

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 85 (1994)

**Heft:** 25

**Artikel:** Aschenbrödel Steckverbinder : was man bei der Wahl von Steckverbindern beachten sollte

**Autor:** Bjenescu, Titu I.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-902645>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 31.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Die Steckverbinder sind eine wichtige Verbindungs- und Trennungsstelle, deren Hauptaufgabe die elektrische Energieübertragung ist. Zur Sicherstellung dieser Funktion kommt der Ausführungsform der Kontaktelemente sowie der verwendeten Werkstoffe und galvanischen Überzüge eine besondere Bedeutung zu. Der vorliegende Beitrag beschreibt in weiten Zügen die Aufgaben und die Anwendungsgebiete eines Steckverbinders, die technischen und wirtschaftlichen Anforderungen, die Anforderungsprofile, die Qualität und die Zukunftsperspektiven optischer Steckverbinder. Ein Zuverlässigkeitsglossar betreffend die Steckverbinder ergänzt den Beitrag.

# Aschenbrödel Steckverbinder

## Was man bei der Wahl von Steckverbindern beachten sollte

■ Titu I. Băjenescu

Vielfach totgesagt – weil elektronisch wegintegrierbar – haben die Steckverbinder heute einen Markt mit zunehmender Tendenz. Sie sind eine wichtige Verbindungs- und Trennungsstelle, an der der Mensch noch von Hand in das ansonsten oft undurchsichtige elektrische Geschehen eingreifen kann. Steckverbinder, die Teilsysteme verknüpfen, bestimmen massgeblich den Grad der Funktionszuverlässigkeit und -sicherheit technischer Anlagen.

Neben den vielen Varianten elektrischer Steckverbindungen kommen in neuen Systemen der Informationsnetze zunehmend optische Steckverbindungen zum Einsatz. Die Realisierung von Verbindungstechniken für Lichtwellenleiter aus Glasfasern verlangt eine wesentlich geringere Fehler-toleranz<sup>1</sup>, als sie bei den (bereits sehr genauen) lötfreien Verbindungstechniken Stand der Technik ist.

### Aufgabe eines Steckverbinders

Die Funktion eines Steckverbinders ist, eine leicht lösbare elektrische und mechanische Verbindung herzustellen. Bei einer wertanalytischen Betrachtung kann man

die Gesamtfunktionen eines Steckverbinders in die folgenden Einzelfunktionen aufgliedern:

- einen lösbaren elektrischen Kontakt herstellen
- eine lösbare mechanische Kupplung herstellen
- Anschlussmöglichkeiten für Verdrahtung vorsehen
- elektrisch leitende Teile isolieren
- mechanische Stabilität herstellen
- Befestigungsmöglichkeiten vorsehen

Die Bewertung dieser Einzelfunktionen ist abhängig von der beabsichtigten Verwendung und der Ausführungsform des Steckverbinders. Wenn es auch scheint, dass einzelne Funktionen wichtig und andere unwichtig sind, so ist doch eine einwandfreie Gesamtfunktion nur dann gewährleistet, wenn alle Einzelfunktionen richtig zusammenwirken.

Die Hauptaufgabe eines Steckverbinders ist, elektrische Energie zu übertragen. Zur Sicherstellung dieser Funktion kommt der Ausführungsform der Kontaktelemente sowie der verwendeten Werkstoffe und galvanischen Überzüge eine besondere Bedeutung zu.

### Einfluss der Komplexität

Die Komplexität elektronischer Geräte und Komponenten steigt von Jahr zu Jahr.

Adresse des Autors:  
Prof. Titu I. Băjenescu, M. Sc., Consultant,  
13, Chemin de Riant-Coin,  
1093 La Conversion/Lutry.

<sup>1</sup> Verbindungselemente für Lichtwellenleiter müssen mindestens zwei 10er-Potenzen präziser sein.

