkontakt drücken.

Kontakt, männlicher

⇒Kontaktelement, das an seiner Außenfläche Kontakte machen soll und das von einem passenden weiblichen Kontakt aufgenommen werden kann.

Kontakt, weiblicher

⇒Kontaktelement, das an seiner Innenfläche Kontakt machen soll und das einen passenden männlichen Kontakt aufnehmen kann.

Kontaktanzahl

Anzahl, Abstände und Aufteilung von Kontakten in einem Steckverbinder oder Bauelement.

Kontaktausführung

Nach der konstruktiven Form unterscheidet man Stift-, Messer-, Feder-, Buchsen-, Gabel-, Tulpen-, Zwitterkontakte (⇒hermaphrodite Kontakte), usw.

Kontaktbereich

Minimaler bis maximaler Abstand zwischen den Bezugsebenen eines Steckverbinderpaares, in dem die festgelegten Kennwerte eingehalten werden (Kontaktüberdeckung unter Berücksichtigung des möglichen Lageversatzes der Kontaktelemente zueinander).

Kontaktichte

Häufigkeit der Kontakte in einem ⇒Steckgesicht.

⇒Kontaktanzahl

Kontaktelement (Kontakt)

Ein elektrisch leitendes Teil in einem Bauelement, mit dem über ein Gegenstück eine elektrische Verbindung (⇒elektrischer Kontakt) erzielt wird. Die elektrisch leitende Funktion eines Steckverbinders übernehmen die Kontaktelemente. Sie bestehen aus Steckbereich und Anschlussbereich. Der Anschlussbereich kann fest oder lösbar sein. Feste Verbindungen sind z. B. Lötten, Crimpen, Schneidklemmtechnik, Wickeltechnik und Einpresstechnik. Lösbare Verbindungen sind Schraubanschluss- und Federklemmverbindung.

Kontaktfläche

Physikalisch wirksame Fläche für den Fluss eines elektrischen Stroms zwischen zwei ⇒Kontaktelementen, zwei elektrischen Leitern oder einem Leiter und einem Kontakt.

Kontaktgröße

Kennzeichnung zur Differenzierung der Kontakte nach folgenden Systemen:

- **Kennzeichnungssystem:** Kennzeichnung des Kontaktes nach der maximal anschließbaren Leitergröße (AWG – American Wire Gauge)
- **Strombelastbarkeitssystem:** Kennzeichnung des Kontaktes nach seiner maximalen Strombelastbarkeit ⇒Nennstrom
- **Querschnittssystem:** Kennzeichnung des Kontaktes nach dem maximal anschließbaren Leiterquerschnitt ⇒Leiterwiderstand

Kontakthalterung

Vorrichtung am Kontakt oder im Isolierkörper für die Befestigung der Kontakte im Isolierkörper.

Kontaktkraft

Senkrecht auf die ⇒Kontaktfläche wirkende Kraft (Normalkraft), die den Kontaktdruck erzeugt.

Kontaktweg

Strecke, die ein Kontakt beim Stecken oder Ziehen auf der Oberfläche seines Gegenkontakts gleitet.

Kontaktmaterial

Die Wahl des Kontaktmaterials – meist Kupfer oder Kupferlegierungen – hängt von den gewünschten Eigenschaften des Steckverbinders ab.

Hierbei spielen Durchgangswiderstand, Steck- und Ziehkräfte eine maßgebliche Rolle. Neben Stechkäufigkeit und Umwelteinflüssen bestimmen diese auch die Art der Oberflächenüberzüge Nickel, Zinn, Gold, Silber, Palladium. Sie werden galvanisch oder walztechnisch aufgebracht.

⇒Kontaktflächen

Kontaktflächen

Um einen möglichst kleinen ⇒Kontaktwiderstand zu erzielen, muss der ⇒Engewiderstand durch möglichst gleichmäßig eingeebnete Kontaktflächen und der ⇒Fremdschichtwiderstand durch Oberflächenüberzüge aus Edelmetall oder Zinn niedrig gehalten werden.

