Steckverbinder richtig einsetzten -- richtig gesteckt? –

Steckverbinder sind heute in vielen Teilen der industriellen Produktion nicht mehr wegzudenken. Dies hat einen guten Grund: Mit einem Steckverbinder hat der Anwender die Möglichkeit, eine elektrische Verbindung zu lösen und wieder herzustellen. Anders als bei anderen Verbindungstechniken besteht nicht die Gefahr, dass Adern falsch angeschlossen werden oder die gesamte elektrische Verbindung fehlerhaft hergestellt wird. Vor allem aber dürfen eingewiesene Laien Geräte elektrisch verbinden und trennen.
Der Begriff „Steckverbinder“ oder “Stecker“ wird sehr oft verwendet, es fragt sich jedoch ob auch all denen die Steckverbinder einsetzen klar ist, was ein Steckverbinder ist?
Der folgende Beitrag soll einige wichtige Entscheidungskriterien von Steckverbindern einmal näher betrachten.
Was sagt die Norm über der Begriff Steckverbinder aus? Dazu ist in der DIN EN 61984 (VDE 0627) folgende Definition zu finden:

> „Ein Steckverbinder ist ein Bauelement, dass es gestattet elektrische Leiter anzuschließen und dazu bestimmt ist, mit einem passendem Gegenstück Verbindung herzustellen und / oder zu trennen. Steckverbinder dürfen nicht unter Last gesteckt und getrennt werden, im Gegensatz zu Steckvorrichtungen. „

Die grundsätzlich Aussage, dass Steckverbinder nicht unter Last gesteckt und getrennt werden dürfen, wird leider von einigen Anwendern nicht beachtet, was dann später zum Ausfall oder zu Problemen führen kann. Um sich von dem eigentlich „Trennvorgang“ unter Last einmal ein Bild zu machen, soll der kurze Moment, an dem sich die Kontakte trennen, beschrieben werden: Die Steckverbindung hat im industriellen Einsatz üblicherweise einen Übergangswiderstand zwischen 1 und 10 mΩ. Dabei ist es wichtig, dass sich die Kontakte möglichst großflächig berühren und leitfähige Materialien Verwendung finden. Im eigentlichen Trennvorgang wird die Kontaktfläche immer kleiner. In dem Moment kurz bevor der Stromkreis unterbrochen wird, erhöht sich der Widerstand, bis er so groß wird, dass kein Strom mehr fließen kann. Die Stromdichte erhöht sich und der Schmelzpunkt wird überschritten, was zur Beschädigung der Oberfläche führen kann. Laut Ohmschen Gesetz U=R x I wird dadurch die Spannung kurz vor der Trennung ebenfalls sehr groß, da der Strom (besonders bei induktiven Verbrauchern wie z.B. Motoren) möglich lange konstant bleiben will. Durch die kurzfristig hohe Spannung kann dann ein Lichtbogen gezündet werden oder zumindest ein Funke entstehen, der wiederum die Kontaktoberfläche durchschlägt und die Kontakte beschädigt. Grundsätzlich ist zu sagen, dass die Gefahr der Lichtbogenzündung größer wird, je größer die Schaltleistung ist. Ab Spannungen um ca. 15V und Strömen ab 20mA können schon kleine Lichtbögen oder Funken entsehen. ***(Bilder Kontakte nach Trennen unter Last)***

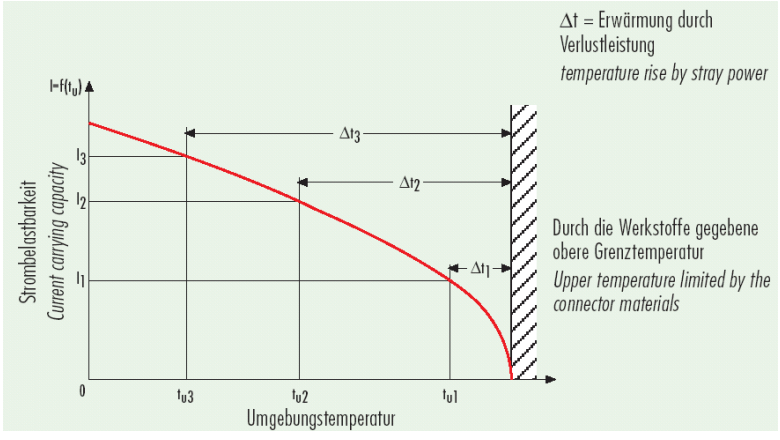
Bilder links: Einmaliges Stecken und Trennen unter Last (ca. 8A, 230V)
Bilder rechts: 10 x Stecken und Trennen unter Last