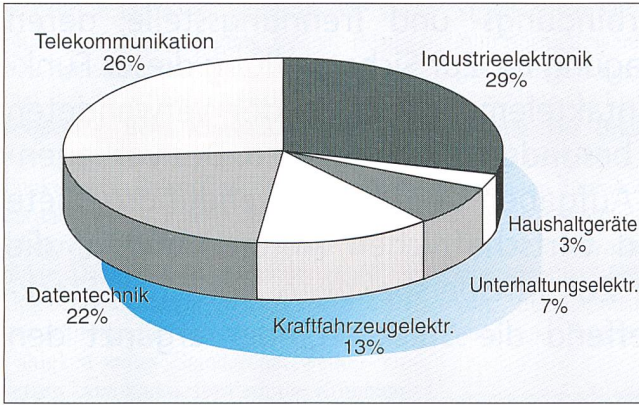


Bild 1 Gliederung des Steckverbindermarktes

Daraus folgt, dass immer höhere und besondere Anforderungen an Verbindungen der Baugruppen untereinander und an die Anschlüsse dieser Geräte gestellt werden. Vor allem wird eine besonders hohe Zuverlässigkeit der Anschlüsse und Verbindungen gefordert. Das führt zur Problematik der Qualitätssicherung und zur protokollierten Fertigung dieser Bauelemente. Denn nur wenn höchste Qualitätsanforderungen verwirklicht werden, sind die Voraussetzungen eines sicheren und störungsfreien Betriebs von elektronischen Anlagen und Geräten für den Endanwender gegeben.

- 1958 gedruckte Schaltungen (Leiterplatten)
- 1975 Lichtwellenleiter für die digitale Übertragung von Informationen
- 1986 lötfreie elektrische Verbindungen

### Anwendungsgebiete

Ob der Informations- oder Datenfluss über elektrische Signale oder Lichtwellen erfolgt, ob in der Industrieelektronik Mess- und Regelanlagen zur Prozesssteuerung und -regelung eingesetzt werden, ob Telekommunikation und Datentechnik im Bürobereich gefragt ist, ob Aufgaben im Kraftfahrzeugbereich, in der Unterhaltungselektronik oder bei Haushaltgeräten zu lösen sind, überall findet man Steckverbinder im Einsatz. Eine Schätzung des Marktes an Steckverbindern gliedert sich, wie im Bild 1 dargestellt ist.

### Einfluss der Innovation

In den letzten zwanzig Jahren haben drei bemerkenswerte Innovationsschübe die Verbindungstechnik nachhaltig beeinflusst:

### Technische Anforderungen an Steckverbindungen

Die Aufgabe der Steckverbindung ist, entweder optische Signale oder elektrische Leistungen zu übertragen, bei denen je nach den elektrischen Bemessungsgrößen Ströme von wenigen Mikroampere ( $\mu\text{A}$ , Bereich der trockenen Schaltungen) bis zu Strömen über 40 A fließen können. Dabei ist die Entwicklung der Steckverbindung von der Anwendung geprägt, und die konstruktiven Merkmale eines Steckverbinders sind abhängig von den jeweiligen Bedingungen am Einsatzort.

Die drei Hauptbereiche der Anforderungskriterien (deren Zusammenwirken das Anforderungsprofil an einen Steckverbinder kennzeichnen) sind:

- die mechanischen Belastungen
- die elektrischen und optischen Eigenschaften und
- die Umwelteinflüsse

Als mechanische Anforderungen werden geprüft: Zahl, Masse und Raster von Kontakten, Steck- und Ziehkraft für einzelne Kontakte und komplette Steckverbinder, Schwingungen (Rüttelfestigkeit), Schockbeanspruchung (Schlag), Beschleunigung, Stechkäufigkeit, Polarisierung und Codiermöglichkeit. Kriterien für optische Lichtwellenleiter-Steckverbindungen sind Kopplungsverluste (Dämpfung) und Übertragungskapazität.

Die wichtigsten elektrischen Anforderungen sind Nennströme, Grenzstrom, Luft- und Kriechstrecken bei maximaler Betriebsspannung, Spannungsfestigkeit, Sprühspannung, Isolationswiderstand, Durchgangswiderstand, Induktivität, Kapazität, Sicherheit gegen elektromagnetische Störeinflüsse, Grenzfrequenz, Impedanz usw.