Kontaktspiel

Vorgegebene freie Bewegung eines Kontaktelements in einem Bauelement.

Kontaktträger und Kontakthalterung

Der Kontaktträger nimmt die einzelnen Kontaktelemente auf. Gleichzeitig übernimmt er die Isolierfunktion. Der Kontaktträger kann auch zugleich das Gehäuse sein. Die Kontakthalterung hält das Kontaktelement fest.

Kontaktwiderstand

Elektrischer Widerstand zwischen den sich berührenden Kontaktflächen im ⇒Kontaktbereich. Er setzt sich aus dem ⇒Engewiderstand und dem ⇒Fremdschichtwiderstand zusammen.

Koplanarität

Ebenheit der Anschlusspins eines SMT-Bauelements zur Leiterplatte.

Koppelverluste (Kopplungsverluste)

⇒Dämpfungs-Verluste, die an der Verbindungsstelle zweier LWL auftreten.

Koppler

Passive optische Bauelemente zur Übertragung von Licht zwischen Lichtquelle und
⇒LWL oder zwischen mehreren LWL.

Kriechstrecken

Kürzeste Entfernung entlang der Oberfläche eines Isolierstoffs zwischen zwei leitenden Teilen. Die unterschiedliche Kriechstromfestigkeit der Isolierstoffe ist bei der Festlegung der Kriechstrecken zu beachten.

Kriechstrom

Strom, der zwischen gegenseitig unter Spannung stehenden Metallteilen über die Oberfläche eines Isolierstoffs fließt.

Kupplungsarten

Zur Kupplung von Rundsteckverbindern gibt es folgende Verriegelungstechniken:

- ⇒Bajonett-Verriegelung
- ⇒Dreh-Verriegelung
- ⇒Pull-off-Kupplung
- ⇒Push-pull-Kupplung
- ⇒Schraub-/Schnellverriegelung

Kupplungskraft

Kraft, die erforderlich ist, ein steckbares Bauelement vollständig zu stecken oder zu ziehen, wobei der Einfluss einer Kupplung, Verriegelung oder ähnlichen Vorrichtungen eingeschlossen ist.

Leiterplatte (auch „gedruckte Schaltung“ oder PCB)

Der Begriff umfasst Leiterplatten mit Leiterbildern auf einer, auf beiden Seiten oder Mehrlagen-Leiterplatten (Multilayer). Diese Leiterplatten haben metallisierte Löcher (Bohrungen) für axiale ⇒Lötverbindungen, für das Einpressen massiver oder elastischer Stifte (⇒Einpressstift, Einpressverbindung) oder Verbindungsstellen (sogenannte Pads) für die SMD-Technik.

Leiterplattensteckverbinder

Steckverbinder zur Montage auf einer Leiterplatte oder zum Stecken auf eine Leiterplatte (⇒direktes Stecken). Der Steckverbinder für Mutter-Tochter-Leiterplatten verbindet diese Leiterplatten miteinander.

⇒indirektes Stecken

Leiterwiderstand

Elektrischer Widerstand eines Leiters, der durch Länge, Querschnitt und ⇒Leitwert des Werkstoffes bestimmt ist.

Leitung

Leitungen können einen oder mehrere ⇒Adern umfassen, Isolierhüllen aufweisen, mit Schirmen zur ⇒Abschirmung ausgerüstet und mit einem Mantel zum Schutz der Aufbauelemente versehen sein. Bei Leitungen, die an Steckverbindern angeschlossen werden, handelt es sich im Wesentlichen um flexible Leitungen, Flachleitungen, Schlauchleitungen, geschirmte Leitungen und Koaxialleitungen. Zur Abgrenzung siehe ⇒Kabel, im allgemeinen Sprachgebrauch wird häufig Kabel statt Leitung benutzt.

