

Effektive Sicherung elektrischer Schraubverbindungen

Unter dem Motto: „Ein sicheres Sicherungselement für elektrische Schraubverbindungen“ hat teckentrup eine neue Scheibe - die NSK-E - entwickelt. In der Elektrotechnik führen lose Schraubverbindungen zu einem Systemausfall und hohen Schadensrisiken. Gem. einer Erhebung eines kanadischen Energieversorgers sind fast 40 % der Netzausfälle auf lose Kontaktteile zurückzuführen. Aktuell werden sehr häufig Sicherungselemente von mechanischen Schraubverbindungen eingesetzt, die für die spezifischen Anforderungen elektrischer Schraubverbindungen nur bedingt oder nicht geeignet sind.



Der Auslöser für die Entwicklung des neuen Sicherungselementes für elektrische Verschraubungen war der Stillstand einer Produktionsanlage, der sich aus einer gelösten elektrischen Schraubverbindung ergab. Hierdurch kam es erst zu einem erhöhten Kontaktwiderstand und anschließend zu einem Spannungsabbruch. Die Firma teckentrup fand kein geeignetes Schraubensicherungselement, um dieses Problem nachhaltig zu lösen und hat daraufhin mit der NSK-E ein Sicherungsscheibe entwickelt, die die speziellen Anforderungen elektrischer Verbindungen und deren Normen erfüllt.

Gelöste Schraubverbindungen führen in der Praxis zu folgenden Schadensbildern:

- Erhöhter Kontaktwiderstand
- Spannungseinbrüche /- schwankungen (Flicker)
- Erwärmung der Kontaktstellen bis hin zum Abbrand der Kontaktstelle selbst oder benachbarter Geräte

Es entstehen aufgrund von sich lösenden Kontaktverbindungen beträchtlichen Schäden, die eine neue Herangehensweise erfordern.

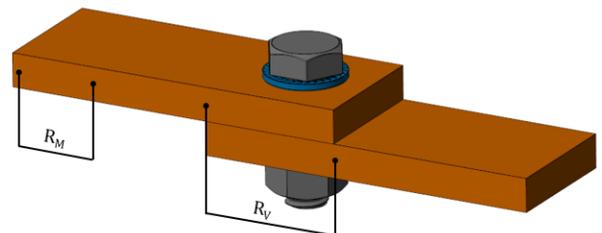
UNTERSCHIED ZWISCHEN ELEKTRO- UND MECHANISCHEN VERSCHRAUBUNGEN

| Relevante Merkmale | Mechanisch | Elektrisch |
|---------------------------------------|--|---|
| Verschraubte Werkstoffe | Stahl und hochfeste Aluminiumlegierungen (Harte Gegenlage) | Kupfer / Aluminium sowie Zinn-, Silber- und Nickelbeschichtungen (weiche Gegenlagen führen zu erhöhten Setzerscheinungen und Gefahr von Spannbildung) |
| Hauptaufgabe / Einbausituation | Kraftübertragung, meist längere Klemmlängen | Stromübertragung, sehr kurze Klemmlängen |

| | | |
|----------------------------|--|--|
| Belastungsart | Axialkraft, Dynamische Querbelastung | Vibration, Thermische Ausdehnung |
| Materialkombination | Werkstoff der Gegenlagen und der Verbindungselemente in der Regel gleich | Werkstoff der Gegenlagen Kupfer/Alu & Verbindungselemente Stahl führt zu unterschiedlichen thermischen Dehnungen zwischen Klemnteilen und Fügelementen |

EIGENSCHAFTEN UND ANFORDERUNGEN EINER SCHRAUBVERBINDUNG IM ELEKTROBEREICH

Die Hauptaufgabe einer elektrischen Verbindung ist die Übertragung von Strom. Ausschlaggebend für die Beurteilung der Verbindungs- bzw. Verschraubungsqualität ist der Gütefaktor k_u . Dieser stellt das Verhältnis von dem Widerstand in der Verbindungsstelle, zum Widerstand in der Stromschiene dar.



$$\text{Gütefaktor } k_u = \frac{\text{Verbindungswiderstand } R_V}{\text{Materialwiderstand } R_M}$$

Ziel einer Verbindung ist es daher, dass der Gütefaktor über die Lebensdauer hinweg so konstant wie möglich gehalten wird.

Um den Gütefaktor und damit den Widerstand konstant zu halten, ist es erforderlich den notwendigen Kontaktdruck bei den weichen Leitermaterialien über die Lebensdauer aufrecht zu erhalten.

Zur Realisierung eines dauerhaften Kontaktdrucks muss eine Schraubverbindung zwei Funktionen erfüllen:

1. Elastizitätsfunktion

Die Elastizitätsfunktion ist erforderlich, weil:

- unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten und stark schwankende Betriebstemperaturen zu wechselnden mechanischen Spannungen in der Schraubverbindung führen
- Setzvorgänge zu kompensieren sind. Setzen bezeichnet dabei das Einebnen der Oberflächen der Verbindungspartner. Die Anzahl der Trennfugen und der weiche Leiterwerkstoff wirken hier erschwerend.

