



# KONTAKTE & KONTAKTOBERFLÄCHEN

Thomas Heß \_ Field Application Engineer

**WÜRTH ELEKTRONIK** MORE THAN YOU EXPECT

# Agenda

## Kontakte & Kontaktoberflächen

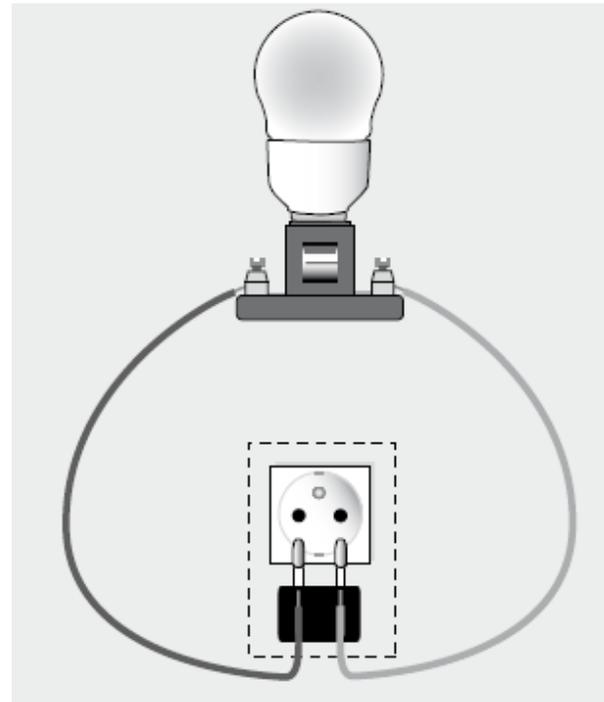
- Einführung
- Materialien
- Herstellungsprozess Gehäuse / Kontakt
- Galvanotechnik
- Übergangswiderstand
- Kontaktauswahl



# Einführung

## Definition Steckverbinder

**Ein Steckverbinder ist ein elektromechanisches System, das eine lösbare Verbindung zwischen zwei Subsystemen eines elektronischen Gerätes ohne inakzeptable Auswirkung auf die Funktion des Gerätes schafft.**



Quelle:  
Trilogie der Steckverbinder

# Einführung

- Faktoren um eine „**inakzeptable Auswirkung**“ auszuschließen
  - **Auswahl richtiger Grundmaterialien**
  - **Verwendung geeigneter Oberflächen**
  - **Beachtung mechanischer Parameter**
  - **Sicherstellung stabiler Produktionsprozesse**



# Agenda

## Kontakte & Kontaktoberflächen

- Einführung
- Materialien / Herstellungsprozesse
- Galvanotechnik
- Übergangswiderstand
- Kontaktauswahl



# Materialien

## Gehäuse

### Gehäusematerialien

#### ■ Polyester – PBT

- Teilkristallines Polymer
- Meist glasfaserverstärkt (30%)
- Vorteile / Nachteile

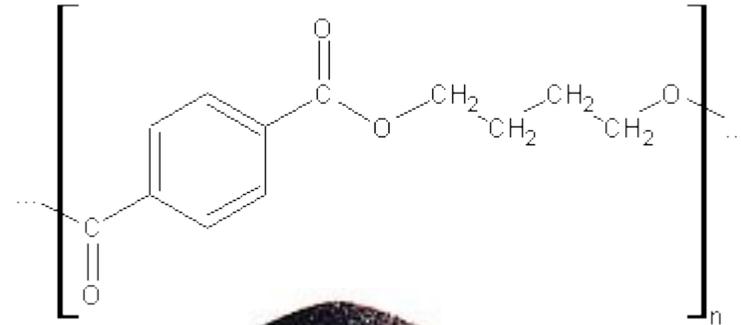


Preiswertes Material

Gute mechanische Eigenschaften (wenn glasfaserverstärkt)  
Ausgezeichnete chemische Widerstandsfähigkeit



Nur geeignet für Wellenlötung



# Materialien

## Gehäuse

### Gehäusematerialien

#### ■ Polyamide PA6T (Nylon)

- Teilkristallines Polymer
- Meist glasfaserverstärkt (30%)
- Vorteile / Nachteile



Gängiges Material (preiswert)

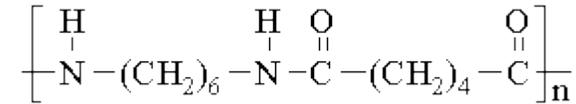
Hohe Festigkeit / Belastbar / Hohe Abriebsresistenz

Hochtemperaturfähig (Reflow-Lötung)



Relativ hohe Feuchtigkeitsabsorbtion:

- Einschränkung in Formbeständigkeit beim Austrocknen
- Sinkende Biegegrenze nach Feuchtigkeitsaufnahme