Leitungsabgang

Leitungsabgang eines Steckverbinders aus dem ⇒Gehäuse. Der Leitungsabgang kann gerade oder winkelig sein und ⇒Zugentlastungsklemme, Dichtung und Schirmklemme enthalten.

Leitwert

Die ⇒Kontaktmaterialien haben unterschiedliche Fähigkeiten, den elektrischen Strom zu leiten. Der Leitwert ist der Reziprokwert des Widerstandes.

Lichtwellenleiter (LWL)

Dielektrischer Wellenleiter, dessen Kern aus optisch transparentem Material geringer Dämpfung (Quarzglas oder transparentem Kunststoff) besteht und dessen Mantel eine niedrigere Brechzahl als der Kern hat. Er dient zur Übertragung von Signalen mit Hilfe elektromagnetischer Wellen im Bereich optischer Frequenzen (Licht). Für den LWL wird auch der Ausdruck „Glasfaser“ (fiber, fibre) verwendet. Er ist im Allgemeinen mit einer Beschichtung (Faserhülle bzw. Coating) versehen. LWL können verschiedene Modi (diskrete Lichtwellenformen bzw. Ausbreitungswege) haben.

Lötverbindungen

Die Lötverbindung ist eine bedingt lösbare Anschlusstechnik mittels Weichlot.

Luftstrecken

Kürzeste Entfernung zwischen zwei leitenden Teilen (nach DIN EN 60664, DIN VDE 0110)

LWL

Abkürzung für \Rightarrow Lichtwellenleiter.

Mechanische Kennwerte

Oberbegriff für mechanische Kennwerte wie Schutzart, Steck- und Ziehkraft, mechanische Lebensdauer, Schwingbeanspruchung, etc.

Mechanische Lebensdauer

Anzahl der Steckzyklen, die noch nicht zum Durchrieb der leitenden \Rightarrow Kontaktflächen führt und den \Rightarrow Kontaktwiderstand nicht unzulässig erhöht.

(Mess- und Prüfverfahren nach DIN EN 60512-9-1, Prüfung 9a)

Messerkontakt

Nicht federndes \Rightarrow Kontaktelement mit rechteckigem Querschnitt und üblicherweise abgeschrägter Steckkante bzw. Kontaktspitze.

Messerleiste

\Rightarrow fester Steckverbinder mit \Rightarrow Messerkontakten in linearer Anordnung.

Mischleisten

Meist \Rightarrow Leiterplatten-Steckverbinder, die unterschiedliche Kontaktarten enthalten, z. B. elektrische Kontakte verschiedener Ausführung oder Kontakte von \Rightarrow koaxialen Steckverbindern und LWL-Steckverbindern.

Modulsteckverbinder

Integration von gleichartigen oder verschiedenen Kontaktsystemen in ein gemeinsames Gehäuse.

\Rightarrow Hybridsteckverbinder

Monomodefaser (auch Einmodenfaser)

Lichtwellenleiter, in dem nur ein einziger Modus, der sogenannte Grundmodus, ausbreitungsfähig ist. Der Faserradius muss dazu in der Größe von zwei bis acht μm liegen. Die Dämpfungsverluste bei Monomodefasern sind sehr gering.

Multimodefaser (auch Mehrmodenfaser)

\Rightarrow Lichtwellenleiter als Stufenfaser oder Gradientenfaser, bei denen viele Moden ausbreitungsfähig sind. Eine Stufenfaser ist ein LWL mit einem Stufenprofil, das durch eine konstante Brechzahl innerhalb des Kerns und einem scharfen Abfall der Brechzahl an der Grenzfläche von Kern und Mantel charakterisiert ist. Die Gradientenfaser ist ein LWL mit einem Gradientenprofil, das über der Querschnittsfläche eines LWL stetig ist.

Nabel-Steckverbinder

Zum Anschluss eines Kabels an ein Fahrzeug (Flugzeug), der vor oder während des Starts automatisch getrennt wird.