Durch die Beschädigung der Kontaktoberflächen und der Kontakte selbst entstehen später Steckprobleme, Verriegelungselemente werden schwergängig weil sich die Kontakte nur noch mit großem Kraftaufwand stecken lassen. Schwerwiegender sind jedoch die erhöhten Übergangswiderstände, die wiederum zu erhöhten Temperaturen führen. So schaukeln sich mechanische und elektrische Beeinträchtigungen zusammen auf. Die Steckverbindung „altert“ so, bis die Verbindung ausfällt oder zumindest nicht mehr zufriedenstellend funktioniert. Deshalb ist es besonders wichtig, dass an den Geräten ein Hinweis angebracht ist, dass vor dem Lösen der Steckverbindung das Gerät oder das Betriebsmittel abgeschaltet wird. Wenn dies auf Grund der Platzverhältnisse nicht möglich ist, sollte der Hinweis auf jeden Fall in der Bedienungsanleitung nicht fehlen.

Welche Auswahlkriterien sind für Steckverbinder besonders wichtig:

- Anzahl der Kontakte (Reservekontakte für Erweiterungen?)
- Elektrische Anforderungen wie:
  Strom (bei welcher Umgebungstemperatur) und
  Spannung, (bei welcher Überspannungskategorie und bei welchem Verschmutzungsgrad
- Bauart und Baugröße (Leitungsdurchmesser, Litzenquerschnitt)
- Anschlussart (z.B. Schrauben, Crimpen, Löten, Tauchlöten ...)
- Verriegelung (z.B. Schraub, schnapp, Push-Pull, mit Verriegelungselementen etc.)
- Schutzart (Staub, Wasser)
- Beständigkeit (z.B. Umwelteinflüsse, Korrosion, Temperatur...)
- EMV Schutz
- Kosten

Die Aufzählung macht deutlich, dass die Auswahl der am besten geeigneten Steckverbindung für die jeweilige Anwendung nicht so einfach ist, wie es im ersten Moment erscheint. Um jedoch die Auswahl zu treffen, geben die Hersteller in den Datenblättern die notwendigen technischen Angaben an, die wiederum richtig interpretiert werden müssen.
In vorbildlichen Datenblättern sind die technischen Angaben mit der entsprechenden Normen versehen und mit den Normbegriffen beschrieben. So werden die Produkte eindeutig beschrieben und dadurch vergleichbar. Leider findet man im Bereich der Steckverbinderdaten immer noch Begriffe wie „Nennstrom“ und „Nennspannung“ ohne weitere Hinweise, was mit den Angaben ausgedrückt werden soll. Da der Strom nur in direkter Abhängigkeit mit der Umgebungstemperatur steht, ist wichtig, bei welcher Temperatur der maximale Strom fließen kann. Der Begriff „Nennstrom“ ist nur ein vom Hersteller definierter Wert, der nur eine geringe Aussagekraft hat und in den Steckverbinder Normen seit 1989 nicht mehr verwendet wird. Der Normbegriff ist der Bemessungsstrom, der bei einer definierten Umgebungstemperatur (Vorzugsweise 40°C) „bemessen“ worden ist, wenn alle Kontakte den gleichen maximalen Strom führen. Bei Steckverbindern, die für höhere Ströme (meist ab 10A)



geeignet sind, werden optimalerweise Derating-Kurven zur Verfügung gestellt. (**Bild Deratingkurve**) Die Kurve zeigt den Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur und max. Strom auf allen Kontakten. Je höher die Umgebungstemperatur ist, desto geringer ist der maximale Strom, der geführt werden darf. Werden aber nicht alle Kontakte des Steckverbinders mit den hohen Strömen belegt, können einzelne Kontakte auch höhere Ströme führen, hier ist oft der Kabelquerschnitt der verwendeten Leitung die Begrenzung des Stromes. Genaue Angaben können auf Anfrage die Hersteller geben, im Grenzbereich können verschiedene Anwendersituationen in den Labors überprüft werden. Die Höhe der anliegenden Spannung hat keinen Einfluss auf den maximalen Strom. Ein weiterer wichtiger Aspekt vom Stromfluss ist die Trägheit der Temperaturveränderung. So können Impulsströme im Bereich vom Millesekunden durchaus 100x höher sein als der angegebene Bemessungsstrom, ohne das der Steckverbinder beschädigt wird. Dies kann man sich so vorstellen, als ob man einmal ganz kurz eine heiße Herdplatte berührt. Bei periodischen Strömen z.B. 1s 0 A und dann 1s 10 A liegt der Mittelwert bei 5 A. In diesem Fall reicht ein angegebenerer Bemessungsstrom von 5 A aus.

