

Nicht immer ist massives Gold das Beste

Die wichtigsten Auswahlkriterien für industrielle Steckverbinder

Steckverbinder sind unverzichtbare Bestandteile vieler elektrischer und elektronischer Geräte, Maschinen und Anlagen. Die überwältigende Vielfalt bei Formen und Ausführungen kann die Auswahl nachhaltig erschweren. Die wichtigsten Auswahlkriterien finden Sie hier.

Autor: Tobias Thelemann

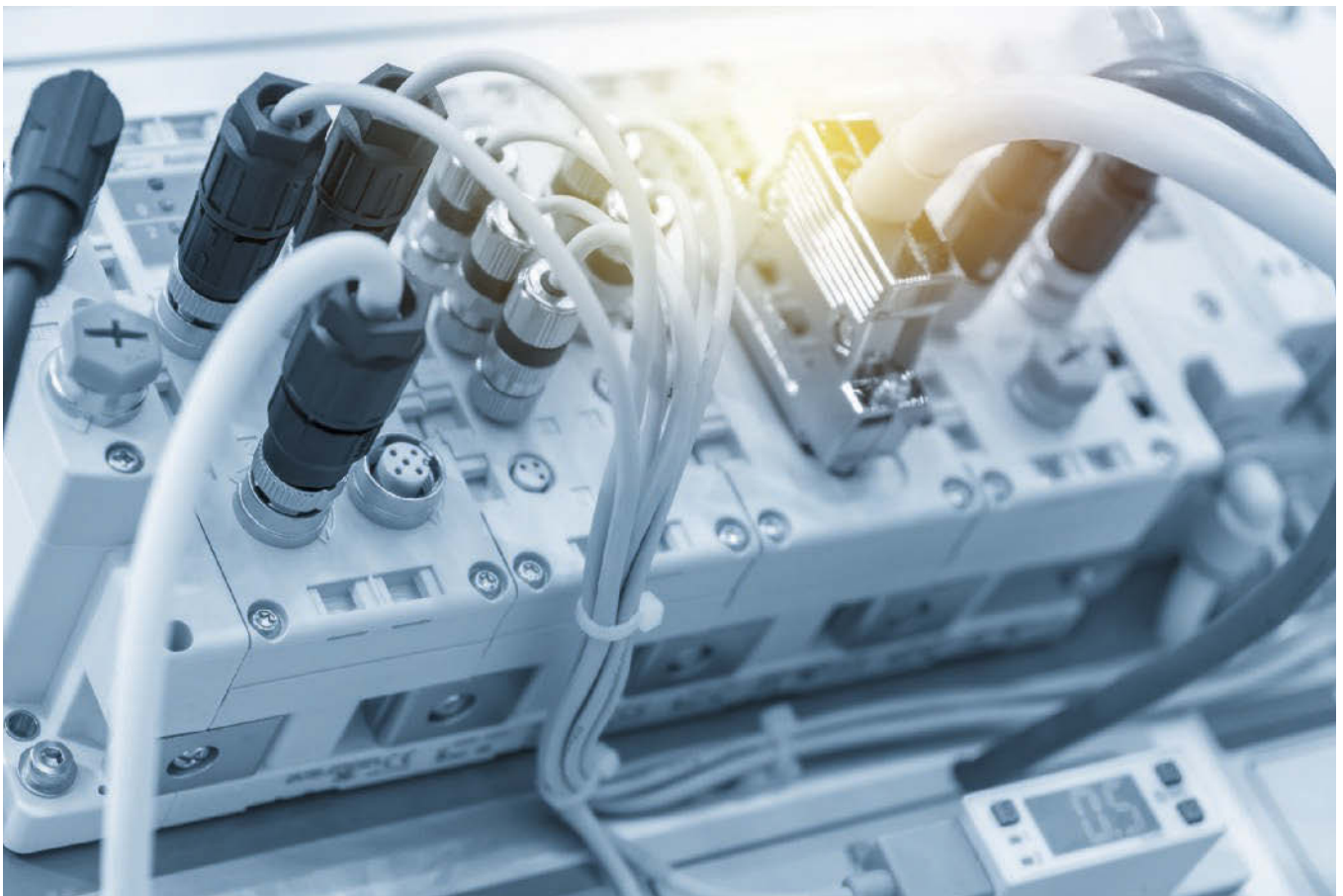


Bild: Pirel, B. stock.adobe.com

Elektrische Steckverbinder dienen dem Aufbau lösbarer Verbindungen zur Übertragung von Energie, Signalen oder Daten zwischen Leiterplatten, Geräten oder Kabeln. Sie sind in zahlreichen, oft genormten Größen, Formen und Konfigurationen verfügbar.

