

# 1 Steckverbinder-Grundlagen

## 1.3 Kontaktfläche und Kontaktphysik

Die Kontaktfläche agiert als ein einziger Berührungsbereich mit einem Durchmesser, der von der Kontaktgeometrie bestimmt wird.

An dieser Stelle kann der Kontaktwiderstand abschließend durch die folgende Formel bestimmt werden:

$$R_c = \rho (H/F)^{1/2} \quad (1.4)$$

Hierbei ist H die Härte des Kontaktmaterials und F die Kontaktkraft. Die Einheit der Härte ist Kraft/Fläche, d.h. die Wurzel aus der Umkehrung des Härtewertes ergibt den Durchmesser der Kontaktzone. Die Gleichung zeigt, warum die Kontaktkraft ein wesentlicher Parameter bei der Konstruktion von Steckverbindern ist.

### 1.3.4 Zusammenfassung

**Nachfolgend eine Zusammenfassung der Effekte einer aus A-Spots bestehenden Oberflächenstruktur von Kontaktflächen:**

- **Im mikroskopischen Maßstab betrachtet sind alle Oberflächen der Kontaktfläche rau.**
- **Die Oberflächenrauheit führt zur Schaffung kleiner individueller Berührungszonen, so genannter A-Spots, auf der Kontaktfläche.**
- **Die Zahl der geschaffenen A-Spots ist von zwei Faktoren abhängig: der Kontaktkraft und der Oberflächenrauheit. Die Kontaktkraft bestimmt die Gesamtfläche der A-Spots und die Oberflächenrauheit bestimmt, wie viele A-Spots Bestandteil dieser Fläche sind.**
- **Die Geometrie der scheinbaren Kontaktzone, auf der sich die A-Spots befinden, wird von der Geometrie der Kontaktflächen von Buchse und Stecker beim Zusammenführen der beiden Kontaktpartner bestimmt.**
- **Der Stromfluss über die Kontaktfläche wird beschränkt auf den Fluss durch die vorhandene A-Spot-Verteilung. Der damit verbundene geometrische Effekt führt zu einem Anstieg des Widerstands an der Kontaktfläche, dem so genannten Engwiderstand.**

Die Verteilung und Zahl von A-Spots bildet an der Kontaktfläche ein hoch redundantes Netzwerk paralleler Widerstände, was ein wichtiger Faktor für die Stabilität des Kontaktflächenwiderstands ist. Anzumerken ist, dass permanente Kontaktflächen auf die gleiche Weise erzeugt werden und sich von den lösbaren Kontaktflächen nur im Grad der Verformung, Kaltverschweißung und der geschaffenen Gesamtberührungsfläche unterscheiden.

**A-Spot**

### 1.4 Materialien und Fertigung von Steckverbindern

Dieser Abschnitt bietet eine grundlegende Betrachtung der Materialien und Fertigungsprozesse von Steckverbindern. Kapitel I, Abschnitt 1.4.1 Galvanotechnische Kontaktbeschichtung, behandelt ausschließlich die Fertigungsabläufe, während die verwendeten Materialien Thema von Kapitel II, Abschnitt 2.1 Kontaktbeschichtungen, ist. Kapitel I, Abschnitt 1.4.2 Metallurgie der Kupferlegierungen und deren Verarbeitung, behandelt die Metallurgie der Kupferlegierung und deren Verarbeitung in den vorbereitenden Guss- und Walzverfahren, aus denen das Bandmaterial hervorgeht, das ausgestanzt und zu Kontaktfedern von Steckverbindern geformt wird. Kapitel I, Abschnitt 1.4.3 Polymermaterialien und deren Verarbeitung, befasst sich mit Polymermaterialien und den zur Herstellung von Steckverbindergehäusen verwendeten Spritzgussverfahren.

#### 1.4.1 Galvanotechnische Kontaktbeschichtung

Die Mehrzahl von Kontaktbeschichtungen werden durch Galvanisierung gestanzter und geformter Kontakte im Bandgalvanik-Verfahren mit einer dünnen Zinn-, Silber- oder unternickelten Goldauflage in Schichtdicken zwischen 0,1 und 5,0  $\mu\text{m}$  (4 bis 200 Mikrometern) erzeugt. Hierbei kommen drei Beschichtungsverfahren zur Anwendung: Gesamtbeschichtung, Selektivbeschichtung und Duplexbeschichtung. Bei der **Gesamtbeschichtung** wird die gesamte Kontaktoberfläche mit einem einzigen Material beschichtet. Zinnbeschichtungen erfolgen häufig mit diesem Verfahren. Bei der **Selektivbeschichtung** wird die Beschichtung nur auf definierten Funktionszonen des Kontakts aufgebracht. Goldbeschichtungen erfolgen meist selektiv. Hierbei werden die Zonen von Stecker und Buchse, die später die Kontaktzone bilden, mit Gold beschichtet. Bei der **Duplexbeschichtung** werden zwei galvanische Schichten nacheinander auf das Grundmaterial aufgebracht. So wird zum Beispiel eine Nickelschicht mit einer nachfolgenden Zinn- oder Silberschicht aufgebracht. Man spricht dabei von einem Nickel-Zinn Schichtaufbau oder Nickel-Silber. Bei den Steckkontakten wird häufig eine Kombination aus Selektiv- und Duplexbeschichtung angewendet. Zuerst wird auf das gesamte Grundmaterial eine Nickelschicht aufgebracht und auf die lösbaren Verbindungsteile und die Dauerverbindungsteile des Kontakts unterschiedliche Beschichtungen. Zinn wird selektiv am Dauerverbindungsende (Lötstelle) und Gold selektiv am lösbaren Verbindungsende galvanisiert. Die genauen galvanotechnischen Verfahren für Selektiv- bzw. Duplexbeschichtung sind Herstellergeheimnis, sodass an dieser Stelle nur eine allgemeine Beschreibung erfolgt.