# Materialien

## Gehäuse

### Gehäusematerialien

#### ▪ Flüssigkristallpolymer (LCP)

- Kristallines Polymer
- Glasfaserverstärkt
- Vorteile / Nachteile



Hochtemperaturbeständig

- Reflow-Lötung
- thermisch belastbar in der Dauernutzung

Hervorragende mechanische Eigenschaften

Hervorragende Formbeständigkeit / flammhemmend

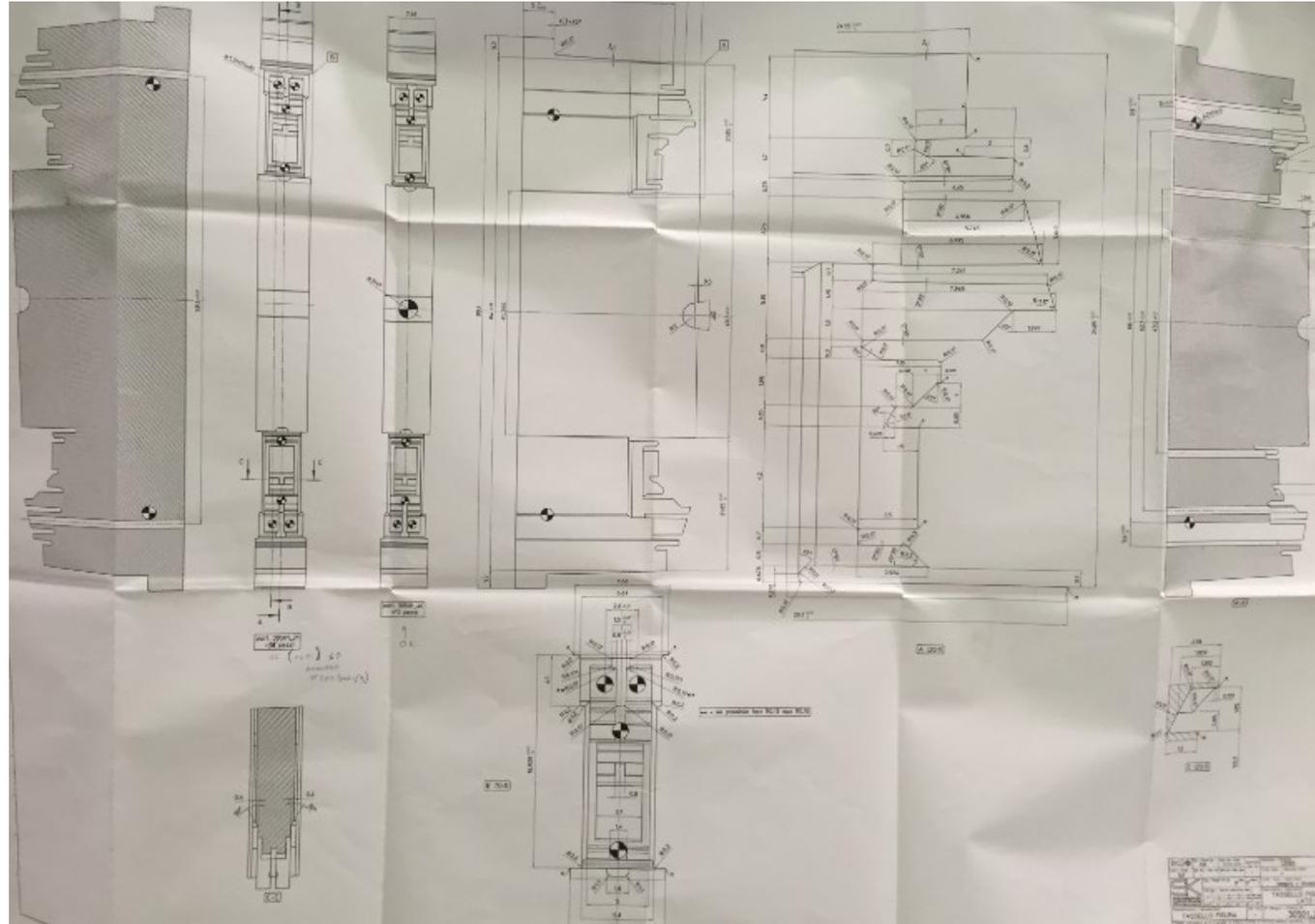


Kostenintensives Material



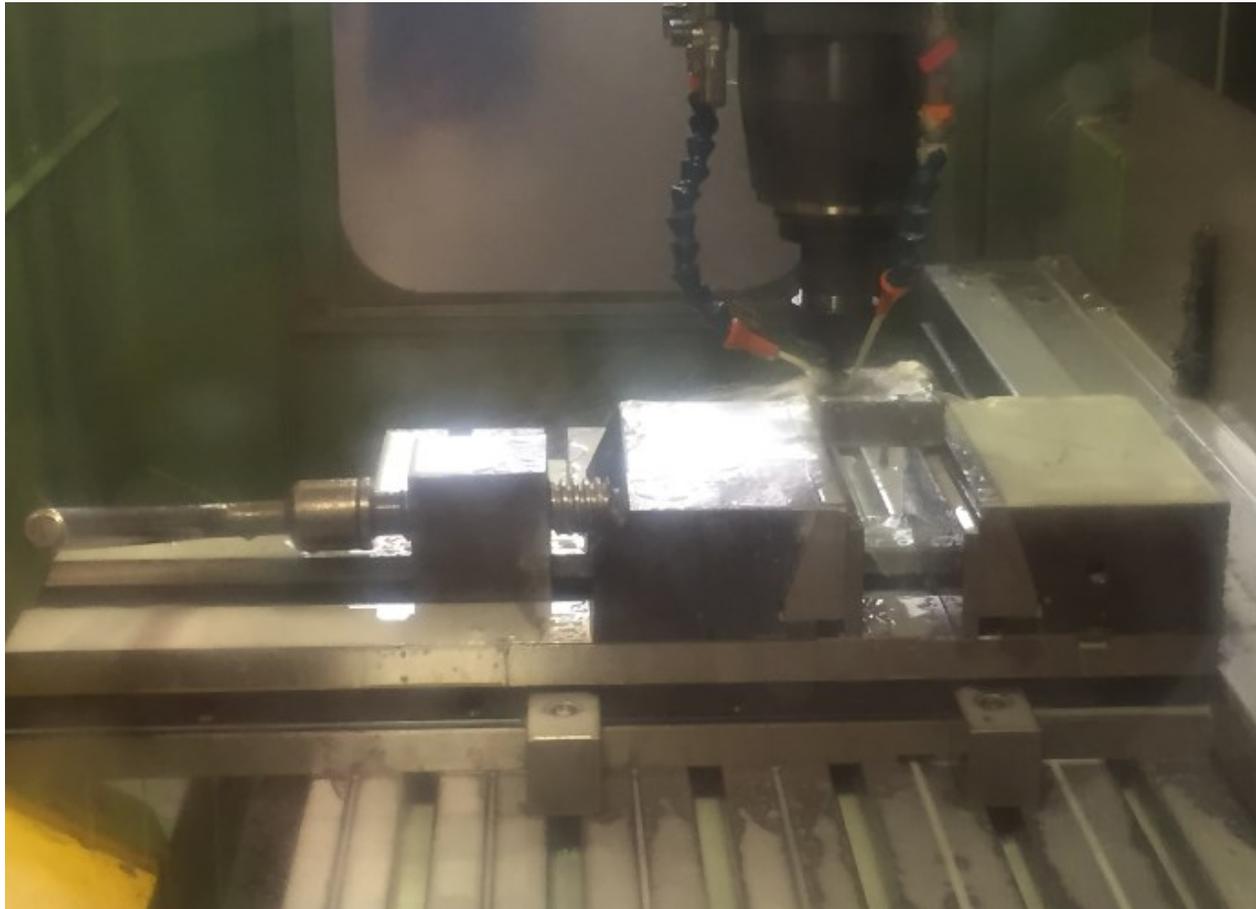
# Gehäuse-Herstellung

Herstellen des Spritzgußwerkzeugs



# Gehäuse-Herstellung

Herstellen des Spritzgußwerkzeugs



# Gehäuse-Herstellung

Herstellen des Spritzgußwerkzeugs



# Gehäuse-Herstellung

Herstellen des Gehäuses / Isolationskörper



# Gehäuse-Herstellung

Herstellen des Gehäuses / Isolationskörper



# Gehäuse-Herstellung

Spritzguß (Video)



# Materialien

## Kontakt

### Kontaktmaterialien

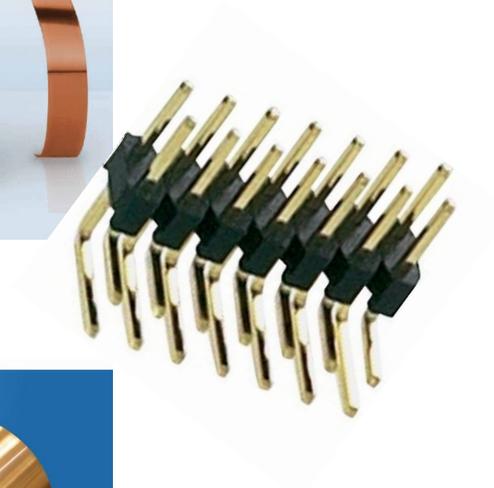
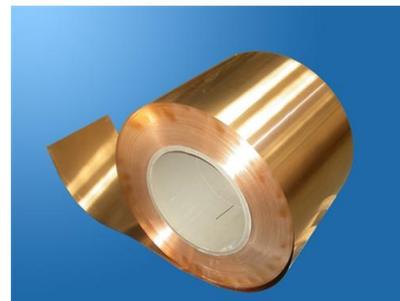
- Kupferlegierungen

- Messing (CuZn) - Brass



- Phosphor Bronze – Bronze

- z.B. ZiF Steckverbinder (hochelastisch)



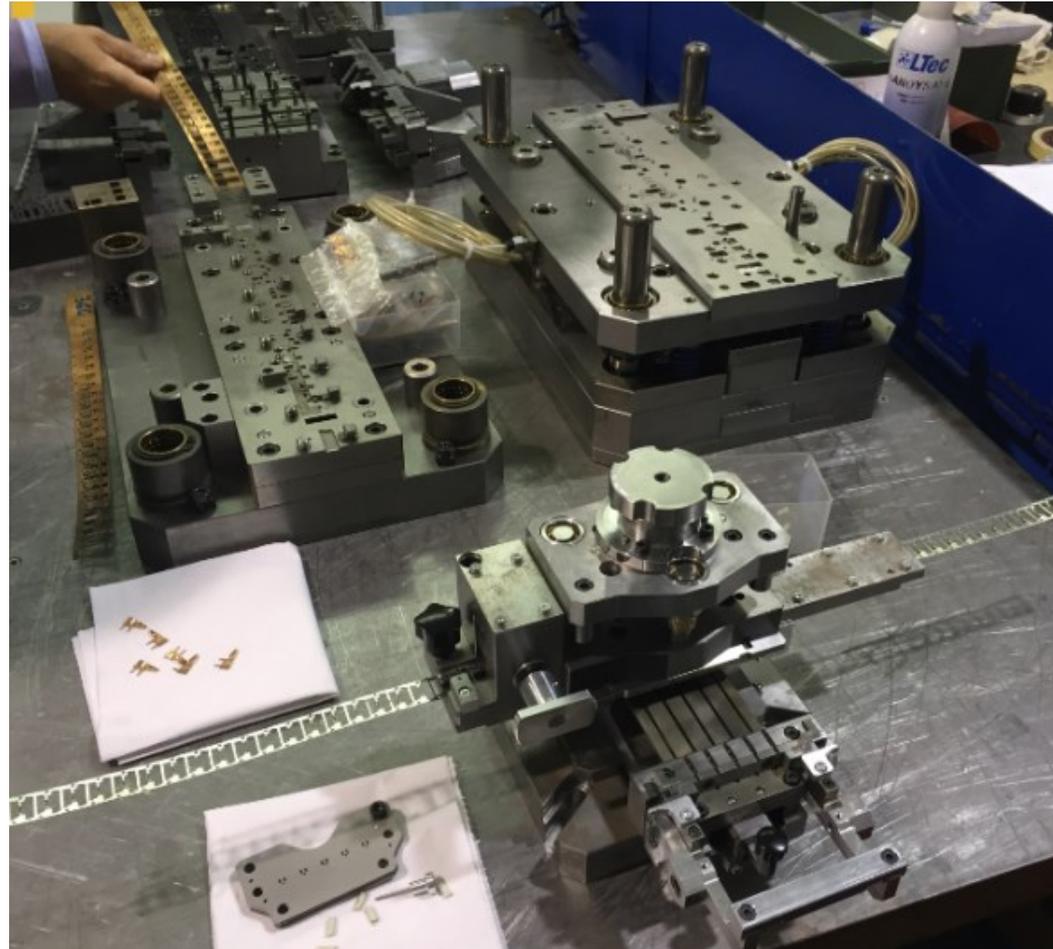
# Kontakt-Herstellung

Herstellen des Stanz- Biegewerkzeuges



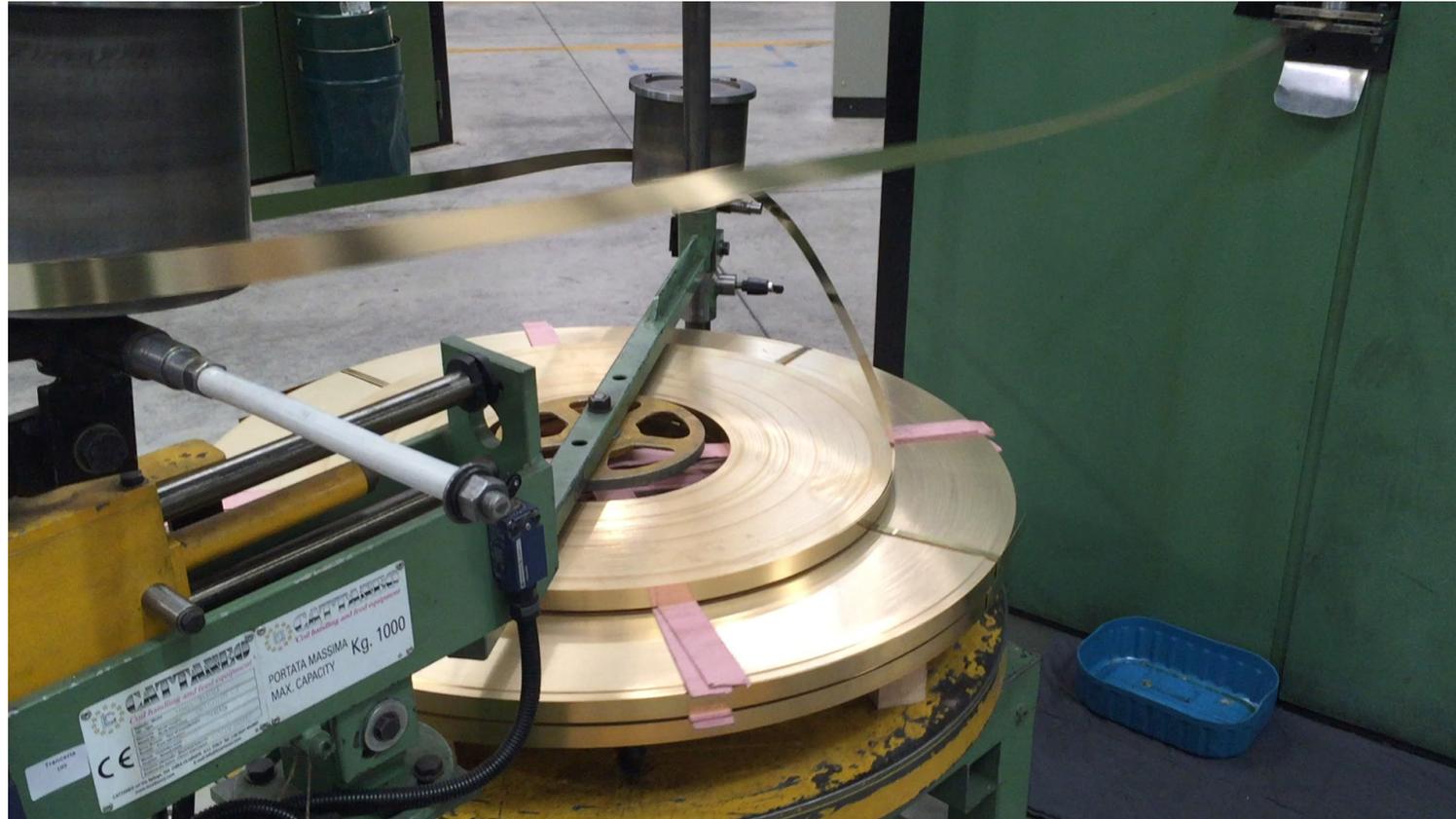
# Kontakt-Herstellung

Herstellen des Stanz- Biegewerkzeuges



# Kontakt-Herstellung

Stanzen der Kontakte (Video)