Schwieriger erweist sich in der Praxis gerade bei kleineren Firmen die Interpretation der notwendigen maximalen Bemessungsspannung. Ohne weitere Angaben der Hersteller wie Überspannungskategorie und Verschmutzungsgrad sind Spannungsangaben nicht aussagekräftig. So treffen zum Beispiel die folgenden Angaben eines 3 poligen Snap-in Steckverbinders der Serie 720 vom Binder alle zu:
(Bild: Steckverbinder Serie 720)

1)Bemessungsspannung: **400V**,
Überspannungskategorie **I**,
Verschmutzungsgrad **1**,
2)Bemessungsspannung: **250V**,
Überspannungskategorie **II**,
Verschmutzungsgrad **2**, oder
3)Bemessungsspannung: **63V**,
Überspannungskategorie **III**,
Verschmutzungsgrad **3.**

Das Beispiel zeigt deutlich: Je höher die zu erwartende Verschmutzung ist, desto geringer ist die maximal zulässige Spannung. Setzt sich ein leitfähiger Öl-Staubfilm zwischen die Kontakte, wird die Oberfläche des Isolierkörpers leitfähiger, so dass leichter ein Überschlag stattfinden könnte. Ähnlich verhält es sich mit der Überspannungskategorie: Ist der Steckverbinder z.B. in einem Netz verbunden, in dem durch Schaltvorgänge von Schützen Überspannungen induziert werden, kann es beim Steckverbinder schneller zu einem Überschlag kommen. Treten im Netz keine Überspannungen auf indem sie z.B. durch einen Trafo getrennt sind und sind die Steckverbinder vor Verschmutzung geschützt, darf eine höhere Spannung anliegen. Die Definitionen der Überspannungskategorie und des Verschmutzungsgrades sind in der internationalen Norm IEC 60664-1 (entspricht der deutschen Norm VDE 0110) beschrieben. Eine Kurzdefinition ist auch auf der Internetseite www.binder-connector.de zum herunterladen zu finden. Häufig findet man leider immer noch veraltete Angaben über Isolationsgruppen als Zusatzangabe zu den angegebenen Spannungswerten. So entspricht heute die Überspannungskategorie III, Verschmutzungsgrad 3 ungefähr der ehemaligen Isolationsgruppe C. Die VDE 0110 wurde aber 1989 geändert und entspricht somit nicht mehr der aktuellen Fassung.

