



Leiterplatten Anschlussstechnik

Technologien

Technische Daten

Herstellungsverfahren

# 1- Verfügbare Technologien Leiterplatten Anschlusstechnik

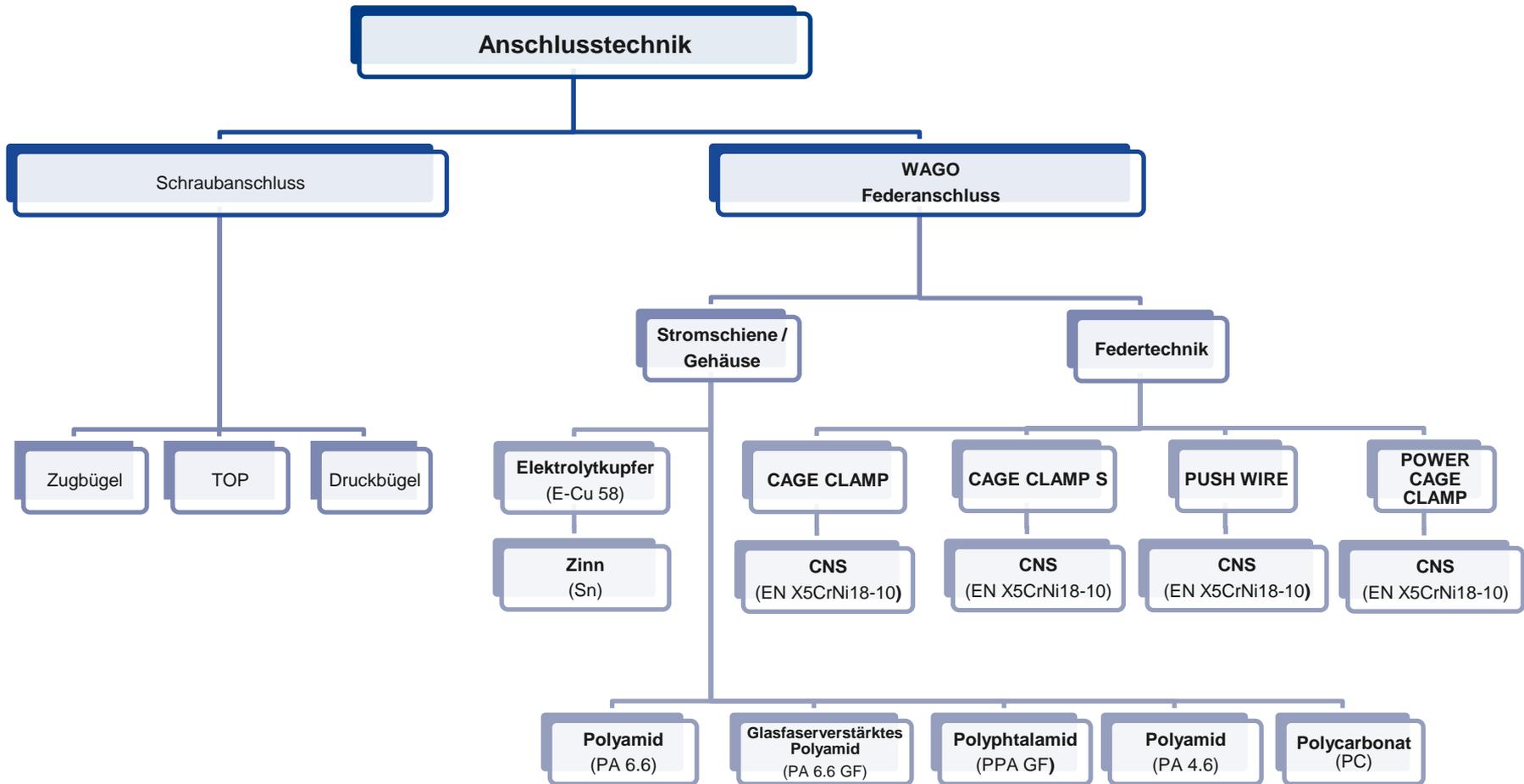
2- Charakteristika Schraubklemme vs. WAGO Federklemme

3- Herstellungsverfahren / Prozessschritte in Übersicht

4- Technische Daten / Signalverarbeitung von Kleinströmen-/ Spannung

5- Überblick Prüfungen / Prüfverfahren und WAGO Qualitätsanspruch

# Verfügbare Technologien Anschlussstechnik



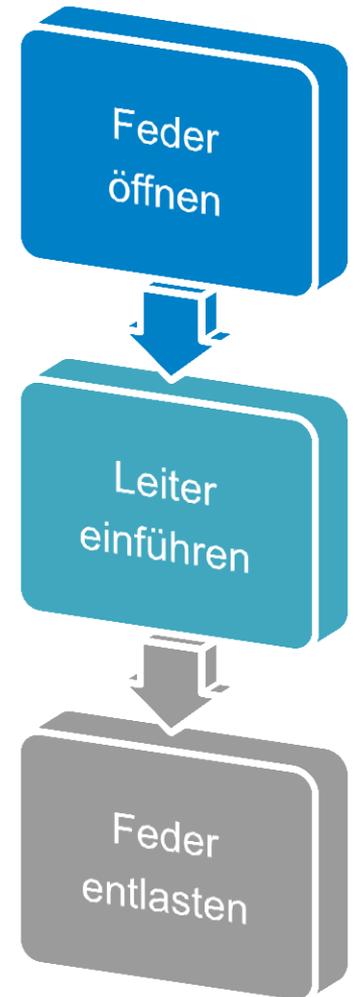
# Anschlussstechnik im Überblick

## CAGE CLAMP (Käfigzugfeder)

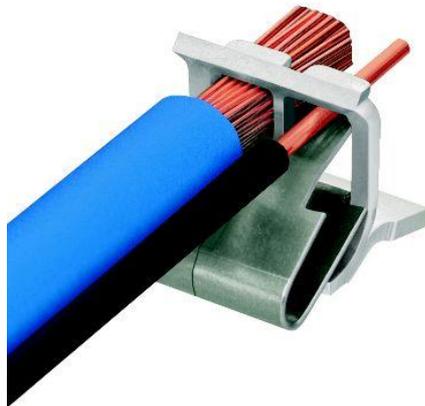


Der Universalanschluss für:

- Eindrätige
- Mehrdrätige
- Feindrätige Leiter



## Push-In CAGE CLAMP (Käfigzugfeder „SPECIAL“)

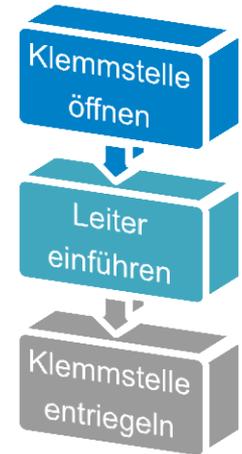


# Anschlussstechnik im Überblick

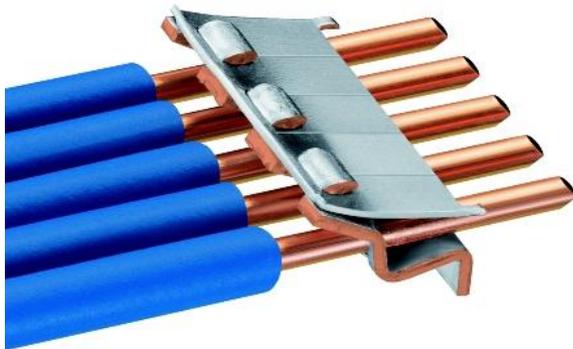
## POWER CAGE CLAMP



- Der Universalanschluss für Leiter über 35 mm<sup>2</sup>
- Zum öffnen der Klemmstelle mit Innensechskantschlüssel gegen den Uhrzeiger drehen
- Leiter einführen
- Durch weiteren kurzen linksdreh Dreh Sperre entriegeln

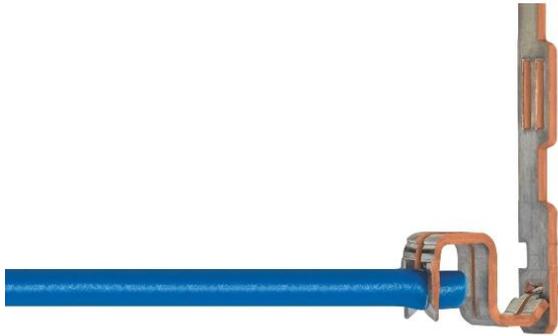


## PUSH WIRE



# Anschlussstechnik im Überblick

## FIT CLAMP



- Eignet sich für alle Leiterarten
- Kontaktierung ohne Abisolieren des Leiters
- Kontaktierung durch Kontaktkabel
- Bei Umverdrahtung muss das letzte Ende des Leiters abgeschnitten werden
- Zeitvorteil vor allem bei Serienfertigung
- Geringer zulässiger Nennstrom mit vergleichbaren Feder- bzw. Schraubklemmen

1- Verfügbare Technologien Leiterplatten Anschlussstechnik

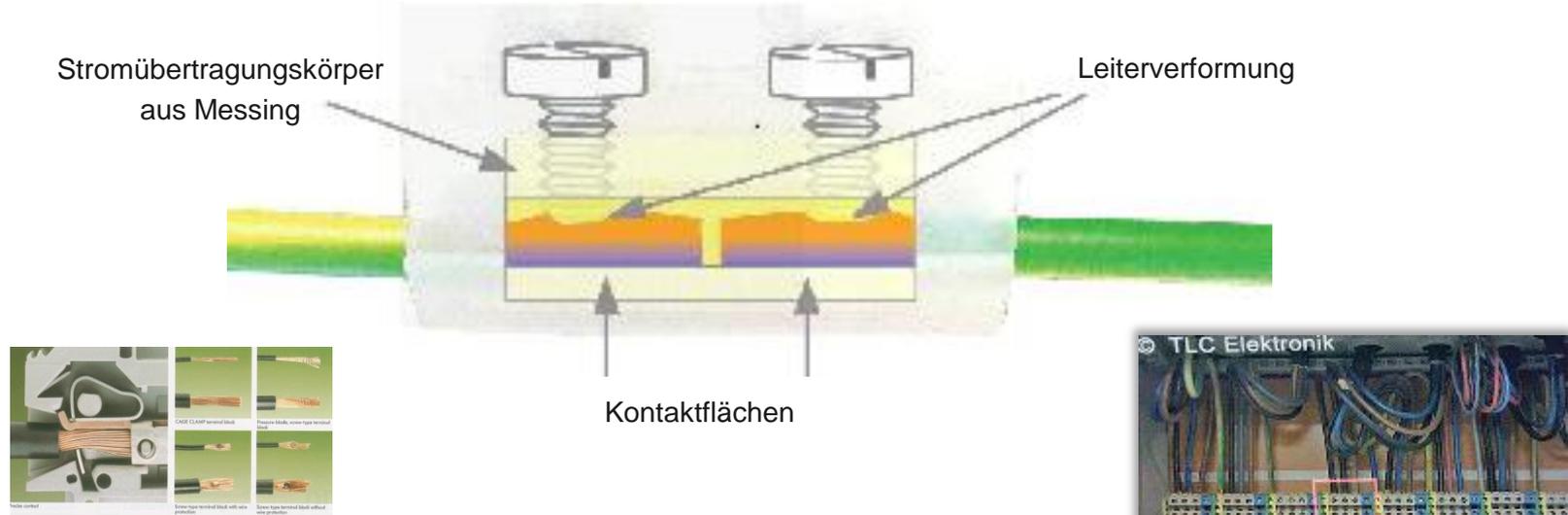
**2- Charakteristika Schraubklemme vs. WAGO Federklemme**