Die Form folgt der Funktion

Welche Form eine spezielle Steckverbindung hat, wird oft durch Präferenzen der Industrie oder gelebte Standards vorgegeben. Zudem prägen der ursprüngliche Einsatzzweck sowie will-

kürliche Festlegungen der ersten Hersteller die Form eines Steckverbinders maßgeblich. Wichtige Kriterien für Aufbau und Materialwahl einer Steckverbindung sind deren mechanische Belastbarkeit und Korrosionsbeständigkeit. Der Schutz gegen Verpolung oder unbeabsichtigtes Trennen ist heutzutage bei den meisten gängigen Steckverbinderbauarten ein integraler Bestandteil der Geometrie. Im spezifischen Einsatzfall bestimmen jedoch zahlreiche weitere Faktoren die Auswahl: Neben Stromstärke, Spannung und Frequenz der zu

Die Digitalisierung in der Industrie birgt einen hohen Bedarf an industrietauglichen Steckverbindern.

übertragenden Signalen zählen dazu auch die Anzahl der zu erwartenden Steckzyklen sowie die Ansteckdauer über den Lebenszyklus von Geräten und Verbindungen.

Steckverbinder für den Industrieinsatz

Dieser Artikel konzentriert sich in erster Linie auf Steckverbinder zur Verwendung in Geräten, Maschinen und Anlagen für



Auf der Anlagenebene verlangt das Prinzip von Industrie 4.0, austauschbare Maschinenmodule bedarfsgerecht zu verbinden. Dafür bieten sich die in zahlreichen Ausführungen erhältlichen und bewährten schweren Steckverbinder an.



Neben den M12- und M8-Steckverbindern sind auch die bewährten D-Subminiatur-Steckverbinder weiterhin unverzichtbar. Standards der Bürowelt wie RJ45 und USB haben sich nachhaltig etabliert und sind mittlerweile auch in industrietauglichen Ausführungen erhältlich.

industrielle Einsätze. Aus der digitalen Transformation der Produktion resultieren nicht nur am oberen Ende der Automatisierungspyramide Veränderungen. Die immer zahlreicheren Sensoren zur Aufnahme der benötigten Informationen brauchen zuverlässige Verbindungen mit dem Industrial Internet of Things.

Direktanschluss von Sensoren

Auf der Feldebene haben sich die Mitte der 1980er-Jahre M12-Steckverbinder mit Schraubverriegelung zu einem universellen Standard entwickelt, die für den Direktanschluss für Sensoren konzipiert sind. Dennoch herrscht auch hier weiterhin eine große Vielfalt. Mit der M8-Technik haben die M12-Verbinder einen „kleinen Bruder“ bekommen und entwickeln sich kontinuierlich weiter. So soll etwa eine Push-Pull-Schnellverriegelung das Verbinden und Trennen erleichtern.

Zudem sind gerade die bewährten D-Subminiatur-Steckverbinder nach wie vor unverzichtbar. Standards aus der Bürowelt wie RJ45 und USB haben sich nachhaltig etabliert und sind mittlerweile auch

in industrietauglichen Ausführungen erhältlich.

Daten, Signale und Energie

Darüber hinaus gewinnt die Möglichkeit, Daten, Signale und Energie innerhalb nur einer Steckverbindung mischen zu können, immer stärker an Bedeutung. Besonders auf Anlagenebene müssen austauschbare Maschinenmodule gemäß dem Prinzip von Industrie 4.0 bedarfsgerecht verbunden werden können.