Nennspannung

Geeigneter gerundeter Wert einer Spannung zur Bezeichnung eines Bauelementes.

Nennstrom

Effektivwert des Stroms, der im Bereich der Prüfklasse unter Einschluss der Eigenerwärmung dauernd durch jede der gleichzeitig bestehenden Verbindungen fließen darf.

\Rightarrow Grenzstrom, \Rightarrow Grenztemperatur

NF-Steckverbinder

Nach Festlegung der International Electrotechnical Commission (IEC) sind Niederfrequenz-Steckverbinder für den Einsatz bei Frequenzen unter vier MHz geeignet.

Nichtwiederanschließbarer Steckverbinder

Steckverbinder, der so aufgebaut ist, dass die flexible Leitung nicht vom Steckverbinder getrennt werden kann, ohne dass sie für eine Weiterverwendung unbrauchbar wird.

Null-Kraft-Steckverbinder

Steckverbinder, bei dem während des Steck- bzw. Ziehvorganges keine Steck- und Ziehkräfte auftreten (Andruckverbinder).

⇒ ZIF-Steckverbinder

Obere Grenztemperatur

Vom Hersteller festgelegte, maximal zulässige Temperatur, bei der ein Steckverbinder noch betrieben werden darf. Sie schließt die Erwärmung der Kontakte durch den Strom und die Umgebungstemperatur ein.

Opto-elektrische Wandler

⇒ Empfänger, optischer

PCB

Abkürzung für ⇒ Leiterplatte (engl. Printed Circuit Board)

Piercing-Verbindung (IPC)

⇒ Durchdringverbindung

Pin-in-Paste

⇒ Through-Hole-Reflow (THR)

Prüfspannung

Spannung, der ein Steckverbinder oder eine Steckvorrichtung bei vorgegebenen Bedingungen ohne Durchschlag oder Überschlag widersteht. Die Prüfspannung liegt über der Nennspannung. Sie dient zum Nachweis des Isoliervermögens des Steckverbinders.

Pull-off-Kupplung

Bei dieser Verriegelungstechnik trägt das Steckergehäuse einen Kupplungsring, der durch axiale Bewegung den Stecker entriegelt.

⇒ Kupplungsarten

Push-in

Variante der ⇒ Federklemmverbindung bei der massive Leiter in Direktstecktechnik ohne Werkzeug angeschlossen werden können.

Push-pull-Steckverbinder

Steckverbinder, der mit einer Push-pull-Kupplung ausgestattet ist.

Push-pull-Kupplung

Ein selbsttätig verriegelnden Schnellverschluss, der überwiegend an Rundsteckverbindern zum Einsatz kommt. Verriegelt und entriegelt wird die Push-pull-Kupplung durch eine axiale Verschiebung des Kupplungsringes.

Rastermaß

Das Rastermaß nach DIN EN 40801 ist der Abstand zweier benachbarter Rasterlinien, auf denen Kontakte, Befestigungsbohrungen, u. a. liegen. Übliche Rastermaße sind bei gedruckten Schaltungen 2,54 mm (0.1"), 1,27 mm (0.05") und 0,635 mm (0,025") bzw. hartmetrische Maße wie 2,5 mm, 2,00 mm, 1,25 mm, 0,635 mm und 0,5 mm.

Rastkontakte

⇒ Kontaktelemente, die durch Einrasten von Rastlanzen in die ⇒ Kontakthalterung bzw. durch Einrasten von federnden Elementen der Kontakthalterung hinter eine Rastschulter des Kontaktelements im Kontaktträger festgehalten werden. Sie können von vorn, d. h. vom Steckgesicht, oder von hinten, also von der Verdrahtungsseite aus, wieder entriegelt werden.

RAST

Raster-Anschluss-Steck-Technik

Rechteck-Steckverbinder

Quaderförmiger Steckverbinder mit rechteckigem Steckgesicht.