3- Herstellungsverfahren / Prozessschritte in Übersicht

4- Technische Daten / Signalverarbeitung von Kleinströmen-/ Spannung

5- Überblick Prüfungen / Prüfverfahren und WAGO Qualitätsanspruch

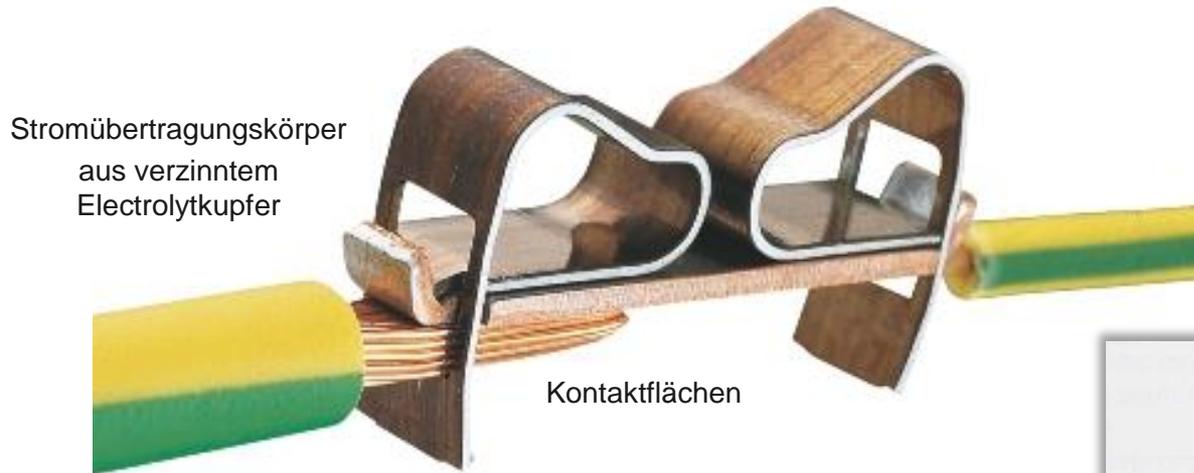
# Charakteristische Eigenschaften der Schraubklemme



## Kein konstanter und definierter Kontaktdruck durch Schraube möglich

- Bei zu starkem Anziehen der Schraube kommt es zum „Kaltfluss“
  - → Anzugsdrehmoment vom Hersteller beachten!
- Übergangswiderstände erhöhen sich
- Kontaktstelle erwärmt sich unzulässig
- Stark verstärkt durch Vibration
  - Gegenmaßnahme: Regelmäßiges nachziehen der Klemmverbindung
  - Gegenmaßnahme: Verwendung von Aderendhülsen, dadurch Verringerung der Fließeigenschaften vom Kupfer

# Charakteristische Eigenschaften der WAGO Federklemme



## Konstanter und definierter Kontaktdruck durch Feder möglich!

- Konstante Kontaktkraft durch elastische Feder
  - Geringere Übergangswiderstände
  - Deutlich verbesserte Eigenschaften bei Vibration
  - Lediglich Strom abhängige Erwärmung der Klemmstelle
  - Deutlich geringerer Verdrahtungsaufwand
    - Keine Vorbehandlung des Leiters erforderlich, z.B. durch Aufcrimpen
  - Leiterquerschnittsbereich von 0,08 mm<sup>2</sup> bis 95 mm<sup>2</sup>
  - Schnelle Inbetriebnahme, kein Wartungsaufwand
- **Gasdichte Verbindung** durch definierte Kontaktzone und konstant hohem Kontaktdruck



1- Verfügbare Technologien Leiterplatten Anschlussstechnik

2- Charakteristika Schraubklemme vs. WAGO Federklemme

**3- Herstellungsverfahren / Prozessschritte in Übersicht**

4- Technische Daten / Signalverarbeitung von Kleinströmen-/ Spannung

5- Überblick Prüfungen / Prüfverfahren und WAGO Qualitätsanspruch

# Fertigungsprozesse einer Federklemme

Gehäuse

Stromschiene

Feder



Anlieferung  
Granulat

Qualitätskontrolle auf

- Körnung
- Feuchtegehalt
- Materialzusammensetzung
- Chargenfreigabe durch QS



Spritzerei

Qualitätskontrolle auf

- Gehäuseform/-Abmessungen
- Saubere Kanten
- Materialzusammensetzung
- Chargenfreigabe durch QS
- Rastverhalten

# Fertigungsprozesse einer Federklemme

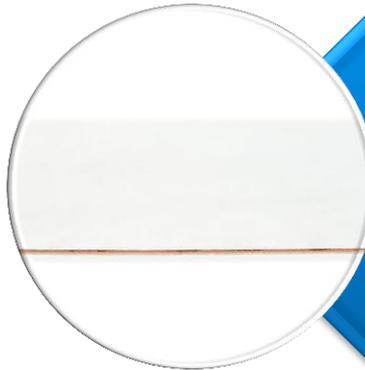
Gehäuse

Stromschiene

Feder

Qualitätskontrolle auf

- Zinnschichtdicke
- Reinheitsgehalt Kupfer
- Dehnungseigenschaften



Anlieferung  
Kupferband  
(verzinkt)