Die Sicherheitsanforderungen an Steckverbinder sind in der Norm EN 61984:2009 geregelt. Obwohl sie eigentlich für Steckverbinder mit Bemessungsspannungen von 50 V bis 1 000 V und Bemessungsströmen bis 500 A vorgesehen ist, kann sie auch bei der Bemessung von Sicherheitsstandards für Spannungen bis 50 V Anwendung finden.

Entscheidend für die Erfüllung ihrer Kriterien sind vor allem Aufbau und Material des jeweiligen Gehäuses. Ebenso wichtig sind Durchschlagsfestigkeit, Isolationswiderstand und Kriechstromfestigkeit sowie die thermische und chemische Stabilität des Isoliermaterials, das die Kontakte umgibt und in Position hält. Der Hinweis auf Einhaltung dieser Norm gibt dementsprechend ausreichend Sicherheit bei der Wahl des richtigen Produkts.

Verarbeitung und Verwendung

Die Vielfalt der Steckverbinder wird zusätzlich durch die verschiedenen Ausführungen für die Montage erhöht. Verschiedener Ausführungen bedarf es dabei

nicht nur beim Einbau in Gehäuse und Frontplatten, sondern auch zur Montage an Kabeln mit entsprechenden Gehäusen.

Ähnlich variabel ist die Anschlusstechnik der einzelnen Steckverbinder: An Leiterplatten erfolgt diese Verbindung meistens durch Auf- oder Durchlöten sowie durch Einpressen. Drähte, Litzen oder Kabel werden vorrangig durch Löten oder Crimpen – aber auch mit Schneidklemmverbindungen – verbunden. Die Eignung für das jeweilige Anschlussverfahren bestimmen hauptsächlich die Form und das Material der verwendeten Anschlusselemente.

Sowohl bei der Verarbeitung als auch beim späteren Einsatz können Steckverbinder erheblichen Belastungen durch Temperaturschwankungen, Vibrationen oder chemischen kontaminierten Atmosphären ausgesetzt sein. Diese haben sowohl Auswirkungen auf die Elastizität als auch auf die Leitfähigkeit der für die Anschlüsse und Steckkontakte verwendeten Metallteile.

Steckkontakt: Zentrales Element

Zentrales Element jeder steckbaren Verbindung ist der Steckkontakt. Er besteht aus dem Steckerpin im männlichen Teil des Steckverbinderpaares und der Steckerbuchse im weiblichen. Der Steckkontakt bildet eine kraftschlüssige Verbindung, bei der die Buchse den Pin durch Federkraft fest umschließt. Dadurch entsteht auch eine elektrische Verbindung zwischen den Kontaktflächen dieser beiden Elemente.

Eck-DATEN

Die überwältigende Vielfalt bei Formen und Ausführungen kann die Auswahl der passenden Steckverbinderlösung nachhaltig erschweren. Hinsichtlich des Materials gibt es keine Universallösung – auch nicht massiv vergoldete Kontakte. Dieser Beitrag liefert eine kompakte Übersicht über die wesentlichen Auswahlkriterien. So wird es leichter, sich in diesem Dschungel zurechtzufinden.



Aus der Bürowelt stammende Steckergeometrien wie RJ45 und USB haben sich auch in Industrieanwendungen etabliert und sind in entsprechenden Ausführungen erhältlich.

Die Zahl der verschiedenen elektrischen und mechanischen, aber auch die Lifecycle-Anforderungen an das Kontaktmaterial ist groß und erfordert die Abwägung unterschiedlicher Kriterien wie der Durchgangswiderstand. Gerade Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit zwischen Stift und Buchse erfordert einen geringen Widerstand, wie ihn reines Kupfer verspricht. Zugleich sollte der Buchsenkontakt seine Federkraft auch bei langer Ansteckdauer oder häufigen Steckzyklen nicht einbüßen. Eine Lösung hierfür wäre Federstahl.

Einen guten Kompromiss zwischen diesen Anforderungen bieten kupferbasierte Legierungen wie Bronze oder Neusilber. Messing ist dabei aufgrund seiner Neigung zu Mikrorissen beim Umformen nur bedingt geeignet. Als bestes Grundmaterial für Kontakte gilt allgemein Berylliumkupfer, das allerdings nur bei sehr hochwertigen Steckverbindern verwendet wird. Als Sonderform für Anwendungen, die keinen Mittelweg erlauben, existieren auch Buchsenkontakte aus Reinkupfer, die in Edelstahl-Überfedern stecken und von diesen ihre Federkraft erhalten.