Reflexionsfaktor

Der Reflexionsfaktor ist der Quotient aus dem Betrag der Spannung der rücklaufenden Welle und dem Betrag der Spannung der hinlaufenden Welle bei Koaxialleitungen.

Rundsteckverbinder

Steckverbinder mit zylindrischer Form und rundem Steckgesicht.

Schaltleistung

Wert des Stroms, den der \Rightarrow Steckverbinder mit Schaltleistung (früher: Steckvorrichtung) unter festgelegten Bedingungen einschalten und unterbrechen (trennen) kann.

Schirmdämpfung

Differenz zwischen der Feldstärke im Leitungsinnen und derjenigen außerhalb des Schirms.

Schirmklemme

\Rightarrow Zugentlastungsklemme zum Anschluss des Schirmgeflechtes einer Leitung.

Schneidklemme

Anschlussstück für die Aufnahme eines Drahts zum Zweck der Herstellung einer \Rightarrow Schneidklemmverbindung.

Schneidklemmverbindung (IDC)

Eine lötfreie elektrische Verbindung, die durch Eindrücken einzelner Drähte in genau ausgeführte Schlitze hergestellt wird, wobei die Schlitzseiten die Isolierhülle verdrängen.

Schnittstelle (Interface)

Grenz und Übergangsstelle zweier Systeme. Sie müssen kompatibel, d. h. austauschbar und in den Eigenschaften gleich sein. Schnittstellen sind i. d. R. international genormt. \Rightarrow Steckgesicht

Schnapp-/Rastverriegelung

Mechanische Verrastung einer oder mehrerer Laschen des Steckergehäuses in entsprechende Aussparungen des Gegengehäuses.

Schnellverriegelung

Verriegelungsart, die eine schnelle, schraubenlose Verbindung ermöglichen (z. B. \Rightarrow Bajonett, \Rightarrow Push-pull).

Schraubanschluss

Beim Schraubanschluss wird der abisolierte Leiter mit einer Schraube am Kontaktteil des Steckverbinders festgeklemmt. Diese Klemmschraube kann sowohl in der Längsachse (Axialschraubklemme) des Leiters als auch quer zum Leiter wirken und lässt sich einfach lösen.

Schraubverriegelung

Nutzung von ein oder mehreren Schrauben zur Fixierung von Steckverbindern.

Schutzisolierter Steckverbinder (Klasse II)

Steckverbinder bei dem der Schutz gegen unbeabsichtigte Berührung (direktes Berühren) durch Anwendung der doppelten oder verstärkten Isolierung sichergestellt wird.

SMT (Surface Mounted Technology)

Technik zum Auflöten oberflächenmontierbarer Bauelemente auf Leiterplatten ohne Verwendung von Bohrungen.

INTERNATIONALE SCHUTZARTEN NACH DIN EN 60529 (IEC 529/VDE 047 T1)

CODEBUCHSTABEN (International Protection) **IP** ERSTE KENNZIFFER (Schutz gegen feste Fremdkörper) **6** ZWEITE KENNZIFFER (Schutz gegen Wasser) **8**

KENNZIFFER	SCHUTZUMFANG	KENNZIFFER	SCHUTZUMFANG
0	Kein Berührungsschutz, kein Schutz gegen feste Fremdkörper	0	Kein Wasserschutz
1	Schutz gegen großflächige Berührung mit der Hand, Schutz gegen Fremdkörper mit $\varnothing > 50$ mm	1	Schutz gegen senkrecht fallende Wassertropfen
2	Schutz gegen Berührung mit den Fingern, Schutz gegen Fremdkörper mit $\varnothing > 12$ mm	2	Schutz gegen schräg fallende Wassertropfen aus beliebigem Winkel bis zu 15° aus der Senkrechten
3	Schutz gegen Berührung mit Werkzeug, Drähten o. ä. mit $\varnothing > 2,5$ mm, Schutz gegen Fremdkörper mit $\varnothing > 2,5$ mm	3	Schutz gegen schräg fallende Wassertropfen aus beliebigem Winkel bis zu 60° aus der Senkrechten
4	wie 3, jedoch $\varnothing > 1$ mm	4	Schutz gegen Spritzwasser aus allen Richtungen
5	Schutz gegen Berührung, Schutz gegen Staubablagerung im Inneren	5	Schutz gegen Wasserstrahl (Düse) aus beliebigem Winkel
6	Vollständiger Schutz gegen Berührung, Schutz gegen Eindringen von Staub	6	Schutz gegen Wassereindringung bei vorübergehender Überflutung
		7	Schutz gegen Wassereindringung bei zeitweisem Eintauchen
		8	Schutz gegen Wassereindringung bei dauerhaftem Untertauchen, Anforderung nach Absprache zwischen Anwender und Hersteller
		9	Schutz gegen Wasser bei Hochdruck/Dampfstrahlreinigung