# Kontakt-Herstellung

Stanzen der Kontakte



# Kontakt-Herstellung

Stanzen der Kontakte



# Kontakt-Herstellung

Stanzen der Kontakte (Video)



# Materialien

## Oberfläche

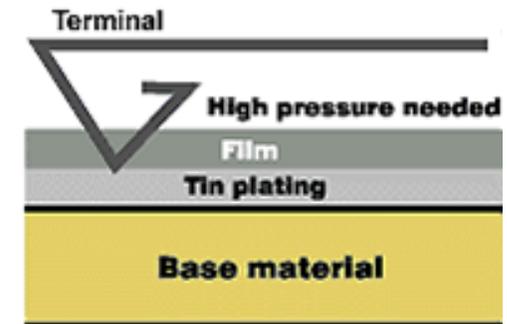
### ▪ Zinn

- ⊕ Keine Verunreinigung des Lötbadetes beim Wellenlöten
- ⊕ Kostengünstige Beschichtung



- ⊖ Oxidiert schnell und bildet eine Schmutzschicht aus Gasen, Wasserdampf und organischen Molekülen. Dieser Film reduziert die Leitfähigkeit. Demnach muss ausreichend Druck aufgebaut werden um diesen Film zu durchdringen.

Durch die hohe Kontaktnormalkraft und Reibkorrosion reduziert sich die Lebensdauer.

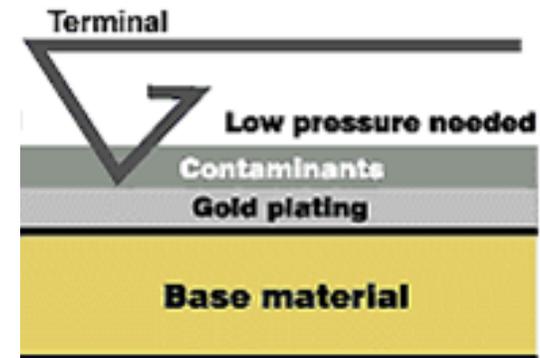
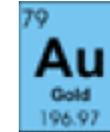


# Materialien

## Oberfläche

### ■ Gold

- ⊕ Hohe Korrosionsbeständigkeit
- ⊕ Gute elektrische Leitfähigkeit
- ⊕ Niedriger Übergangswiderstand
- ⊕ Hohe Lebensdauer / Steckzyklen durch geringe Kontaktnormalkraft
- ⊖ Benötigt Ni Sperrschicht  
(Cu diffundiert in Gold -> Bildung intermetallische Phase)
- ⊖ Kostenintensives Material

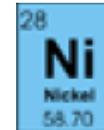


# Materialien

## Oberfläche

### ▪ Nickel

- ⊕ Korrosionsschutz und Sperrschicht
- ⊖ Hoher Übergangswiderstand
- ⊖ Relativ geringe Bruchdehnung – daher oft Rissbildung bei nachträglicher Verformung

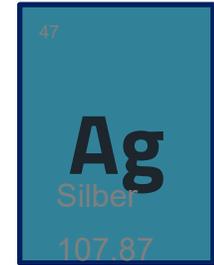


# Materialien

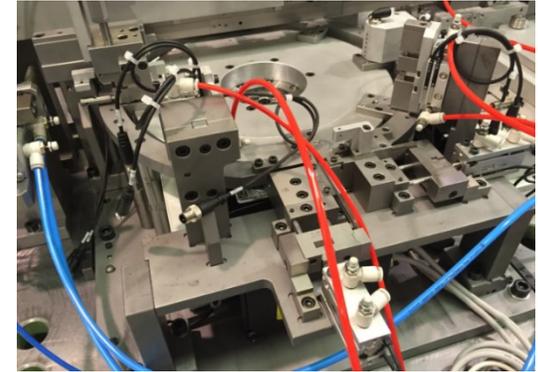
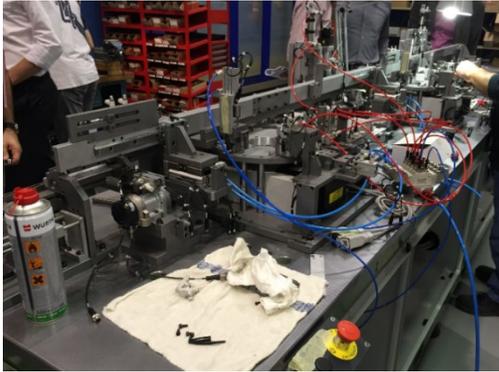
## Oberfläche

### ■ Silber

- ⊕ Sehr gute elektrische und thermische Leitfähigkeit
- ⊕ Niedriger Übergangswiderstand
- ⊕ Gute Verformbarkeit
- ⊕ Sehr widerstandsfähig bei Funkenbildung (durch hohen Schmelzpunkt)
  
- ⊖ Neigt zur Sulfidbildung (läuft an)
- ⊖ Ein gewisser Strom oder eine gewisse Steckkraft wird benötigt um die Sulfidschicht aufzubrechen (Abhilfe Passivierung)
- ⊖ Neigt zur Materialwanderung und zum Kaltverschweißen (darum oft als Legierung im Einsatz z.B. AgNi bei Hochstromkontakten)