Ein weiteres wichtiges Merkmal sind die Schutzarten durch Gehäuse. Sie werden mit 2 Codebuchstaben versehen und beginnen mit den beiden Buchstaben „IP“ (**I**nterational **P**rotection). In der Norm IEC 60529 (VDE 0470) sind die Schutzgrade festgelegt und in verschiedene Klassen eingeteilt. Die erste Kennziffer schreibt den Schutz gegen feste Fremdkörper, die zweite Kennziffer definiert den Schutz gegen Wasser. Die gebräuchlichsten Schutzgrade für Steckverbinder sind IP 20 („Fingersicher“), IP 40 („beinahe Staubdicht“), IP 67 („wasserdicht bei zeitweiligem Untertauchen in Wasser“), IP 68 („Druckdicht“) und IP 69K „(geschützt gegen Wasser bei Hochdruckreinigung, Schutzgrade für Straßenfahrzeuge DIN 40050“). Diese Einteilungen sind natürlich allgemein bekannt. Oft werden jedoch diese Angaben nicht richtig gedeutet. Die Schutzart IP 67 ist zum Beispiel definiert, das Wasser nicht in einer Menge eintreten darf, dass schädliche Wirkungen verursacht, wenn der Steckverbinder für 30 Minuten 1 m tief unter (nicht verunreinigtes !) Leitungswasser untergetaucht wird. Wird irrtümlicherweise die Schutzart IP 67 mit (dauernd) wasserdicht gleichgesetzt, kann es im Einsatz unter Umständen zu Problemen kommen. Für die Hersteller gestaltet sich die Definition nicht ganz einfach, da die Aussage über die „schädliche Wirkung“ einen Interpretationsspielraum zulässt. Schwieriger gestaltet sich aber die Interpretation der Schutzart IP 68. Die Norm schreibt dazu: “Geschützt gegen die Wirkung beim dauernden Untertauchen in Wasser“ Dies Angabe ist leider sehr irreführend und somit nicht glücklich gewählt, denn was ist dauernd? Erst bei der weiteren Definition wird beschrieben, dass die Prüfbedingungen schwieriger als IP 67 sein müssen und die Bedingungen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Dies bedeutet, dass mit dauernd auch 2 Stunden gemeint sein kann. So kommt es, dass einige Hersteller ihre Produkte mit der Angabe IP 68 bewerben, ohne jedoch anzugeben, welche Prüfungen bestanden wurden. Bei Binder wurde als Prüfbedingung 18m Wassertiefe (1,8bar) bei 24 Stunden Testdauer definiert. Diese Angaben sind auch im Binder Steckverbinder Katalog bei der Erläuterung der Schutzarten Seite TI-4 zu finden. Um die Angaben der IP Schutzarten richtig interpretieren zu können sind einige weitere Punkte wichtig: Die Norm beschreibt lediglich eine Laborprüfung, die so eine vergleichbare Angabe ermöglicht. Es ist aber zu berücksichtigen, dass durch die IP Schutzarten keine Praxisbedingungen geprüft wurden. So werden alle Prüfungen mit Leitungswasser durchgeführt. Doch wo kommt ein Steckverbinder mit Leitungswasser in Berührung? Auch sind andere Faktoren wie z.B. Korrosion und chemische Beständigkeit nicht berücksichtigt. Hier ist also der Konstrukteur besonders gefordert, das richtige Produkt auszuwählen. Als Auswahlhilfe werden dazu in den technischen Daten die verwendeten Materialien angegeben.
Einer der wichtigsten Punkte ist für viele Einkäufer der Preis für die geplante Steckverbindung. Gerade wo es am Markt mehrere Anbieter gibt und die wiederum unterschiedlichste Lösungen anbieten, können die Preise für die notwendige Lösung sehr unterschiedlich hoch sein. Grundsätzlich kann man sagen, dass je spezieller die geplante Steckverbindung ist, desto höher der Preis dafür sein wird. Muss die Steckverbindung vor Korrosion geschützt werden, stellt sich die Frage, wie hoch dieser Schutz sein muss. In der Regel reicht häufig ein Oberflächenschutz durch z.B. Nickel aus, ist jedoch der Einsatz in besonders korrosionsanfälliger Umgebung geplant, sollten nur nicht korrodierende Materialien zum Einsatz kommen, wie z.B. Edelstahl oder Kunststoffe. So stellt sich dem Konstrukteur mehr und mehr die Frage, welche technische Eigenschaften erfüllt werden müssen und welche Eigenschaften eventuell verzichtbar sind. Das Ziel ist immer die preislich optimale Lösung. Unter diesem Gesichtspunkt wurde von Binder die Steckverbinderserie 720 mit Schnappverriegelung entwickelt. Es war das Ziel einen möglichst qualitativ und

technisch hochwertigen Steckverbinder zu entwickeln, der preiswert angeboten werden kann. Auf zusätzliche Verrieglungselemente aus Messing wurde verzichtet, da eine Schnappverriegelung in sehr vielen Anwendungsfällen vollkommen ausreichend ist. Zudem ermöglichen die Rastelemente eine schnelle Betätigung.

Die Steckverbinder der Serie 720 „Snap-in“ erfüllen die Schutzart IP 67, selbst Prüfungen IP68 bei 18m Wassertiefe und 24 Stunden Testdauer wurden in internen Prüfungen bereits bestanden. Hochwertige vergoldete Kontakte sichern eine langfristig zuverlässige Verbindung. Das Beispiel soll verdeutlichen, dass bei der richtigen Auswahl der geplanten Steckverbindung durchaus Kosten einzusparen sind.

Peter Schall
Dipl. Ing.
Produkt / Marketing Manager
Franz Binder GmbH + Co. Elektrische Bauelemente KG