##### 1.4.1.1 Grundlagen der Galvanotechnik

Elektroplattierung oder Galvanotechnik bezeichnet in der Steckverbinderfertigung die Beschichtung eines Kontaktfedermaterials, das für seine in Kapitel I, Abschnitt 1.2.2 Kontaktfedern, genannten mechanischen und elektrischen Eigenschaften ausgewählt worden ist, mit einem Material, das für seine in Kapitel I, Abschnitt 1.2.3 Kontaktbeschichtungen, genannten Eigenschaften ausgewählt worden ist. Der Zweck der Beschichtung besteht darin, die elektrische Gesamtleistungsfähigkeit des beschichteten Kontaktsystems zu optimieren und das Grundmaterial vor Korrosion zu schützen.

### Galvanik

# 1 Steckverbinder-Grundlagen

## 1.4 Materialien und Fertigung von Steckverbindern

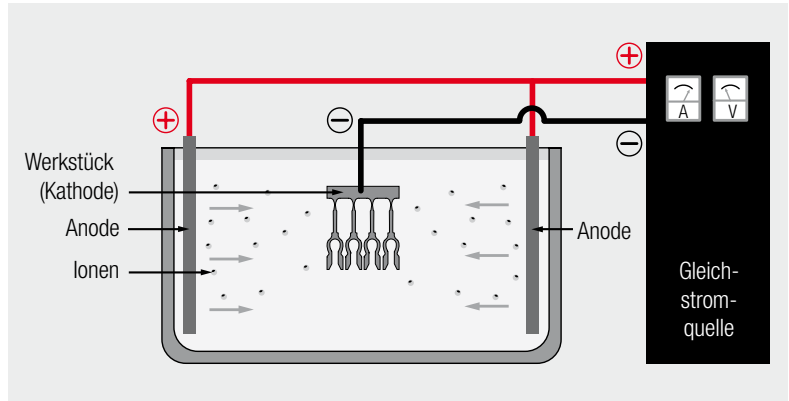


Abb. 1.21: Funktionsprinzip der Galvanotechnik

Abbildung 1.21 ist die schematische Darstellung eines einfachen elektrochemischen Beschichtungssystems. Der „elektrische Teil“ des Systems besteht aus der Spannungs- bzw. Stromquelle und den Elektroden (Anode und Kathode), die in den „chemischen Teil“ des Systems eingetaucht werden, den Elektrolyt oder das Galvanikbad. Durch den Fluss der Ionen im Elektrolyt zu der Kathode wird der Stromkreis des Systems geschlossen. Das abzuschneidende Metall kann entweder in Form einer löslichen Anode, oder durch Zugabe von Metallsalzen/Metalllösungen dem Elektrolyt zugeführt werden. Kupfer, Zinn, Silber und Nickel stammen in der Regel von Anoden, während Goldsalze meist in einem kontrollierten Verfahren dem Elektrolyt zugesetzt werden, um die gewünschte Zusammensetzung des Bades aufrecht zu halten. Das elektrolytische Bad enthält in der Regel noch andere Ionen, um den Stromfluss zwischen den Elektroden und die Löslichkeit der Anoden zu unterstützen. Die Abscheidung von Metall erfolgt an der Kathode.

Die Abfolge des galvanotechnischen Prozesses ist wie folgt:

1. Die Stromquelle pumpt Elektronen an die Kathode.
2. Ein Elektron wechselt aus der Kathode zu einem positiv geladenen Metallion in der Lösung über, und das reduzierte Metall lagert sich an der Kathode an.
3. Die Ionenleitung im elektrolytischen Bad schließt den Stromkreis zur Anode.
4. Abhängig davon, ob das Anodenmaterial löslich (also die Quelle für das Beschichtungsmaterial) oder unlöslich (inert) ist, finden an der Anode zwei unterschiedliche Prozesse statt. Wenn das Anodenmaterial löslich ist, gibt das Metallatom ein Elektron ab und geht als positiv geladenes Metallion in Lösung, wodurch es den Metallgehalt des elektrolytischen Bades wieder ergänzt. Wenn die Anode inert ist, gibt ein negativ geladenes Ion im elektrolytischen Bad ein Elektron an die Anode ab.
5. Das Elektron fließt von der Anode zur Stromquelle und schließt damit den Stromkreis.

**Elektrolyt**

**Anode**

**Kathode**