# Zusammenbau / Montage

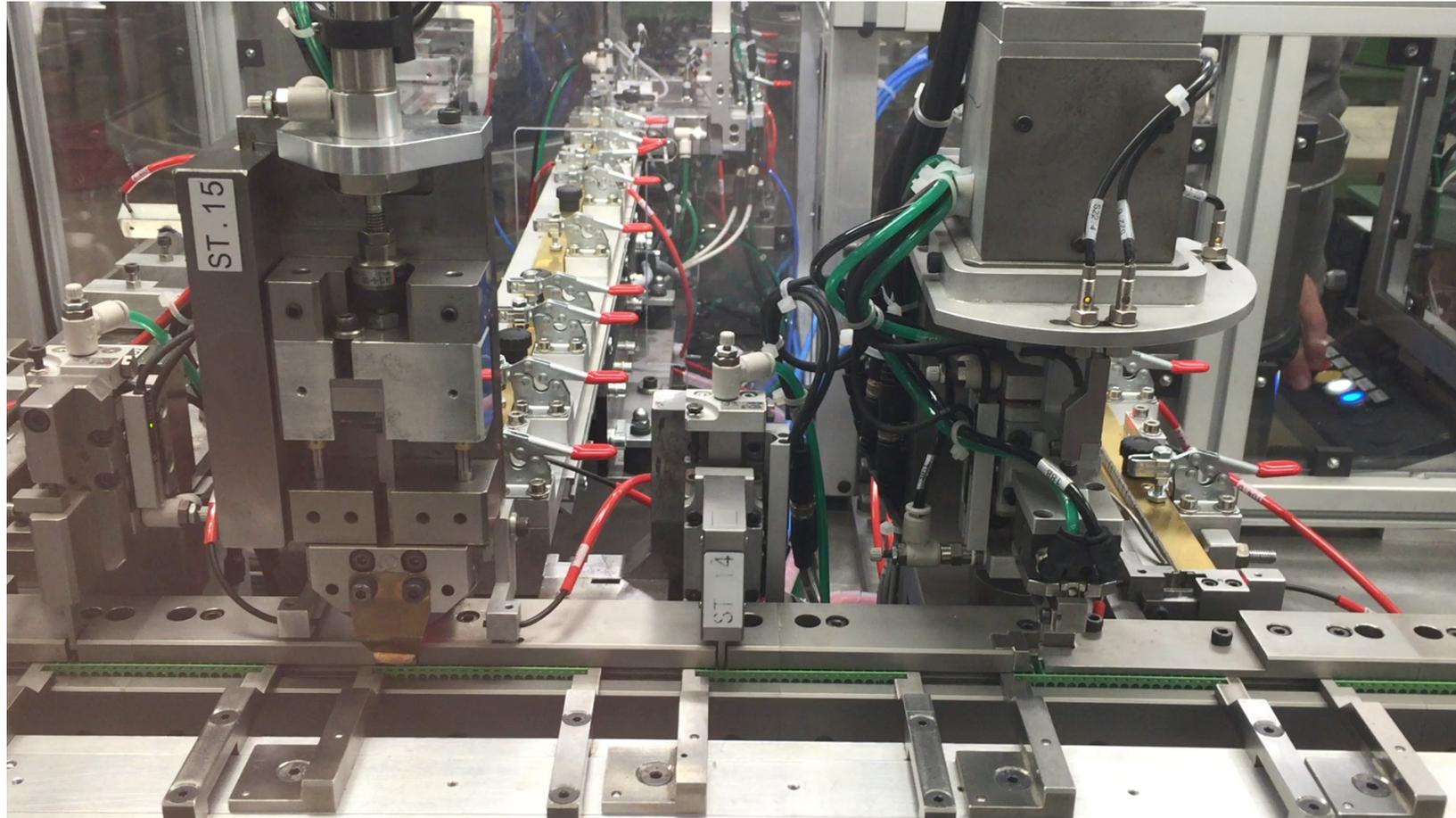


# Zusammenbau / Montage



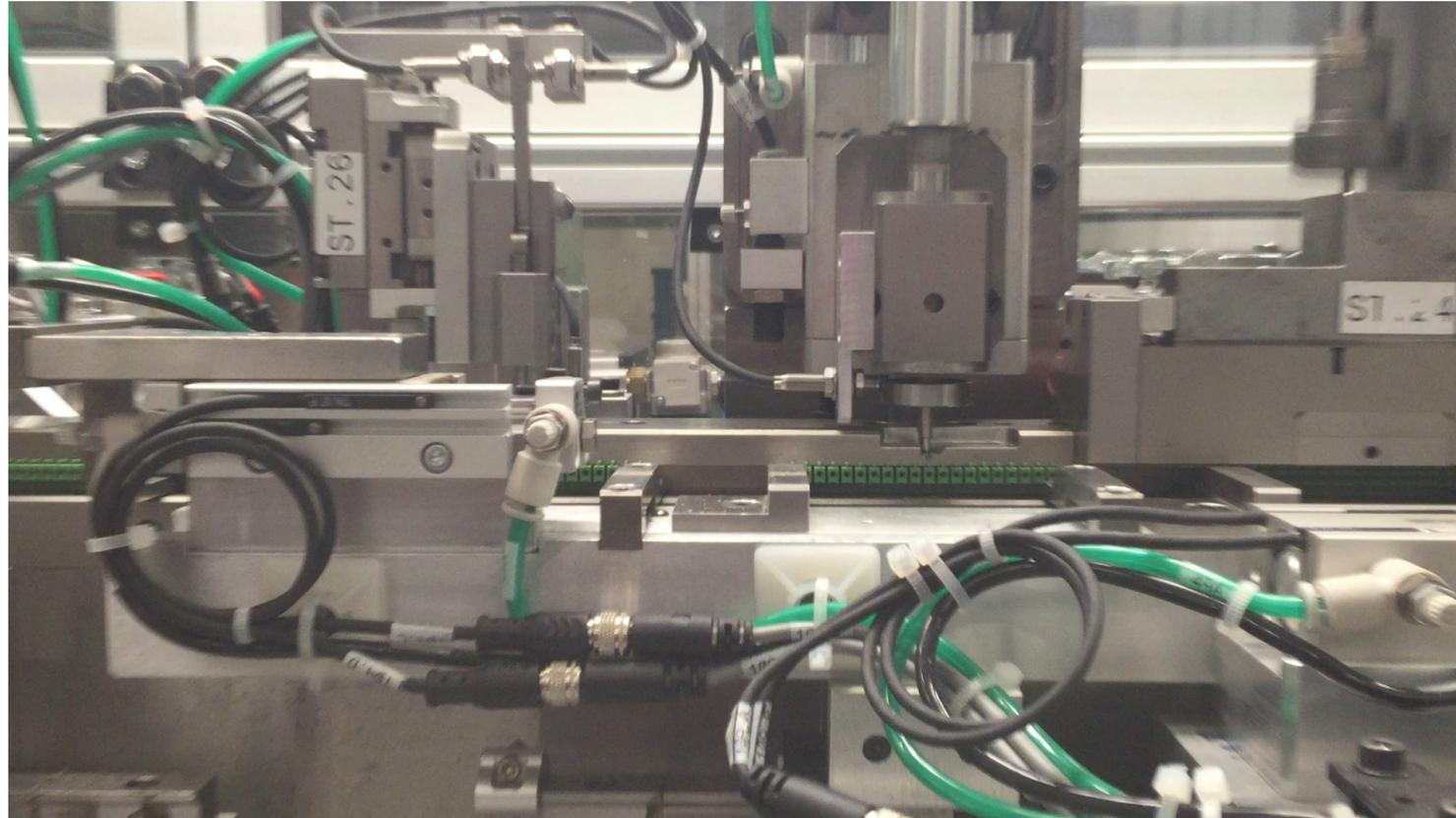
# Zusammenbau / Montage

Assemblierung der TBL's (Video)



# Zusammenbau / Montage

Assemblierung der TBL's (Video)



# Agenda

## Kontakte & Kontaktoberflächen

- Einführung
- Materialien / Herstellungsprozesse
- Galvanotechnik
- Übergangswiderstand
- Kontaktauswahl



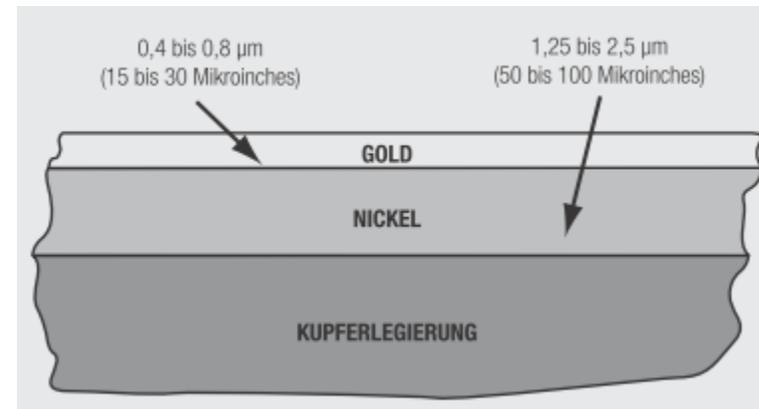
# Galvanotechnik

## ■ Warum eine Beschichtung?

- Im Steckverbinderbereich gängige kupferbasierende Legierungen haben gute mechanische Eigenschaften (Federkraft, Verformbarkeit, Stärke) sind jedoch **meist korrosionsanfällig** oder haben nicht ideale elektrische Eigenschaften.

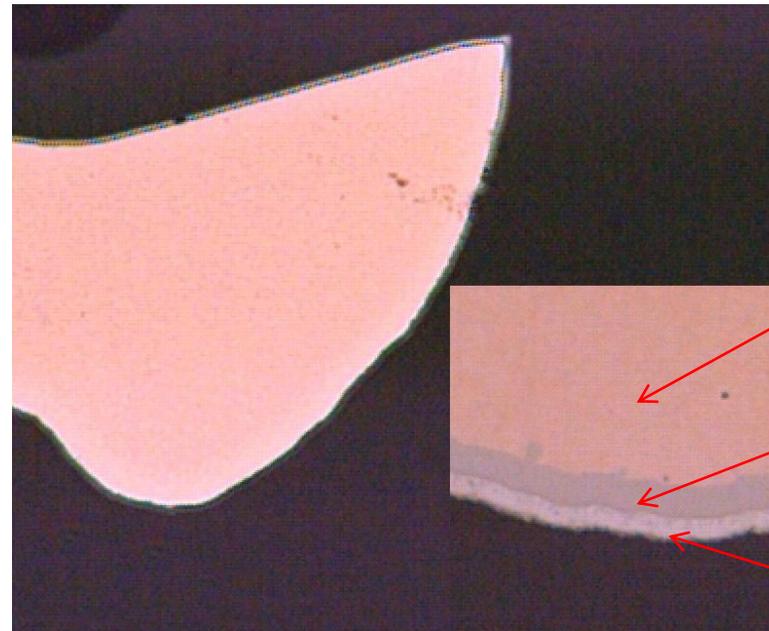
In der Galvanik wird der Kontakt mit Nickel, Zinn oder Gold beschichtet, um folgende Eigenschaften zu verbessern:

- Korrosionsbetändigkeit
- Lötbarkeit
- Elektrische Leitfähigkeit



# Galvanotechnik

- Schliffbild eines ZiF Kontaktes



Grundmaterial: Phosphor Bronze

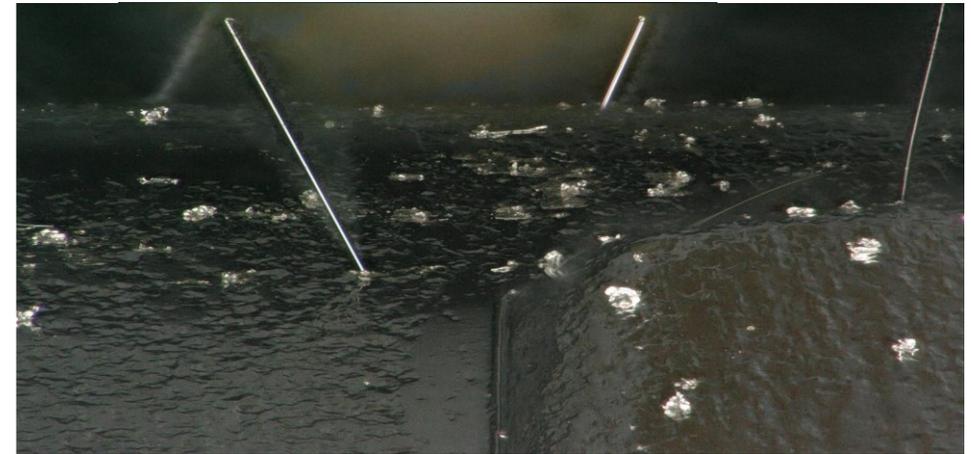
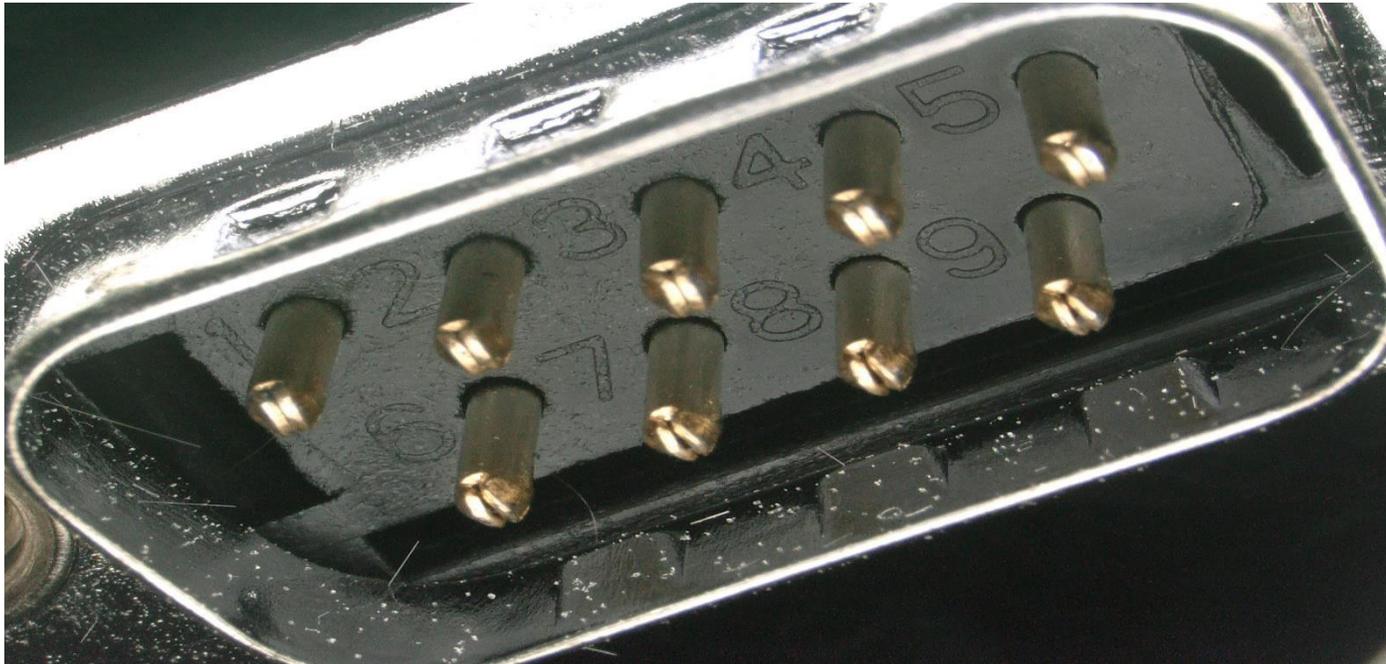
Nickel-Sperrschicht