Darstellung in Anlehnung an DIN VDE 470, DIN EN 60529, IEC 529

Abb. 96: IP Schutzklassen – Quelle: Lumberg

Sender, optischer

Baugruppe zum Umwandeln elektrischer in optische Signale. Sie besteht aus einer Sendediode (Laser- oder Lumineszenzdiode) mit Anschlussfaser, Stecker und Treiberverstärker, sowie weiteren elektronischen Schaltungen. Die Hauptbestandteile des Senders werden meist (soweit möglich) zu einer kompakten Untereinheit, dem Sendemodul, zusammengefasst.

Smart Card Connector

Steckverbinder zum Kontaktieren von Chipkarten.

Spleißverbindung

Feste Verbindung von zwei Lichtwellenleitern, die durch Verschmelzen (Schmelzspleiß) oder durch Verkleben (Klebespleiß) der Enden entsteht.

Steck- oder Ziehkraft

Kraft, die ohne Einfluss einer Kupplungs- oder Verriegelungsvorrichtung erforderlich ist, umsteckbare Bauelemente vollständig zu stecken oder zu ziehen.

(Prüfung nach DIN EN 60512-13-2, Prüfung 13b)

Stecker

Bei Lichtwellenleiter: Bauelement für eine leicht trennbare und wieder zusammensetzbare Verbindung zweier ⇒LWL (i. d. R. ist die Einfügungsdämpfung eines Steckers höher als die eines ⇒Spleißes). Verwendung findet der Begriff „Stecker“ auch im undefinierten Sprachgebrauch anstelle von Steckverbinder, z. B. für Netzstecker, Antennen-Stecker, HF-Zwischenstecker usw.

Steckgesicht

Mechanische Schnittstelle von Steckverbindern zum passenden Gegenstück.

Steckhülse

Kontaktelement, bei dem die Verbindung durch axiale Kraft hergestellt (Aufschieben) und die Trennung (Abziehen) durch Reibung begrenzt wird, z. B. für Flachsteckverbinder DIN 46244 und DIN 46247.

Steckverbinder

Ein Bauelement, das es gestattet, elektrische Leiter anzuschließen und dazu bestimmt ist, mit einem passenden Gegenstück Verbindungen herzustellen und/oder zu trennen. Steckverbinder sind Betriebsmittel, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung (unter elektrischer Spannung) nicht gesteckt oder getrennt werden dürfen (im Gegensatz zur ⇒Steckvorrichtung). Nach Art der ⇒Befestigung werden freie und feste Steckverbinder unterschieden. Der Steckverbinder besteht aus dem Steckverbindergehäuse und den Kontaktelementen. Das Steckverbindergehäuse enthält den ⇒Kontaktträger und ggf. die ⇒Kontakthalterung.

Steckverbinderart

Definierte Ausführung des Steckverbinders innerhalb einer ⇒Steckverbinderfamilie (⇒Bauart).

Steckverbindergehäuse

Teil des Steckverbinders, in dem Kontakteinsatz und Kontakte montiert werden.