Qualitätskontrolle auf

- Biegeradien (AOI)
- Geometrie



Stanzerei

# Fertigungsprozesse einer Federklemme

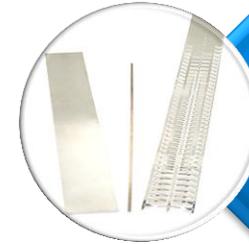
Gehäuse

Stromschiene

Feder

**Qualitätskontrolle** auf

- Reinheitsgehalt Kupfer
- Materialprüfungen



CrNi-  
Federstahl

**Qualitätskontrolle** auf

- Biegeradien Stahlfeder



Stanzerei

**Qualitätskontrolle** auf

- Elastizitätsprüfungen



Tempern

# Fertigungsprozesse einer Federklemme

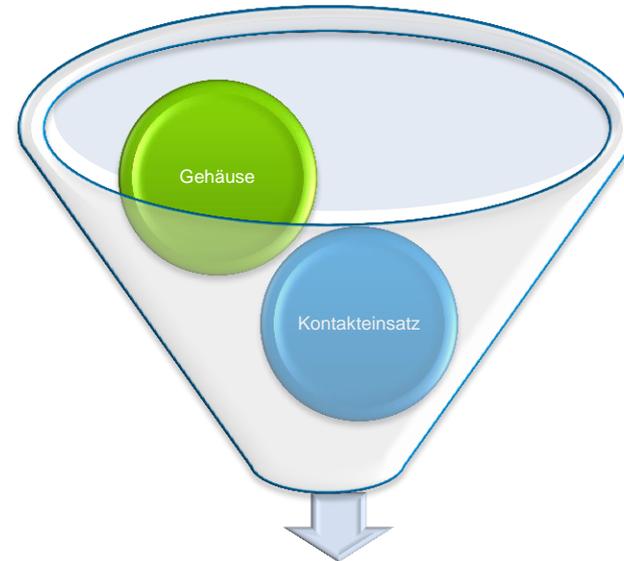
Gehäuse

Stromschiene

Feder

**Qualitätskontrolle auf**

- Passgenauigkeit
- Kontaktübergang



Zusammenverführung  
Von Stromschiene und Feder

→ **Kontakteinsatz**

# Fertigungsprozesse einer Federklemme

Gehäuse

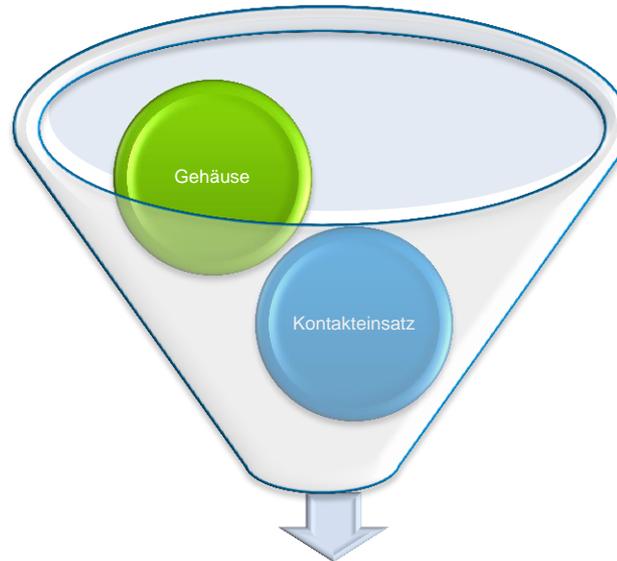
Stromschiene

Feder

→ Kontakteinsatz

Qualitätskontrolle auf

- Optische Inspektion
- Freigabe durch Qualitätssicherung



Zusammenverführung  
Von Kontakteinsatz und Gehäuse

1- Verfügbare Technologien Leiterplatten Anschlussstechnik

2- Charakteristika Schraubklemme vs. WAGO Federklemme

3- Herstellungsverfahren / Prozessschritte in Übersicht

4- **Technische Daten / Signalverarbeitung von Kleinströmen-/ Spannung**

5- Überblick Prüfungen / Prüfverfahren und WAGO Qualitätsanspruch

# Technische Daten

## Der ruhende Kontakt

Definition: ein elektrischer Kontakt ist die Berührung zweier elektrischer Leiter (meiste Metalle), durch die Strom fließt.