Zinn-Oberfläche

# Galvanotechnik

## Whiskerbildung

- Whisker-Wachstum tritt bei mittleren Temperaturen (20°C bis 70°C) auf
- Verschiedene Einflussmöglichkeiten
  - Temperatur
  - Licht (Verwendung von matten Zinn-Oberflächen)
- Strombelastbarkeit:  $\mu\text{A}$ -Bereich, bis 10mA



## Gold & Zinn sind die gängigsten Beschichtungen

### ➤ Gold wird bevorzugt bei

- Hohen Steckzyklen
- Kleinen Strömen
- Kleines Raster
- Raue Umgebung



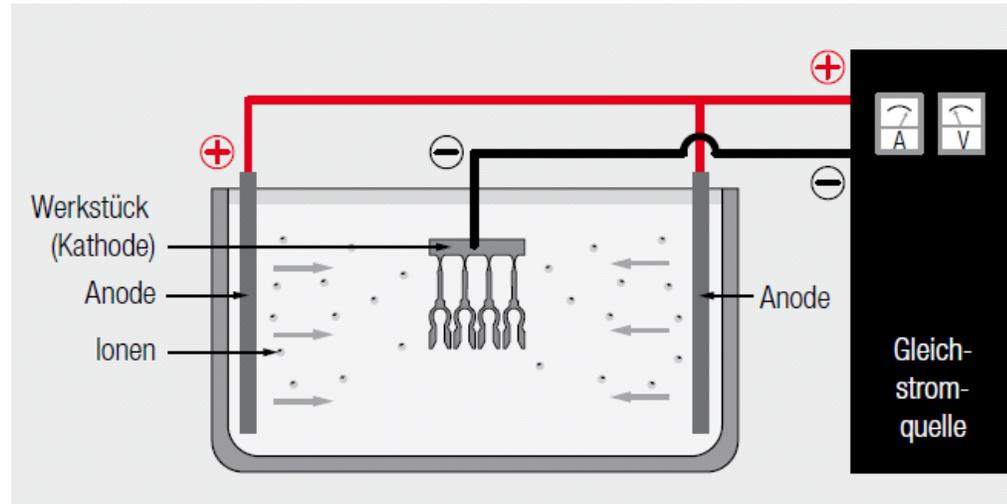
### ➤ Zinn wird bevorzugt bei

- Hohen Strömen (Selbstreinigung)
- Geringen Steckzyklen



# Galvanotechnik

## Funktionsprinzip



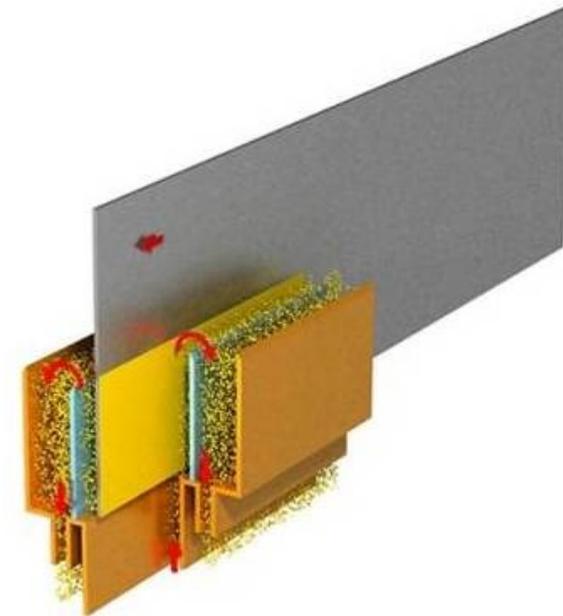
Quelle:  
Trilogie der Steckverbinder

- Bei der Galvanik wird durch ein **elektrolytisches Bad** Strom geschickt. Am **Pluspol (Anode)** befindet sich das **Metall, das aufgebracht werden soll**, am Minuspol (Kathode) der zu beschichtende Gegenstand. Der elektrische Strom löst dabei Metallionen von der Verbrauchselektrode ab und lagert sie durch Reduktion auf der Ware ab. So wird der zu veredelnde Gegenstand allseitig gleichmäßig beschichtet. Je länger sich der Gegenstand im Bad befindet und je höher der elektrische Strom ist, desto stärker wird die Metallschicht.

# Galvanotechnik

## Bandgalvanik

- **Bandgalvanik**
  - Ideal für selektive oder vollflächige Beschichtung
  - Anwendung bei Vollbändern und Stanzstreifen
  - An den Seiten des Bandes fließt der Elektrolyt mit definierter Fließgeschwindigkeit
  
- **Die Schichtdicke (Güte) der Oberfläche wird eingestellt über:**
  - Fließgeschwindigkeit
  - Stromstärke
  - Anoden-/ Kathodenabstand
  - Eintauchtiefe



# Galvanotechnik

## Bandgalvanik

### Die 4 Phasen der Bandgalvanik

- Phase 0 – Eingangsinspektion

Die Eingangsinspektion ist unabhängig vom galvanotechnischen Verfahren jedoch **hängt die Qualität der Beschichtung wesentlich von der Qualität des Rohmaterials ab.**

Eine saubere Metalloberfläche ist notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Galvanisierung. Reste von Stanzöl, Kratzer oder Stanzschänden bzw. Defekte im Grundmaterial lassen keine glatte, durchgängige und defektfreie Beschichtung zu!



# Galvanotechnik

## Bandgalvanik

### Die 4 Phasen der Bandgalvanik

- Phase 1 – Vorreinigung
  - Entfettung
    - (Ultraschallentfettung, Abkochentfettung, elektrolytische Entfettung) zur Entfernung von Stanzölresten und/oder Verschmutzungen.
  - Spülphase
    - Verhinderung alkalischer Ausschleppung in das saure Dekapierbad (Gefahr der Neutralisierung des Dekapierbads)
  - Oxidrestentfernung
    - Durch Elektropolieren und Dekapieren mit Säure

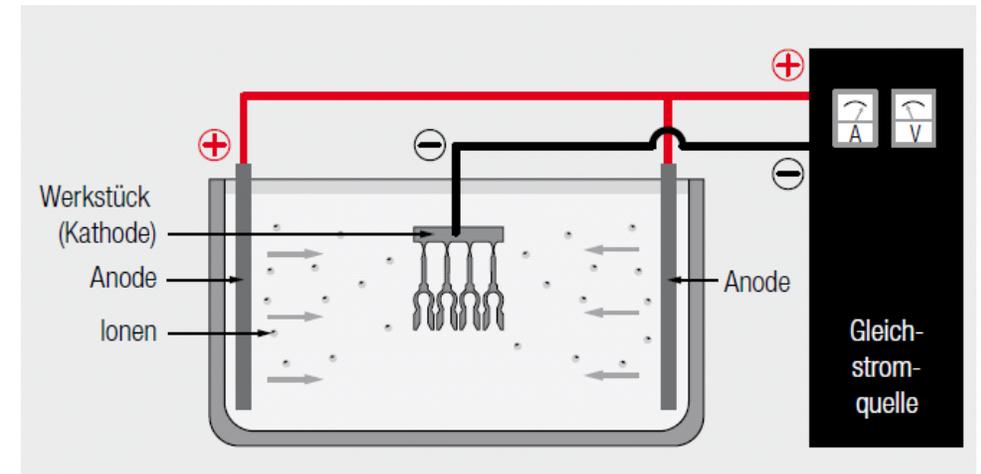


# Galvanotechnik

## Bandgalvanik

### Die 4 Phasen der Bandgalvanik

- Phase 2 – Beschichten
  - Aufbringung der Oberflächenmaterialien
  - Mehrere Galvanik-Stationen für die verschiedenen Schichten
  - Spül-Zwischenstationen Vermeidung von Verschleppung von Elektrolytflüssigkeit



Quelle:  
Trilogie der Steckverbinder

# Galvanotechnik

## Bandgalvanik

### Die 4 Phasen der Bandgalvanik

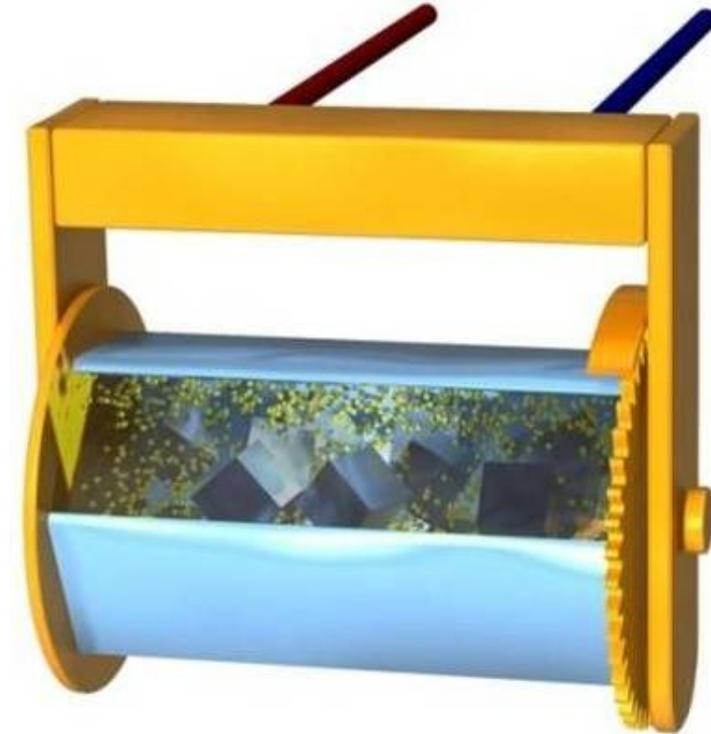
- Phase 3 – Abspülen / Trocknen
  - Endreinigung
  - Trocknung
  - Aufrollen
  - Zuführung Fertigungsprozess