Steckverbinder, gütebestätigter

Steckverbinder, der gemäß Gütebestätigungs-Spezifikation gefertigt und geprüft ist. Solche Steckverbinder werden insbesondere im kommerziellen, militärischen oder Raumfahrtbereich eingesetzt.

Steckverbinder, kontaktgeschützter

Steckverbinder, dessen Kontakte (männlich oder weiblich) gegen das schaufelartige Eintauchen des vorderen Gehäuseendes des Gegensteckers berührungssicher angeordnet sind.

Steckverbinderfamilie

Zu einer Steckverbinderfamilie gehören Steckverbinder mit gleichartigen Eigenschaften. Die Anschlussmaße sind in der Bauart-Norm enthalten. Als Steckverbinderfamilie bezeichnet man auch Steckverbinder, die gleichartig ausgeführt sind und auf dem gleichen Konstruktionsprinzip beruhen, bei denen jedoch eine Anzahl verschiedener Größen festgelegt ist.

Steckverbindung

Eine elektrische Steckverbindung besteht aus zwei ⇒Steckverbindern, d. h. aus mindestens zwei Kontaktelementen. Alle weiteren Komponenten wie Gehäuse, Kontaktträger, Kontakthalterung, usw. erfüllen sekundäre Funktionen.

Steckverbinder mit Schaltleistung (früher: Steckvorrichtung)

Betriebsmittel, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung unter elektrischer Spannung oder Last gesteckt oder getrennt werden dürfen – im Gegensatz zu ⇒Steckverbindern. Ein vorhandener Schutzleiterkontakt muss während des Steckens vor- und während des Trennens nachhelfen.

⇒Voreilender Kontakt

Steckzyklen

Mechanisches Betätigen von ⇒Steckverbinder und ⇒Steckvorrichtungen durch Stecken und Ziehen. Ein Steckzyklus besteht aus je einem Steck- und Ziehvorgang.

Stirnkontakt-Steckverbinder

Die Verbindung wird durch nicht ineinandergreifende elektrische Kontakte hergestellt und durch axiale Kraft aufrechterhalten.

Strombelastbarkeit

Bemessungsstrom, Kontaktgröße

Through Hole Reflow (THR)

Ergänzend zur konventionellen ⇒SMD-Bestückung lassen sich bei THR die SMD-Bauteile zusammen mit bedrahteten Komponenten (⇒Leiterplattensteckverbinder) auf die SMT-Leiterplatte setzen und im Reflow-Prozess verlöten. Die THR-Technik bietet höhere mechanische Festigkeit gegenüber der ⇒SMD-Technik. Das Verfahren ist auch unter dem Namen ⇒Pin-in-Paste (PIP) bekannt.

Überspannungskategorie

Zuordnung eines elektrischen Betriebsmittels zu der zu erwartenden Überspannung. Es werden Überspannungskategorie I, II, III, IV verwendet.

Umweltbedingungen

Oberbegriff für Umwelteinflüsse, die auf die Steckverbinder wirken (Temperatur, Luftfeuchte, Betauung, Luftverschmutzung, usw.):

- Ein umweltbeständiger Steckverbinder ist gegen hohe Feuchtigkeit, Übertemperatur oder Verunreinigung geschützt.
- Steckverbinder sind tauchfest, wenn sie dem Eintauchen in eine vorgeschriebene Wassertiefe standhalten.
- Feuerfeste Steckverbinder sind unter festgelegten Bedingungen kurzzeitig flammbeständig.
- Gasdichte Steckverbinder haben eine Dichtung für eine festgelegte Gasdichtheit.

Untere Grenztemperatur

Vom Hersteller festgelegte, minimal zulässige Temperatur, bei der ein Steckverbinder noch betrieben werden darf.

Verbindungsschlitz

Die speziell geformte Öffnung in einer Schneidklemme, geeignet, die Isolierhülle eines Drahtes zu verdrängen und eine gasdichte Verbindung zwischen der Klemme und dem Leiter (den Leitern) des Drahtes sicherzustellen.