# Lösbbare Kontakte

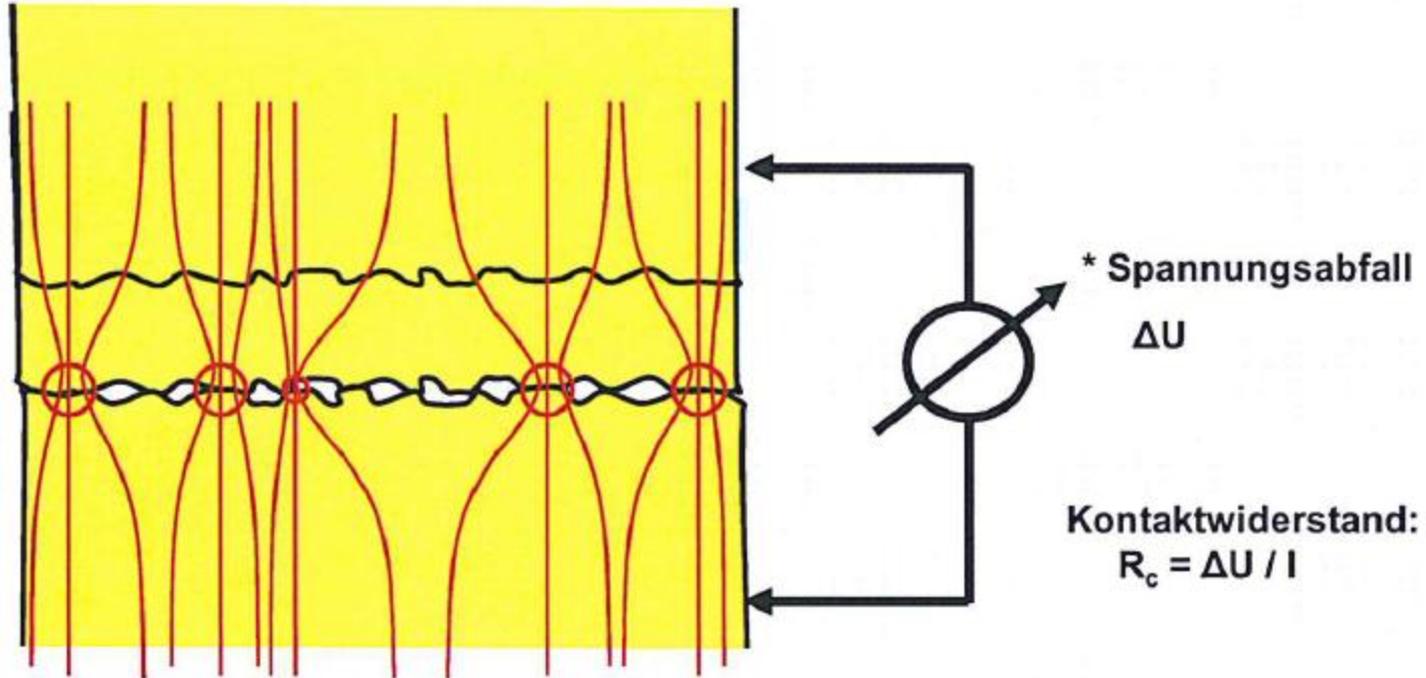
Es berühren sich zwei Oberflächen

Alle Oberflächen sind rau

Oberflächen können mit Korrosionsschichten bedeckt sein

# Technische Daten

## Der ruhende Kontakt

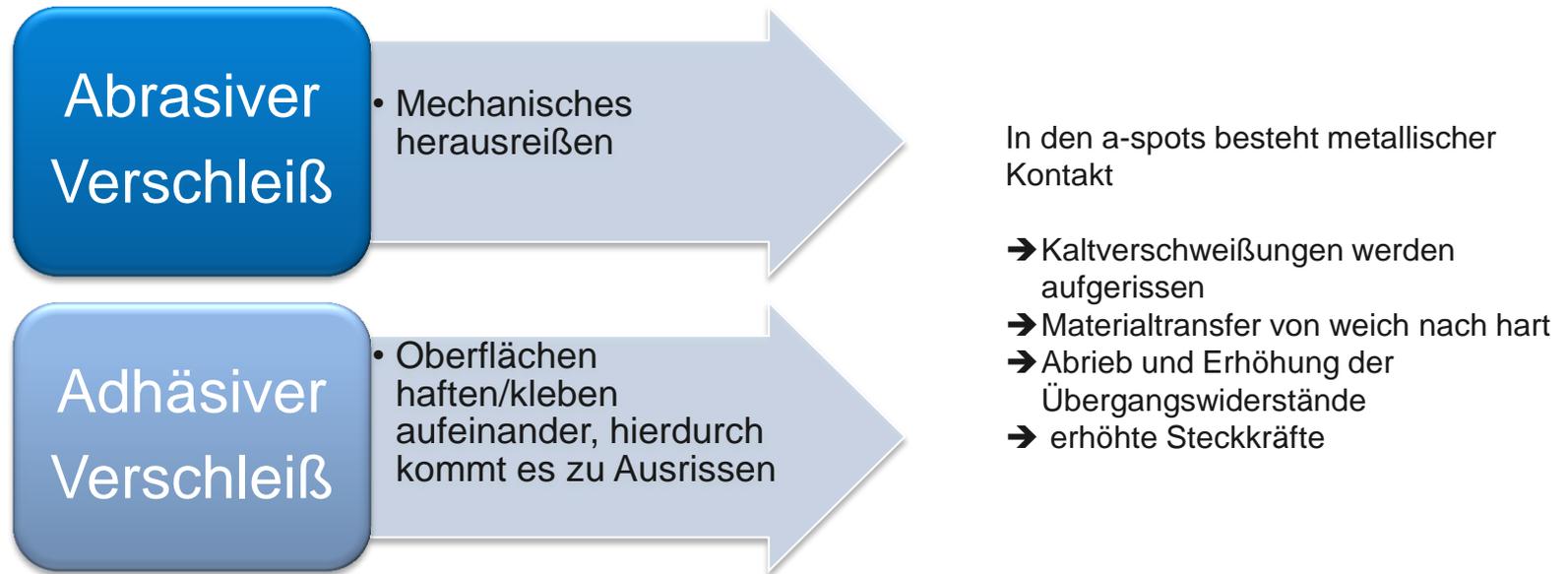


→ Durch hohen und konstanten Kontaktdruck auf eine definierte Fläche stabile Übergangswiderstände (a-spots ~ 10  $\mu\text{m}$ )