# Galvanotechnik

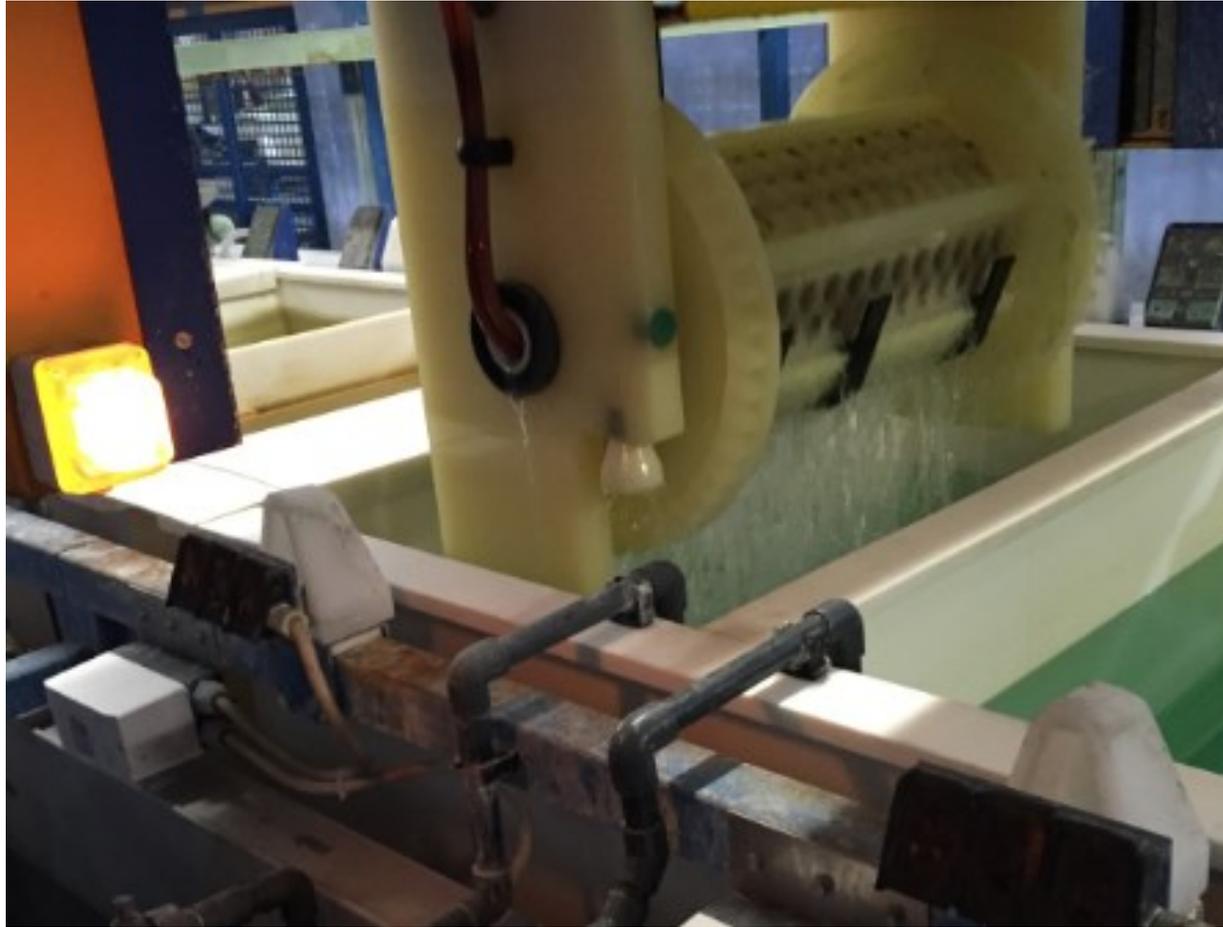
## Trommelgalvanik

- Trommelgalvanik (lose Kontakte)
  - Platzierung des Schüttguts in der Trommel
  - Aufrechterhaltung einer kontinuierlichen Kathode durch zufällige Berührung der Kontakte
  - Rotation der Trommel hält die Einzelkontakte in Bewegung (Gleichförmigkeit der Schichtdicke)



# Galvanotechnik

## Trommelgalvanik



# Agenda

## Kontakte & Kontaktoberflächen

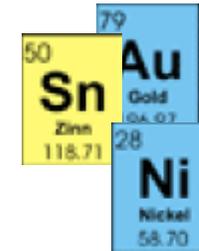
- Einführung
- Materialien / Herstellungsprozesse
- Galvanotechnik
- Übergangswiderstand
- Kontaktauswahl



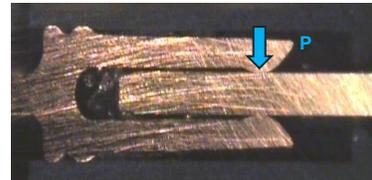
# Übergangswiderstand

- **Der Übergangswiderstand  $R_c$  ist abhängig von:**

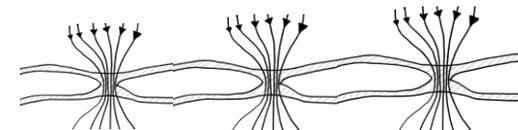
- der gegebenen Oberflächenveredelung



- Der Kontaktnormalkraft



- Der Anzahl und der Verteilung der Kontaktflecken



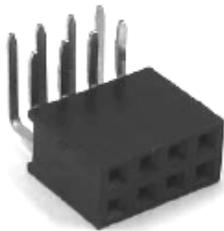
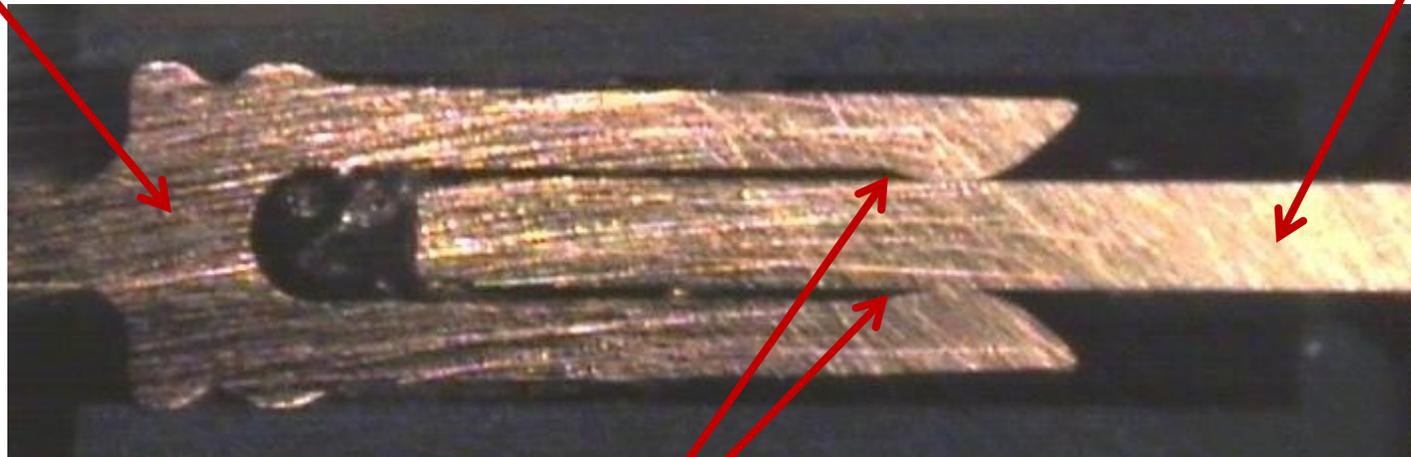
Anzahl Kontaktflecken:  $n$

# Übergangswiderstand

## Kontaktierungsbeispiel

Buchsenkontakt

Stiftkontakt

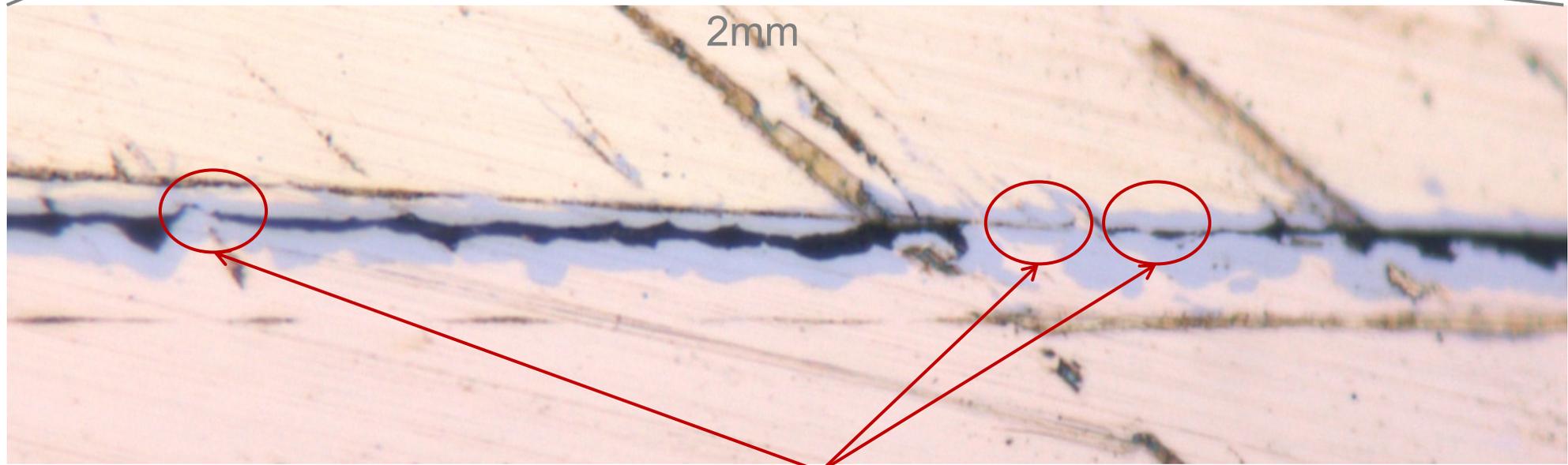
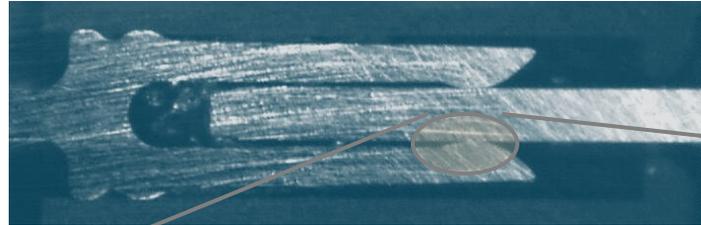