Die Betriebssicherheit neuer Systeme wird durch Laborprüfungen sichergestellt<sup>2</sup>. In DIN 41650 wurden Anforderungsstufen für Steckverbinder der Nachrichtentechnik festgelegt, die weitgehend auch für andere Steckverbinder der Schwachstromtechnik – beispielsweise bei Elektronikgeräten – eingehalten werden. Spezielle Anforderungen werden in sogenannten Bauformblättern (z. B. DIN) beschrieben.

### Wirtschaftliche Anforderungen

Steckverbinder sind Betriebsmittel zur einfacheren Handhabung der Systeme elek-

<sup>2</sup>Hier werden Umwelteinflüsse und das Langzeitverhalten der Steckverbindungen simuliert. In Anlehnung an die Umwelteinflüsse werden geprüft: Grenztemperaturen, rascher Temperaturwechsel, Kälte, Luftfeuchte (Betauung), Luftverunreinigung, feuchte und trockene Wärme, Industrieklima, Unterdruck, Schock, Vibration, Höhenfestigkeit, Staub, Brennbarkeit, Entflammbarkeit usw.

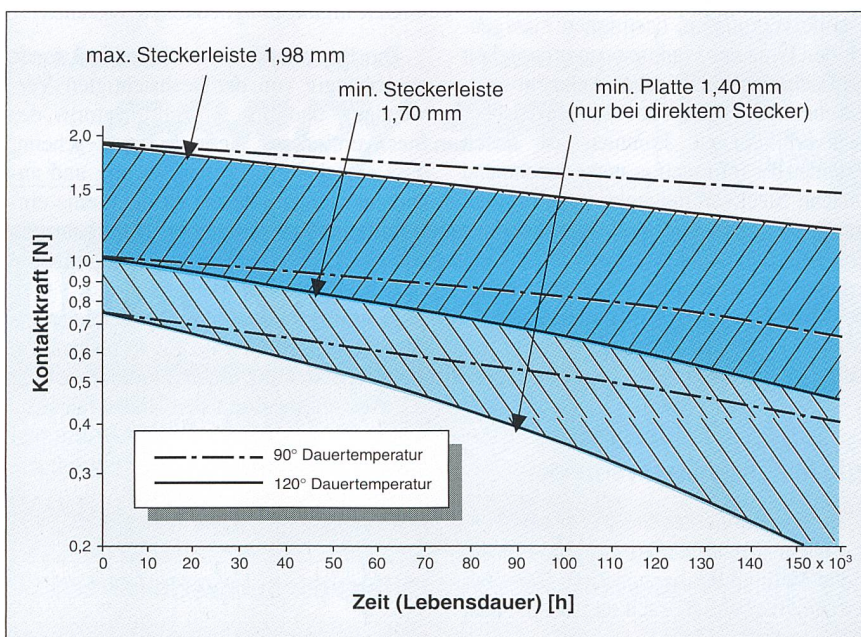


Bild 2 Langzeitverhalten von Kontaktfedern aus  $\text{CuNi}_3\text{Sn}_2$

trischer Energieübertragung und elektrischer oder optischer Signalübertragung. Nach Beantwortung der Frage der technischen Anforderungen stellt sich sogleich die Frage nach dem Kosten-Nutzen-Verhältnis. Rationelle und qualitativ hochwertige Verarbeitungsverfahren bringen ständig neue, wirtschaftlich interessante Verbindungstechniken auf den Markt.

### Anforderungsprofile

Folgende Eigenschaften definieren einen Steckverbinder:

- Kontaktqualität: hängt vom Durchgangswiderstand ab.
- Zuverlässigkeit: hängt von Frühausfall, dem Abnutzungsausfall, dem Ausfall während der Betriebszeit sowie von Umwelteinflüssen ab.
- Betriebsstrom: hängt von der Umgebungstemperatur sowie dem Isolierwerkstoff (Körper, Kontaktwerkstoff, Feder), der Kontaktkraft und dem Kontaktquerschnitt ab.
- Kontaktüberlauf mechanischer Bereich, zwischen Messerleiste und Federleiste, in dem sichere Kontaktgabe vorhanden sein muss (Systemtoleranz).
- Anschluss technik: Handlötanschluss, Tauchlötanschluss, lötfreie Wickelverbindung, lötfreie Klemmverbindung, lötfreie Quetschverbindung, lötfreie Schneidklemmverbindung, Press-in-Technik.