Die richtige Oberfläche wählen

Für die eigentlichen elektrischen Kontaktflächen ist das Basismaterial ungeeignet. Um über die komplette Lebensdauer eines Kontaktsystems gleichbleibenden Kontaktwiderstand garantieren,

Korrosion am Kontaktpunkt vermeiden und Reibkorrosion minimieren zu können, bedarf es allerdings einer Oberflächenveredelung. Um Korrosion zu vermeiden, gehört die Oberflächenbeschichtung mit Zinn zu den preiswertesten Möglichkeiten. Allerdings sind dabei relativ hohe Kontaktkräfte bei dem Versuch erforderlich, die oberflächlichen Zinnoxide durchzuschuern. Zudem eignen sich verzinnete Kontakte eher für Verbindungen mit sehr niedrigen (maximal 25) Steckzyklen, wie zur Anbringung von Piggyback-Modulen auf Leiterplatten.

Dabei wird die Oberfläche aufgrund der hohen Leitfähigkeit meist aus Edelmetallen wie Gold oder Silber hergestellt. Aus Kostengründen wird hier die Stärke der Edelmetall-Schicht möglichst gering gehalten. Gängige Schichtstärken sind die 0,1 µm „Hauchvergoldung“ für bis zu 100, 0,76 µm für bis zu 250 oder 1,2 µm für bis zu 500 Steckzyklen.

Goldähnliches Verhalten

Silber findet zwar vor allem dank seiner sehr hohen Leitfähigkeit bevorzugt bei hohen Stromstärken Anwendung. Es gibt aber mit der Zeit Material in Form von Silbersulfid (das Schwarze beim Silberbesteck) ab. Daher sollte Silber erst ab einer Schichtstärke von 2 µm aufgetragen werden. Aus diesem Grund arbeiten manche Hersteller an sogenannten Multilayern (Zinn-Silber-Legierungen), um eine kos-

tengünstige Alternative zu erhalten, die goldähnliches Verhalten der Kontakte simuliert.

Metalloberflächen unter 2 µm lassen sich auf galvanischem Weg nicht porenfrei aufbringen. Deshalb muss eine zusätzlich Sperrschicht darunter aufgetragen werden. Nur so können unedle Atome an der Kontaktfläche durch die brownsche Molekularbewegung nicht diffundieren und Korrosion erzeugen, die folglich den Kontaktübergangswiderstand erhöhen würde. Qualitativ hochwertige Steckkontakte besitzen daher oftmals unter der Goldschicht eine rund 2-µm-starke Nickelschicht. Dieses Metall ist gegen Luft, Wasser und verdünnte Säuren beständig und eignet sich aus diesem Grund besonders gut als Überzugsmaterial.

Korrosionsgefahr vermeiden

Keinesfalls sollten Steckverbinder mit unterschiedlichen Kontaktflächen verwendet werden. Die verschiedenen Metalle würden zusammen ein elektrisches Element bilden, das unweigerlich Oberflächenkorrosion hervorrufen würde. Im Gegensatz dazu können jedoch verschiedene Ausführungen von Steckverbinder-Paaren innerhalb derselben Anwendung miteinander vermischt werden, da hierbei keine Korrosionsgefahr besteht.

Abwägung von Kosten und Eigenschaften

Gerade in der industriellen Automatisierung mit ihren individuellen Projekten lohnt die Abwägung von Kosten und technischen Eigenschaften bei jedem Stück. Dabei ist es gut, auf einen Partner zu setzen, der das breite Spektrum an Steckverbindern mit industrietauglicher Langlebigkeit, langfristiger Wiederbeschaffbarkeit und kompetenter Anwendungsberatung liefern kann. Dadurch lässt sich der Zeitaufwand für die Produktauswahl begrenzen und gleichzeitig die Stückzahlereffekte lukrieren. (neu) ■

Autor

Tobias Thelemann ist Produktmanager mechanische Bauelemente und Automatisierungstechnik bei Reichelt Elektronik.