Kontaktpunkte



# Übergangswiderstand

## Der Kontaktpunkt unter dem Mikroskop



Kontaktflecken

# Übergangswiderstand

## Typischer Kontaktwiderstand bei Steckverbindern

- **Goldoberfläche:** ca. 20 ~ 50 mΩ
  - ✓ Geringe Kontaktnormalkraft
  - ✓ Hohe Steckzyklen
  
- **Zinnoberfläche:** ca. 10 ~ 20 mΩ
  - ✓ hohe Kontaktnormalkraft
  - ✓ niedrige Steckzyklen



# Agenda

## Kontakte & Kontaktoberflächen

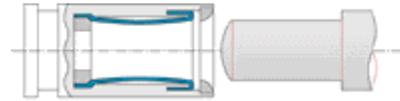
- Einführung
- Materialien / Herstellungsprozesse
- Galvanotechnik
- Übergangswiderstand
- Kontaktauswahl



# Kontaktauswahl

- Die Auswahl der zum Produkt bzw. der Applikation passenden Kontaktoberfläche ist abhängig von:

- Den angestrebten Steckzyklen
- Den definierten Steckkräften
- Der elektrischen Spezifikation
- Zu erwartenden Umwelteinflüssen



# Kontaktauswahl

## Beim Hersteller in der Designphase:

Beim Design eines Steckverbinders für **standardisierte Applikationen** ist die Auswahl relativ einfach, da die Anforderungen bereits definiert sind.



Bei Produkten für **neue** bzw. **nicht standardisierte Applikationen** ist der Hersteller in großem Maß abhängig von der Informationsbereitschaft und -güte seitens des Kunden

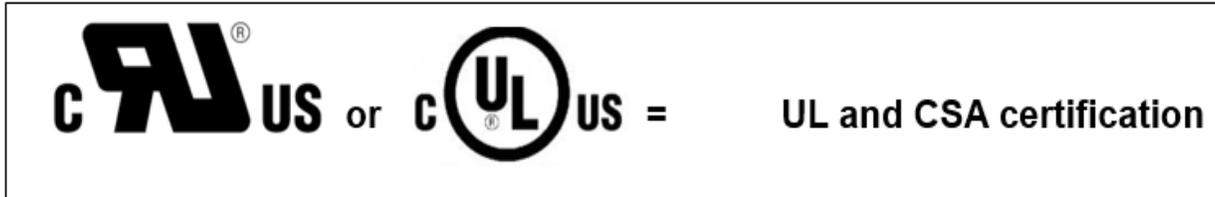
# Agenda

## Kontakte & Kontaktoberflächen

- Zusatz
  - Normen / Zulassungen



# Richtlinien UL, CSA, VDE, IEC



**Vereinigte  
Staaten**

**USA und  
Kanada**

**Kanada**

**Deutschland  
und EU**

- UL-Normen sind weltweit anerkannt und oft auch in Asien verpflichtend gefordert

- Für Europa gelten die Normen IEC, EN und VDE.

- EU-Hersteller, die weltweit handel, müssen UL-Standards entsprechen

- Für andere Länder gibt es weitere Standards

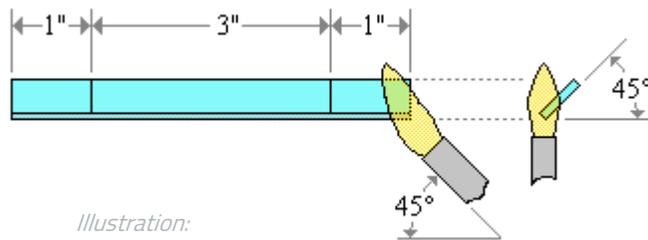
Logos are registered trademarks of their respective owners: [www.ul.com](http://www.ul.com), [www.csagroup.org](http://www.csagroup.org), [www.vde.com](http://www.vde.com), [www.iec.ch](http://www.iec.ch).

# Richtlinien UL94

- UL94 Entflammbarkeitsklassifizierung für Kunststoffe

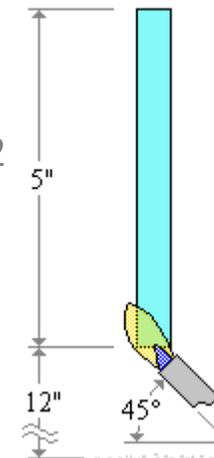
Es gibt verschiedene Klassifizierungen und Testroutinen

Horizontal  
burning  
UL94-HB



*Illustration:*  
[www.ul.com](http://www.ul.com)

vertical burning  
UL94-V0 / 1 / 2



*Illustration:*  
[www.ul.com](http://www.ul.com)

- Die Testmethoden von UL94 wurden vollständig übernommen in: IEC / DIN EN 60695-11-10 / -20th und CAN / CSA C 22.2 No.017

# Richtlinien UL94

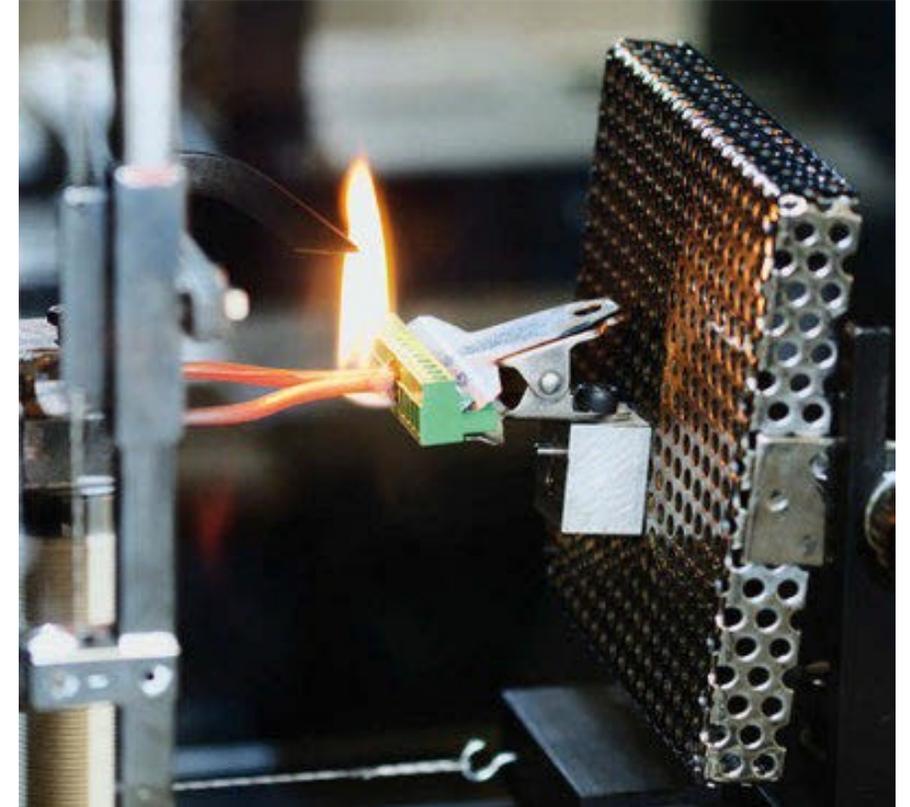
- UL94 Entflammbarkeitsklassifizierung für Kunststoffe
  - V0: selbstverlöschend bis spätestens 10sec, brennende Tropfen sind nicht zulässig, nachglimmen max. 30sec. / keine Entzündung der Baumwolle unter Prüfling
  - V1: selbstverlöschend bis spätestens 30sec, brennende Tropfen sind nicht zulässig, nachglimmen max. 60sec. / keine Entzündung der Baumwolle unter Prüfling
  - V2: selbstverlöschend bis spätestens 30sec, brennende Tropfen sind zulässig/ Entzündung der Baumwolle unter Prüfling gestattet
  - HB: Brenngeschwindigkeit max. 75mm/min (1. Messmarken auf Prüfling innerhalb 1. Minute) / Verbrennen muss aufhören bis 2. Messmarke)