### Anforderungen an Lichtwellenleiter-Steckverbinder

Bei Lichtwellenleitern sind zusätzlich die folgenden Eigenschaften zu betrachten:

- stabiler Aufbau
- genormte Bauteile
- einfache Montage
- geringe Dämpfung
- Resistenz gegen Umwelteinflüsse
- Schutz der Fasernflächen
- häufiges Stecken mit reproduzierbaren Werten

### Qualität optischer Steckverbinder

Die Qualität eines Steckverbinders wird durch die Konstruktion selbst, vor allen Dingen aber durch die Qualität der Verarbeitung bestimmt (Steckermontage). Die führenden Firmen dieser Branche haben sowohl in die Entwicklung als auch besonders in die Qualifikation optischer Steckverbinder Millionen von Dollars gesteckt.

### Zuverlässigkeitsbegriffe bei Steckverbindern

*Abrasion:* Ritzung und Mikrozerspannung des Grundkörpers durch Rauheitshügel des Gegenkörpers oder Partikel des Zwischenstoffes.

*Adhäsion:* Bildung und Trennung von atomaren Bindungen (Mikroverschleiss) zwischen Grund- und Gegenkörper.

*Betriebstemperaturbereich:* Bereich zwischen der unteren und der oberen Betriebstemperatur, der vom Anwender genutzt werden kann.

*Dynamische Beanspruchung:* Oberbegriff für Beanspruchungen, wie Schwingung, Beschleunigung, Stoss.

*Elektromagnetische Einflüsse:* Bei geschirmten Steckverbindern soll die elektromagnetische Einwirkung vom und zum Innenleiter verhindert werden. Als Steckverbinderabschirmung wird der Kabelausgang oder Leitungsausgang mit einer Vorrichtung zur Befestigung des Schirmgeflechts zur Abschirmung gegen elektromechanische Einwirkung versehen.

*Feuchte Wärme:* Prüfungen bei Temperatur- und Feuchtebeanspruchung. Mess- und Prüfverfahren nach DIN 41640, Teil 26 und Teil 34.

*Industrieatmosphäre:* Die durch industrielle Abgase (Schwefelverbindungen, Chlorverbindungen, Stickstoffverbindungen und viele andere) angereicherte Atmosphäre. Prüfverfahren nach DIN 40046, Teil 36/37.

*Klimafestigkeit:* Das Verhalten unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen wie zum Beispiel bei hohen und tiefen Temperaturen, bei Tropenklima, bei Termitenfrass, bei hoher Luftfeuchtigkeit. In DIN 40040 sind klimatische Bedingungen für Tests beschrieben und klassifiziert.

*Kontaktkraft:* Kraft, die Kontaktteile eines geschlossenen Steckverbinders im Kontaktbereich aufeinander ausüben.

*Kontaktwiderstand:* Elektrischer Widerstand zwischen den sich beim Stromdurchgang berührenden Kontaktflächen oder Übergangswiderstand im Kontaktbereich.

*Kriechstrom:* Strom, der zwischen Metallteilen mit unterschiedlichem Spannungspotential über die Oberfläche eines Isolierstoffes fließt, insbesondere wenn dieser durch leitfähige Ablagerungen (Staub, Feuchtigkeit) verunreinigt ist.

*Lebensdauer:* Anzahl der Steckzyklen, nach denen die leitenden Kontaktoberflächen durchgerieben sind oder der Kontaktwiderstand unzulässig erhöht wird. Mess- und Prüfverfahren nach DIN 41640, Teil 21.

*Mechanische Beanspruchung:* Beanspruchung, der die Bauelemente bei der Handhabung (z. B. beim Einbau in Maschinen oder Fahrzeuge) ausgesetzt sind.

*Oberflächenzerrüttung:* Rissbildung und Risswachstum bis zur Abtrennung von Verschleisspartikeln infolge wechselnder Beanspruchungen.

*Steck- und Ziehkraft:* Die Kraft, die gebraucht wird, um einen Steckverbinder vollständig zu stecken oder zu ziehen ohne Einfluss einer Kupplungs- oder Verriegelungsvorrichtung. Bedingt durch das Federöffnen ist im Normalfall die Steckkraft grösser als die Ziehkraft.