# Technische Daten

## Der gleitende (reibende) Kontakt

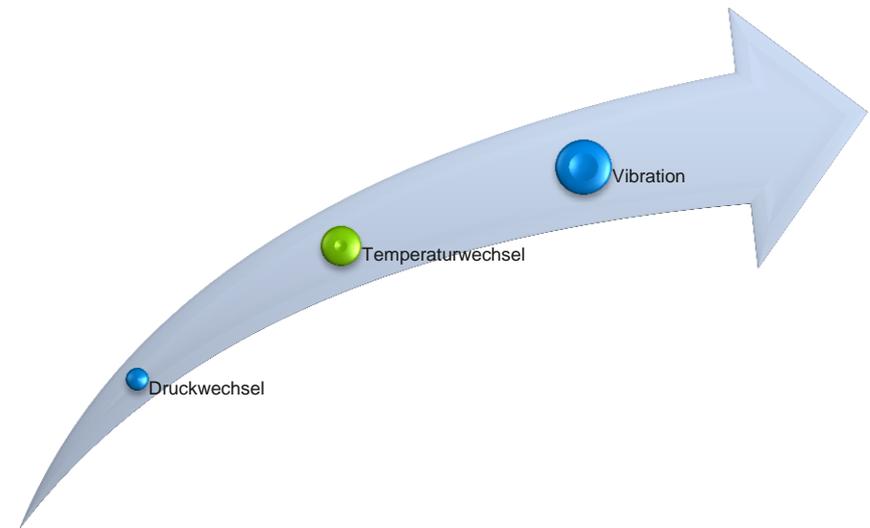
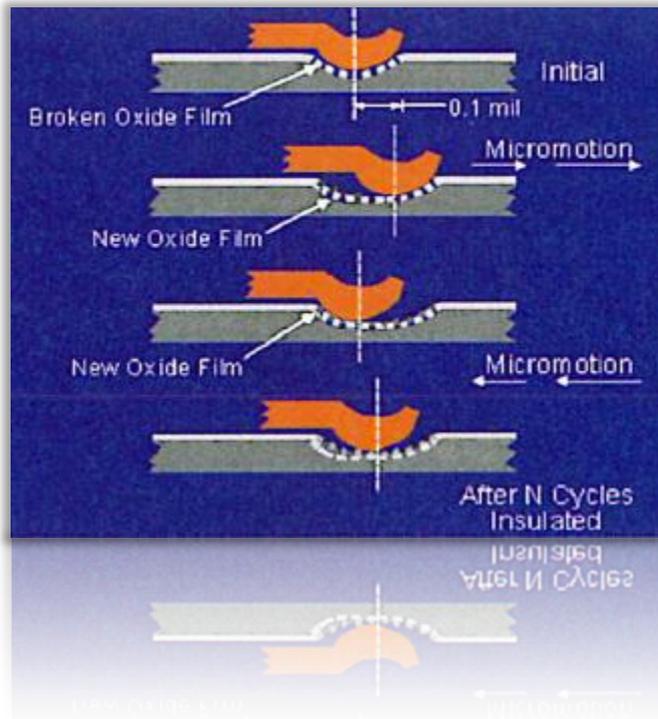
Definition: ein elektrischer Kontakt ist die Berührung zweier elektrischer Leiter (meiste Metalle), durch die Strom fließt.



# Technische Daten

## Reibkorrosion / Reiboxidation (Fretting)

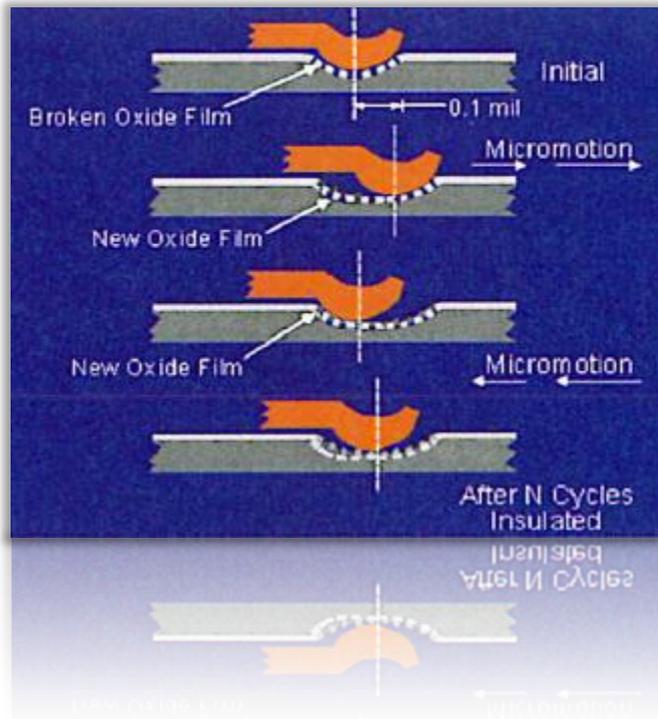
→ Bewegung im Steckverbinder führt zu Schädigungen



# Technische Daten

## Reibkorrosion / Reiboxidation (Fretting)

→ Bewegung im Steckverbinder führt zu Schädigungen



Was tun gegen Fretting...?

→ Edelmetall Schichten (Gold, ...)

→ Keine Oxidschichten

→ Große und feste metallische Verbindungen

→ Zinn: weiches Metall, wird aber durch eine sehr harte Oxidschicht geschützt. Bei Kontaktabgabe bei großer und konstanter Kontaktkraft wird die Oxidschicht durchbrochen und kaltverschweißte a-spots entstehen

**Keine unsymmetrischen Kontaktpaarungen verwenden**

# Signalverarbeitung von Kleinströmen/-Spannungen

Generelle Empfehlung:

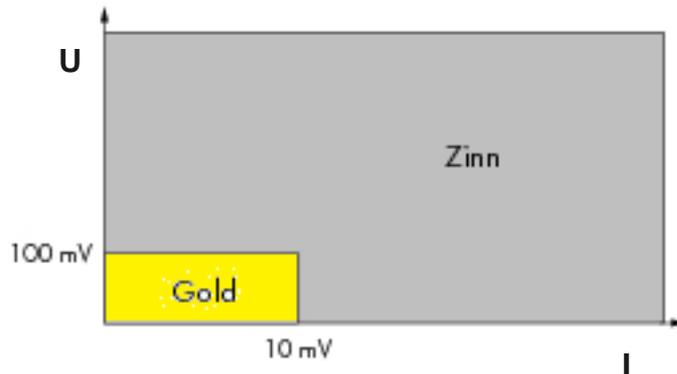


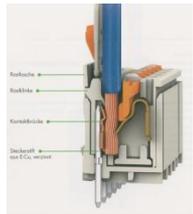
Abb.: Oberflächenauswahl unter besonderen Einsatzbedingungen



Die Notwendigkeit von Goldkontakten ist immer **applikationsabhängig** und **nicht** als generelle Notwendigkeit im Bereich der Signalverarbeitung anzusehen!