## Richtlinien Glow-Wire-Test (GWT)

### Glow Wire ist eine **Betriebssicherheitsprüfung** **(Glühdrahtprüfung)**

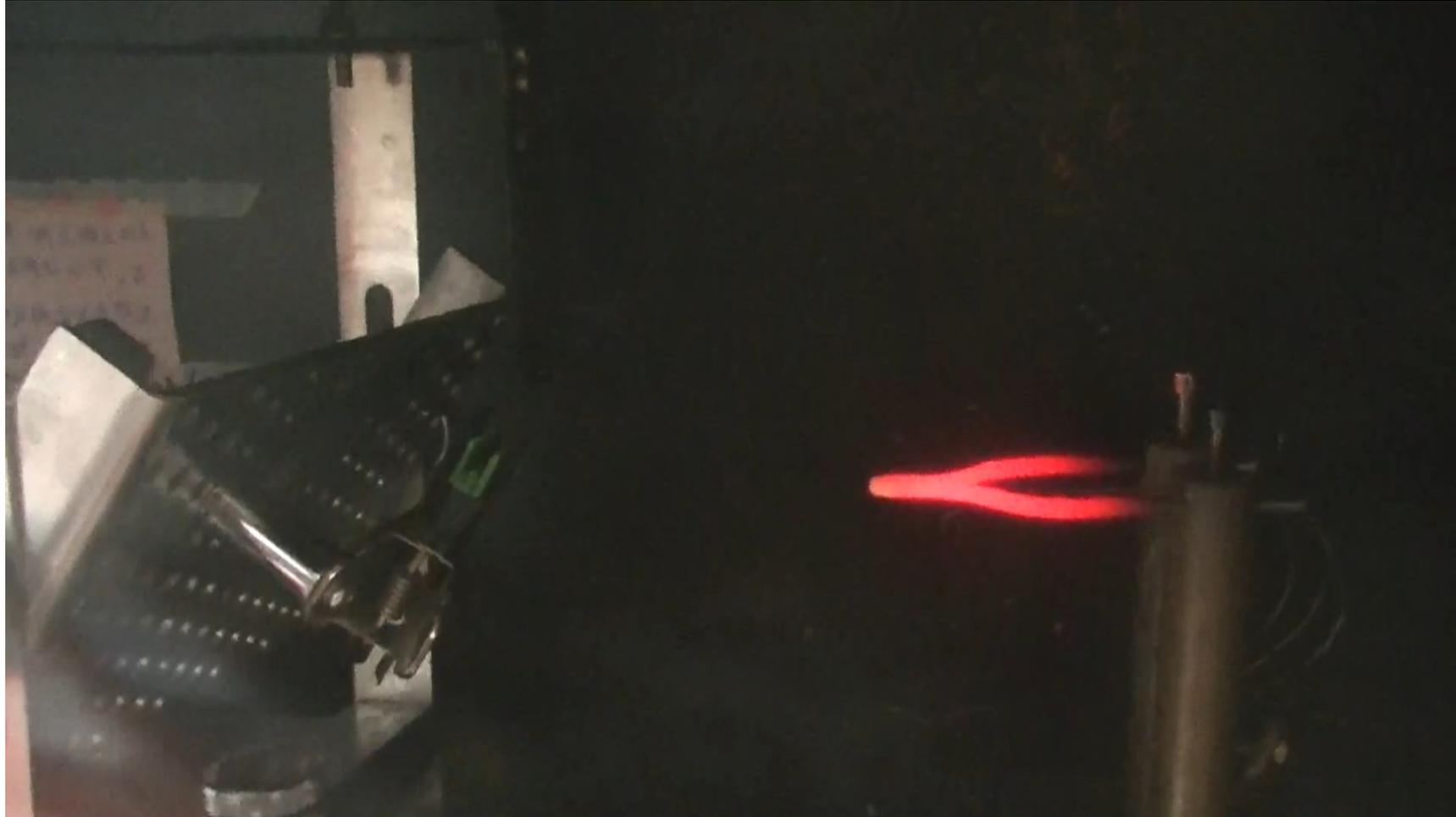
GWT testet die Entflammbarkeit mit einem glühenden (heißen) Draht

- GWT hauptsächlich erforderlich für "**weiße Ware**" (unbeaufsichtigte Geräte in Privathaushalten)
- IEC (60127-6) Glow Wire Test
- Ab  $I = 0,2A$



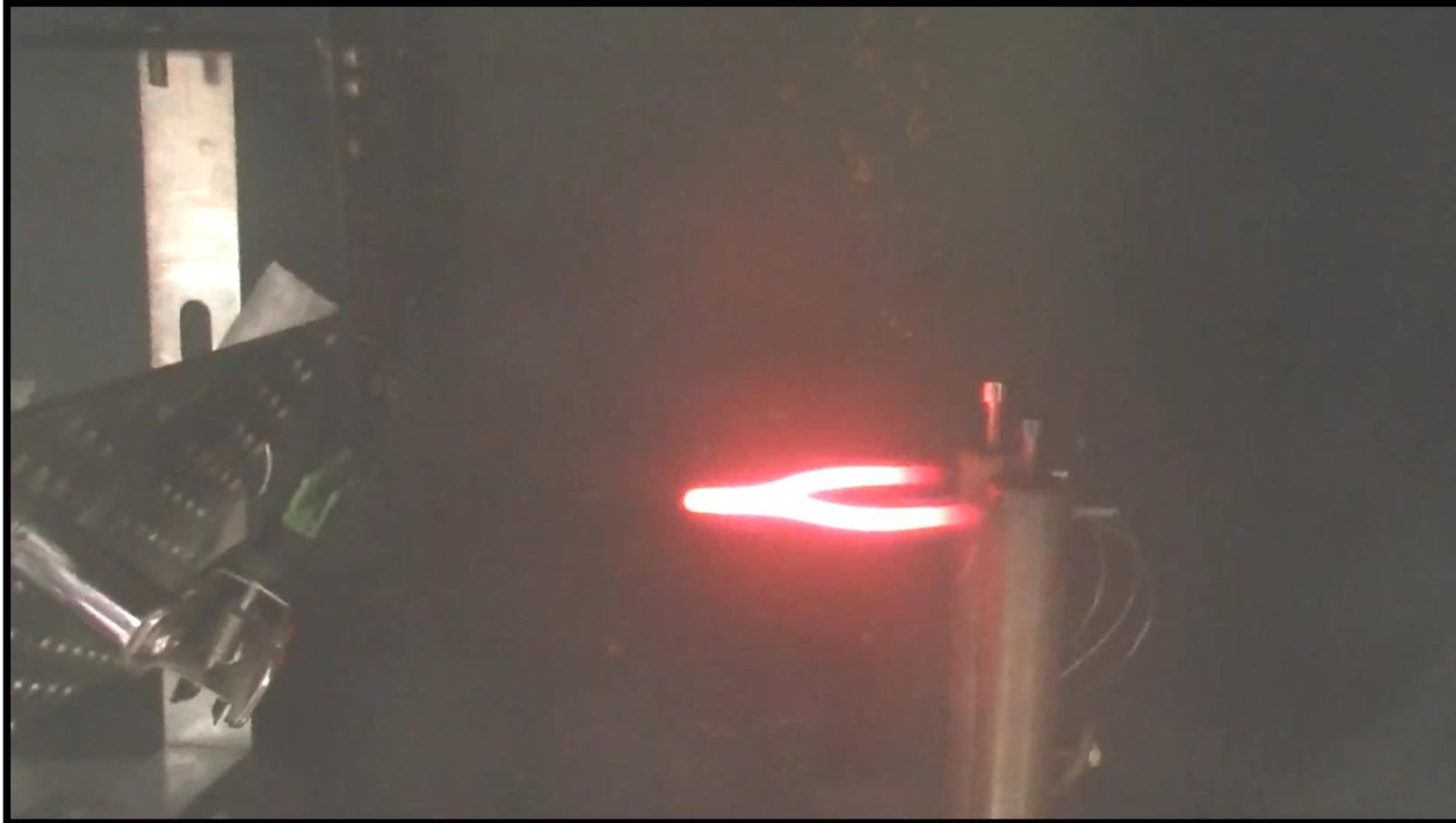
# Richtlinien Glow-Wire-Test (GWT)

WE Produkt



# Richtlinien Glow-Wire-Test (GWT)

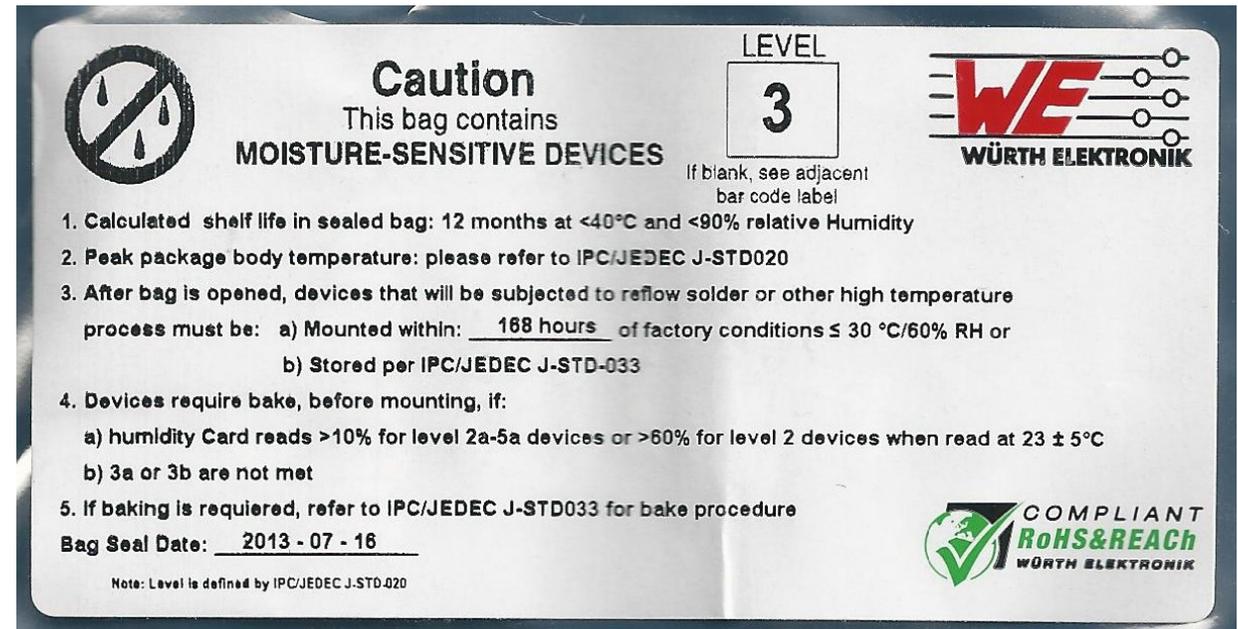
Marktbegleiter



# Moisture Sensitive Components (MSL)

- MSL (Moisture Sensitivity Level):

Schwellwert	Zeitspanne	Bedingungen
MSL1	unbegrenzt	30 ° C / 85% RH
MSL2	1 Jahr	30 ° C / 60% RH
MSL2a	4 Wochen	30 ° C / 60% RH
MSL3	168 Stunden	30 ° C / 60% RH
MSL4	72 Stunden	30 ° C / 60% RH
MSL5	48 Stunden	30 ° C / 60% RH
MSL5a	24 Stunden	30 ° C / 60% RH
MSL6	Zeit lt. Label	30 ° C / 60% RH





VIELEN DANK