*Steckzyklen:* Mechanisches Betätigen von Steckverbindern und Steckvorrichtungen durch Stecken und Ziehen. Ein Steckzyklus besteht aus je einem Steck- und einem Ziehvorgang.

*Triboxidation:* Chemische Reaktion von Grund- und Gegenkörper mit Bestandteilen des Zwischenstoffes oder Umgebungsmediums infolge einer reibbedingten Aktivierung.

*Umweltbedingungen:* Oberbegriff für Umwelteinflüsse, die auf das Bauelement wirken: Temperaturen, Luftfeuchte, Btauung, Luftverschmutzung usw.

*Verschleiss:* Auftreten losgelöster kleiner Teilchen sowie Stoff- und Formänderungen der tribologisch beanspruchten Oberflächenschicht. Ergebnis der Wechselwirkungen von tribologisch beanspruchten Bauteilen des Tribosystems und deren Elementen. Nach Burwell (1957) sind die vier Mechanismen Abrasion, Adhäsion, Oberflächenzerrüttung und Triboxidation besonders wichtig.

Die montage- und qualitätssichernden Massnahmen sind inzwischen so verfeinert, dass von einer hohen Qualität der Steckverbindungen ausgegangen werden kann.

Spielraum für die Weiterentwicklung bei Lichtwellenleiter-Steckverbindern ist noch beim Material (Kostenreduzierung)

sowie auch bei den Montageverfahren (Equipment) zu sehen. Neuentwicklungen von optischen Steckverbindern sind vor allem für die im Entstehen befindlichen Anwendungen zu erwarten. Ein Schwerpunkt dürfte bei der Hausanschluss technik (fiber to the home) liegen, da diese Anwendung

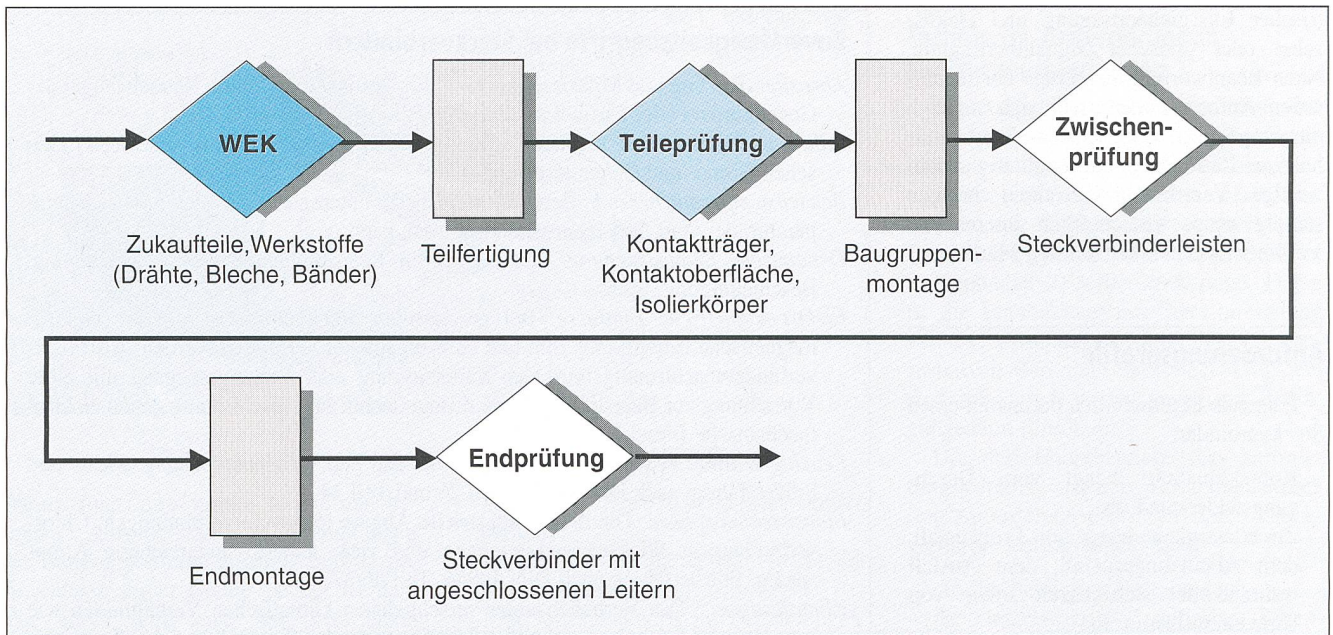


Bild 3 Fertigungsprüfablauf

mit ihren hohen Stückzahlen nach einer noch kostengünstigeren Verbindungstechnik verlangt.