Notwendigkeit für Zinn als Kontaktmaterial bei kleinen Messsignalen:

- ➔ Konstant kleine Übergangswiderstände (Industriestandard 20mΩ), zuzüglich Umweltbelastung
- ➔ Kontaktnormalkräfte bei Gold (0,4 N) kleiner als bei Zinn (2 N)
- ➔ Steck- und Ziehkräfte bei Goldkontakt geringer

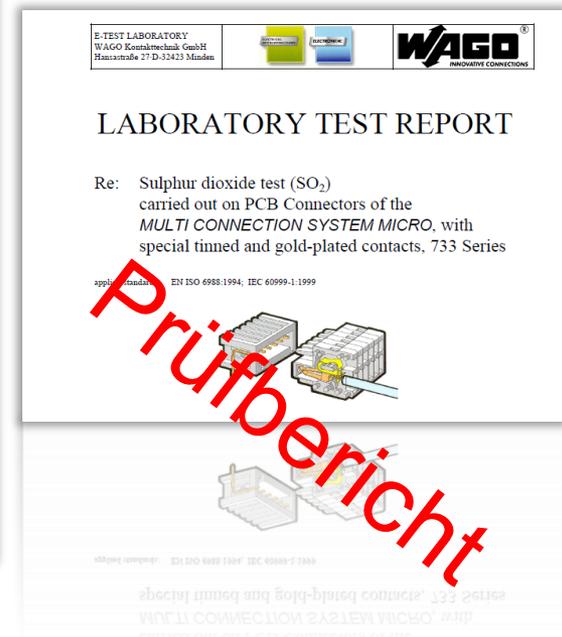
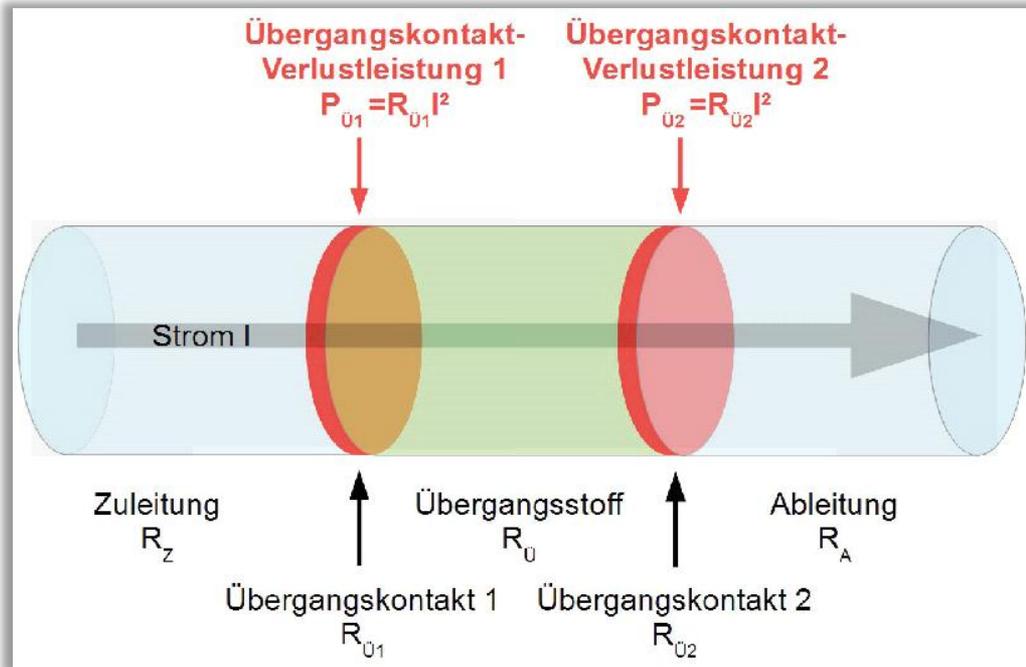


A small table with technical specifications, likely contact resistance or force data. The table has multiple columns and rows of data, but the text is too small to read accurately.



# Signalverarbeitung von Kleinströmen/-Spannungen

WAGO Prüfberichte / Auswertung:



Für Steckverbinder gilt:

$R_{\dot{U}1}$  = Übergangswiderstand Leiter zu Klemmstelle

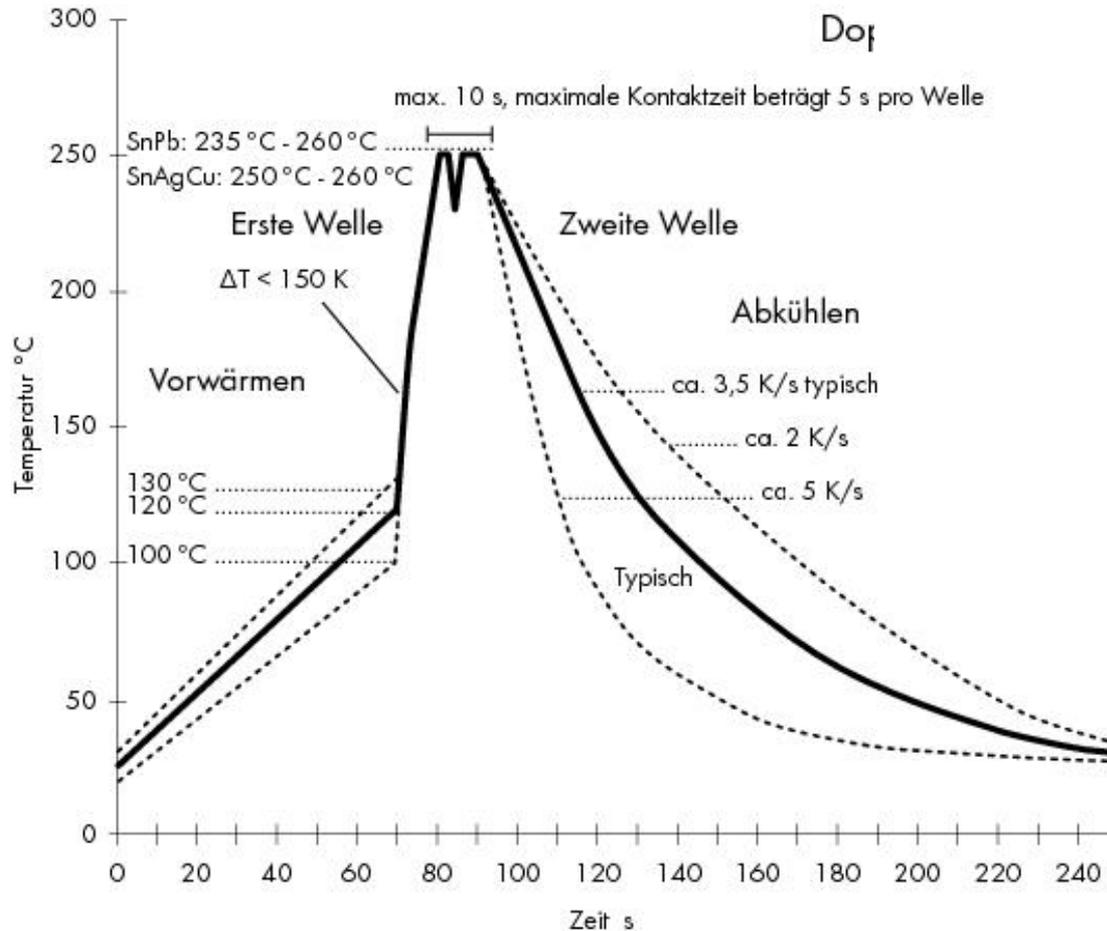
$R_{\dot{U}2}$  = Übergangswiderstand Stift- zu Federleiste (Tulpenkontakt)