Aufgrund der kurzen Klemmlängen kann die erforderliche Elastizität der Schraubenverbindung nur durch federnde Sicherungselemente realisiert werden.

2. Schraubensicherungsfunktionen

Losdreheeffekte durch Vibrationen und Querverschiebungen können ebenfalls dazu führen, dass sich der Kontaktdruck der elektrischen Schraubenverbindung verringert und es zu den beschriebenen Schadensbildern kommen kann.

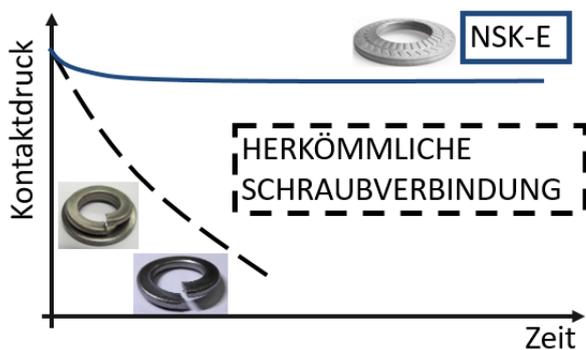
Das Versagen der Schraubenverbindung kann folgende Ursachen haben:

- Thermische Ausdehnungen mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten aufgrund unterschiedlicher Werkstoffe (Stahl, Kupfer oder Aluminium)
- Das Setzen innerhalb der Verbindung
- Schwingungen, z.B. bei hohen Frequenzen oder durch Bewegungsübertragungen vom Gesamtsystem.

Ungeeignete Feder- und Schraubensicherungselemente

Bereits in den 90er-Jahre erfolgten Untersuchungen zu der Feder- und Schraubensicherungswirkung der damals verwendeten Elemente.

Die Normen von Federringen, Fächerscheiben und Zahnscheiben wurden daraufhin zurückgezogen und sind somit nicht mehr Stand der Technik. Die Verwendung von zwei Schraubensicherungselementen, z.B. Federring und Scheibe erfüllen ebenfalls nicht die Anforderungen.



LÖSUNG DURCH KNOW-HOW UND INNOVATION

Die Firma teckentrup GmbH + Co. KG hat sich dieser Aufgabe gestellt und speziell für die Elektroindustrie die Sperrkantscheibe „NSK-E“ entwickelt.

Durch die langjährigen Erfahrungen mit mechanischen Schraubensicherungselementen konnte teckentrup auf die spezifischen Anforderungen eingehen und mit passenden Prüfmethoden eine optimale Lösung entwickeln. In Zusammenarbeit mit Endanwendern und externen Prüflaboren wurde die NSK-E unter extremen Bedingungen erfolgreich getestet.



Zu den angewandten Prüfverfahren zählen u.a. die DIN 25201-4 (Anhang B), DIN 267-26 und die IEC 61373.

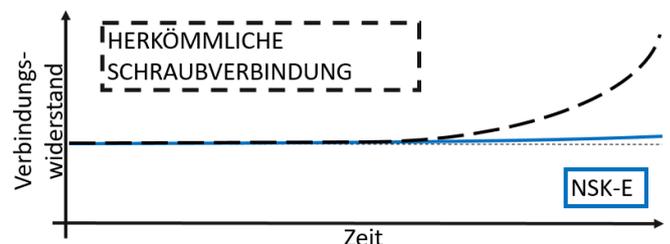
Die NSK-E konnte bei sämtlichen Qualitätsprüfungen überzeugen, so dass die Scheibe als Sicherungselement gemäß den meisten gängigen Normen eingesetzt werden kann:

- DIN 25201-3: Elektrische Schraubenverbindungen
- DIN 46200: Stromführende Anschlussbolzen
- DIN 43673-1: Stromschienenverschraubungen
- DIN EN 50343: Installation von elektrischen Leitungen
- ...

Die NSK-Scheiben sind in der Ausführung Federstahl beschichtet und Edelstahl 1.4401 erhältlich. Aktuell sind die Scheiben in den Abmessungen M3-M16 verfügbar und können in der Kombination mit herkömmlichen Schrauben verwendet werden.

MASSGESCHNEIDERTES PRODUKT

Durch die aufgestellte **Bogenform** hat die NSK-E eine besonders gute Federwirkung, so dass der Kontaktdruck und damit der Verbindungswiderstand der Verbindung über einen langen Zeitraum annähernd konstant gehalten werden kann.



Die weiterentwickelte **Verzahnung** auf der Oberseite sorgt für einen Formschluss zum Schraubenkopf / Mutter. Dadurch können sich die Komponenten bei Querbelastung nicht losdrehen. Um zudem eine Beschädigung der weichen Verbindungspartnern zu vermeiden, weist die NSK-E an der Unterseite eine **kufenartige Kontur** auf. Im verschraubten Zustand liegt die Scheibe auf der Gegenlage auf, sodass trotz geringer Einbaugröße das Risiko der Überschreitung der Flächenpressung vermindert wird.

Dem Anwender steht mit der NSK-E ein **einteiliges** Schraubensicherungselement aus Feder- und Edelstahl zur Verfügung, das speziell für die Anforderungen elektrischer Schraubenverbindungen entwickelt wurde und dem Stand der Technik entspricht.