### Lebensdauerversuche

Die an Modellapparaturen erzielten Ergebnisse geben wichtige Hinweise auf die Eigenschaften von Kontaktstoffen und lassen so eine gewisse Vorauswahl bei der Werkstoffentwicklung zu. Die endgültige

Eignung einer Edelmetallauflage als Kontaktkwerkstoff für Steckverbinder lässt sich jedoch nur an kommerziellen Steckverbindern selbst ermitteln. Wichtige Beurteilungsparameter sind der Kontaktbeziehungweise Durchgangswiderstand sowie die Steck- und Ziehkräfte.

Wie eine zehnjährige Untersuchung der Firma ITT gezeigt hat (Bild 2), hat der Kontaktkraftabfall (bei konstanter Auslenkung der Kontaktfeder) über die Lebensdauer in guter Näherung einen logarithmischen Verlauf.

### Elemente eines Prüfplanes

Aus Anwendersicht sollte ein Prüfplan für den Qualifikationsnachweis eines Steckverbinders folgende Merkmalsgruppen enthalten:

- a. Produktmerkmale (Technologie)
- b. Funktionsmerkmale
- c. Verarbeitungsmerkmale
- d. Merkmale des Betriebsverhaltens

Jeder dieser Merkmalgruppen können bestimmte Merkmale zugeordnet werden; dabei kann man zwischen Beurteilungsmerkmalen (BM)<sup>3</sup> und Prüfmerkmalen unterscheiden.

#### a. Produktmerkmale

In dieser Gruppe sind die Merkmale zusammengefasst, die der Hersteller aufgrund seiner Werkstoffauswahl und der eingesetzten Technologie dem Produkt als eine der Grundlagen für dessen späteres Verhalten mit auf den Weg gibt. Dazu gehören beispielsweise:

- verwendete Werkstoffe wie Gehäusewerkstoff (BM), Stiftwerkstoff (BM), Federwerkstoff (BM) und Kontaktstoff (BM)
- Verarbeitung (optisches Aussehen des Gehäuses und der Kontaktteile)
- Oberflächen, das heisst Werkstoffübergänge, Porosität des Kontaktkwerkstoffs, Verunreinigungen, Befettung der Kontakte (BM)
- Schichtaufbau (im Kontakt- und im Anschlussbereich)

<sup>3</sup> Das sind Merkmale, die zwar für die Beurteilung eines Produktes wesentlich sind, die aber nicht unbedingt im Rahmen einer Prüfung bestimmt oder nachgewiesen werden müssen.