Verrastung

Mechanischer Halt eines Steckverbinderpaares durch z. B. Rasthaken, Schieber, Bügel und Zahnsegmente (locking).

Verriegelung

Verriegelungen oder Kupplungen (⇒Kupplungsarten) sind meist am Steckergehäuse angebrachte mechanische Vorrichtungen, die fest ineinander greifen und ein unbeabsichtigtes Trennen der Steckverbindung verhindern.

- ⇒Bajonettverriegelung
- ⇒Bügelverriegelung
- ⇒Drehverriegelung
- ⇒Pull-off-Verriegelung
- ⇒Push-pull-Verriegelung
- ⇒Schnapp-/Rastverriegelung
- ⇒Schraubverriegelung
- ⇒Hebelverriegelung

Darüber hinaus werden im Automobilbereich die einzelnen Kontakte im Kunststoffkörper durch zweistufige Verriegelung (Primär und Sekundär) festgesetzt.

Verschmutzungsgrad

Zahlenwert, der die zu erwartende Verschmutzung der Mikroumgebung angibt. Es werden Verschmutzungsgrade 1, 2, 3 und 4 verwendet. Zuordnung zu Luft- und Kriechstrecken.

Voreilender Kontakt

Erfordert der Schaltungsaufbau, dass ein oder mehrere Kontakte eines Steckverbinders beim Stecken zuerst Kontakt herstellen (Schutzleiter oder Masse) oder sich beim Ziehen als letzte trennen, werden verlängerte Kontakte eingesetzt.

Wickelverbindung

Eine lötfreie Verbindung zwischen einem Leiter und einem scharfkantigen Wickelstift, bei der der Leiter direkt unter kontrollierter mechanischer Spannung um den Wickelstift gewickelt ist.

Ziehkraft

⇒ Steck- oder Ziehkraft

ZIF-Steckverbinder

ZIF = Zero Insertion Force, ⇒ Null-Kraft-Steckverbinder

Zugentlastung

Fixierung der Leitung am Gehäuse oder Steckverbinder zum Schutz der Leitung, der Anschlüsse und der Kontakte gegen mechanische Überbeanspruchung.

Zugentriegelung

Steckverbindungen mit Zugentriegelung werden durch eine festgelegte Zugkraft an der Leitung selbsttätig entriegelt und entkuppelt.

Zwitterkontakt

Kontakt, der mit einem anderen, gleicher Konstruktion, funktionstechnisch zusammenpasst. Kontaktelement, das so ausgebildet ist, dass es weder als männlich noch als weiblich bezeichnet werden kann ⇒ Hermaphroditische Kontakte.

7. Mitglieder der Fachabteilung Steckverbinder im ZVEI

AB Elektronik	MPE - Garry
Amphenol-Tuchel Electronics	Multi-Contact Deutschland
Conec Elektronische Bauelemente	ODU
Contact	Pancon
Damar & Hagen	Panduit Europe
Delphi	Pepperl + Fuchs
Escha Bauelemente	Phoenix Contact
FMB Technik	Provertha Connectors, Cables & Solutions
Franz Binder	Radiall
Harting	Schaltbau
Hirschmann Automation and Control	Spinner
HoTec Electronic Hollenberg	Telegärtner Karl Gärtner
Huber + Suhner	TE Connectivity
Hummel	U. I. Lapp
ITT Cannon	Wago Kontakttechnik
Kostal Kontakt Systeme	Walther-Werke
Lear Corporation	Weco Contact
Lumberg	Weidmüller Gruppe
MCQ Tech	Wieland Electric
Metalluk Bauscher	Wilhelm Sihn Jr.
Molex Deutschland	Zeibina Kunststoff-Technik



ZVEI-Zentralverband Elektrotechnik
und Elektronikindustrie e.V.
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-0
Fax: +49 69 6302-317
E-Mail: zvei@zvei.org
www.zvei.org