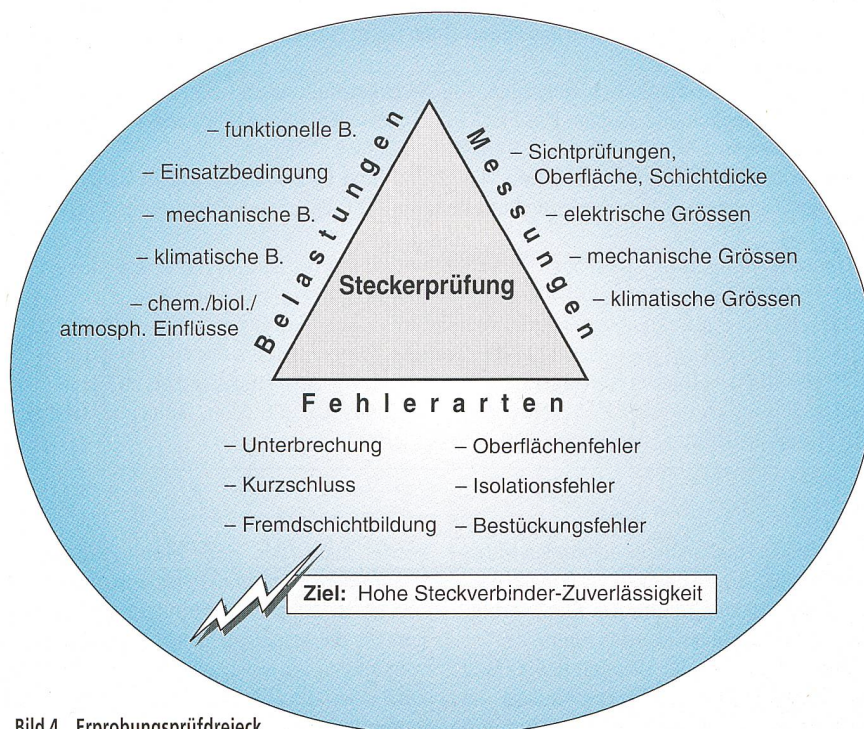


Bild 4 Erprobungsprüfdreieck

**b. Funktionsmerkmale**

Diese Gruppe umfasst die Merkmale, die für die Bedienung und Funktion wesentlich sind, wie zum Beispiel:

- mechanische Funktionsmerkmale (Abmessungen und Toleranzen, Unverwechselbarkeit, Kreuzbarkeit, Gesamtsteck- und -ziehkraft, Kraft-Weg-Verhalten, Kontaktkraft, statische Axiallast usw.)
- elektrische Funktionsmerkmale wie elektrische Belastbarkeit (Derating), Durchgangswiderstand, Betriebsstrom, Spannungsfestigkeit, Kriech- und Luftstrecken

**c. Verarbeitungsmerkmale**

Diese für die Beurteilung eines Steckverbinders besonders wichtige Gruppe beinhaltet die Merkmale, welche die Handhabung, Montage und Anschließbarkeit bei der Weiterverarbeitung bestimmen, wie zum Beispiel:

- Handhabungsmerkmale: Handling (BM), Bestückbarkeit und mechanische Festigkeit der Anschlüsse
- Montagemerkmale: maximal zugelassener Anzugsmoment von Befestigungsschrauben oder -muttern (BM)
- Anschließbarkeit: Schrauben, Crimpen, Wraps, Einpressen, Schweißen, Schneidklemmen, Löten<sup>4</sup> (Lötbarkeit, Lötwärmebeständigkeit, Beständigkeit gegen Reinigungsmittel, Beständigkeit gegen Flussmittel, Flussmitteldichtheit, Waschbarkeit der befetteten Kontakte)

**d. Merkmale des Betriebsverhaltens**

- Einsatzmerkmale: Lager- und Transporttemperaturbereich (BM), Betriebstemperaturbereich (BM), Steckzyklen, Brennbarkeit (BM), Feuchtebeanspruchung
- Einflussgrößen während des Betriebs:
  - mechanische Beanspruchungen: Schwingen, Beschleunigung, Stossen
  - elektrische Beanspruchungen: elektrische Dauerlast
  - klimatische Beanspruchungen: Kälte, Wärme, Feuchte, Unterdruck, Sand und Staub, Temperaturschock, Temperaturwechsel, Schimmelwachstum (BM)

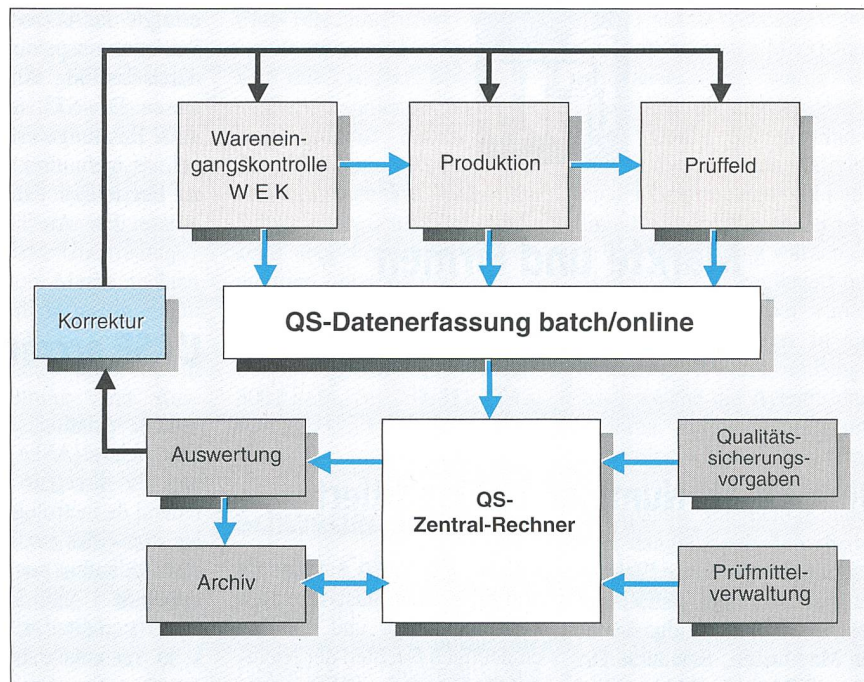


Bild 5 Rechnergestützte integrierte Qualitätssicherung: WEK, Produktion, Prüffeld

Weiterentwicklung der Gerätetechnik kann die Anforderung an die Drahtkontaktierungs- und Steckverbindertechnik wie folgt zusammengefasst werden:

- vollautomatische Kabelsatzfertigung (in industriell nutzbaren Losgrößen entsprechend der Geräteproduktionsrate)
- flexible Automaten (rasches Wechseln der Kabelsatztypen bei gleichen Steckergrundtypen, Dispositionsverkürzung und Anpassung an Marktgegebenheiten)
- Kabelmontage der Geräte durch Robotertätigkeiten

Die Weiterentwicklung neuer Kontaktierungsmethoden muss sich den geräte-technischen Anforderungen anpassen. Durch den spürbar werdenden Automatisierungstrend der Industrie wird die Schneid-Klemm-Technik in vielen Bereichen vermehrt eingesetzt werden. Hierbei liegen die Vorteile nicht nur in der besonderen Art der Drahtkontaktierung, sondern vielmehr im ganzen System:

- Vielfach-Drahtkontaktierung (Mass Termination)
- maschinell vorbestückte Gehäuse (Loaded Connectors)
- einheitlicher Rasteraufbau
- modularer Aufbau der Verarbeitungsmaschinen
- Produktion einfacher modularer Teilkabelsätze (Jumper-Technologie)
- Dispositionsverkürzung durch standardisierte Steckersysteme
- vollautomatische Maschinenkonzepte bei flexibler Automation

Trotz dieser entscheidenden Vorteile hängt die sukzessive Einführung dieser zukunftsweisenden Technologie von der Verfügbarkeit aller Bauteile in Rasteranschlusstechnik ab. Hierin liegt die Aufgabe der Industrie für die nahe Zukunft – unabhängig von der Art der Drahtkontaktierungsmethode –, denn Roboterautomation ist nur durch modulare Auflösung möglich.

**Zukunftsperspektiven**

Die Gerätetechnik hat primären Einfluss auf das vielfältige Angebot der Steckverbinder sowie die damit verbundene Drahtkontaktierungsmethode. Durch die rasche

<sup>4</sup> Bei der Anschließbarkeit sind hier (aus Gründen der Übersichtlichkeit) nur für die Untergruppe Löten die erforderlichen Prüfmerkmale aufgeführt; entsprechend sind bei den anderen Anschlussarten die jeweils zu beurteilenden Merkmale auszuwählen.

**Fiche de connexion – le cendrillon parmi les composants électroniques**

Les fiches de connexion sont un important élément de raccordement et de séparation dont la tâche principale est de transférer de l'énergie. Pour assurer cette fonction, la forme de réalisation des éléments de contact ainsi que le matériau et les couvertures galvaniques revêtent une importance toute particulière. L'article décrit les tâches et les domaines d'application d'une fiche, les aspects techniques et économiques dont on doit tenir compte, ainsi que les profils demandés, et examine plus en détail la qualité et les perspectives d'avenir des fiches optiques. Un glossaire de termes concernant la fiabilité des fiches de connexion complète cette contribution.