➔ Definition von Prüfkriterien notwendig um die Notwendigkeit von Gold nachzuweisen oder nicht!



# Technische Daten

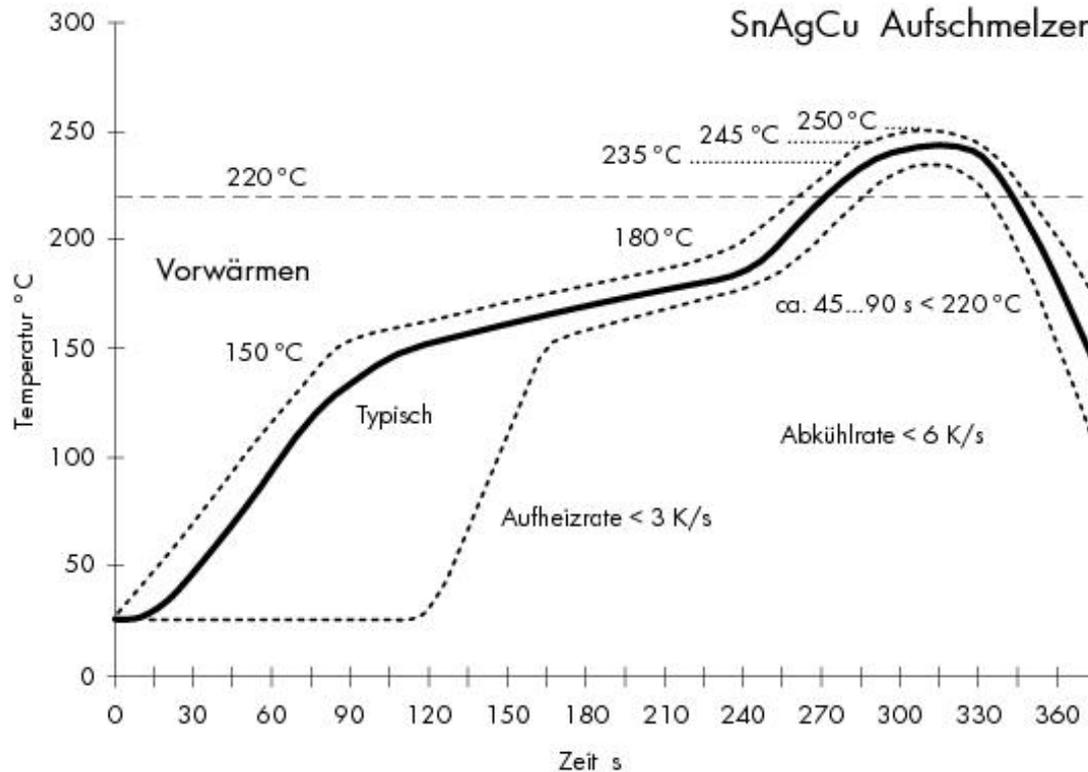
## Wellen-Lötverfahren:



-WAGO THR/SMD  
 Leiterplattenklemmen und  
 Steckverbinder besitzen ein  
 hochtemperaturbeständiges  
 Isoliergehäuse  
 - In Anlehnung an die DIN EN 61760-1  
 bzw. DIN EN 60068-2-58

# Technische Daten

Reflow-Lötverfahren:



-Alle WAGO-Leiterplattenklemmen und  
-Steckverbinder entsprechen der  
aktuellen Richtlinie 2011/65/EU vom  
08.06.11 RoHS-konform  
- In Anlehnung an die DIN EN 61760-1

RoHS ✓  
Compliant



# Anschluss von Aluminiumleitern

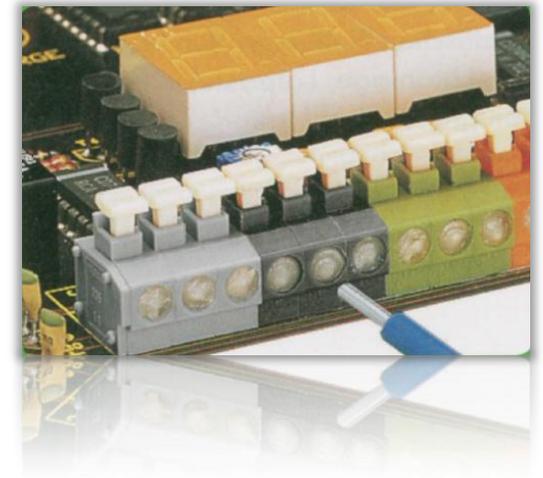
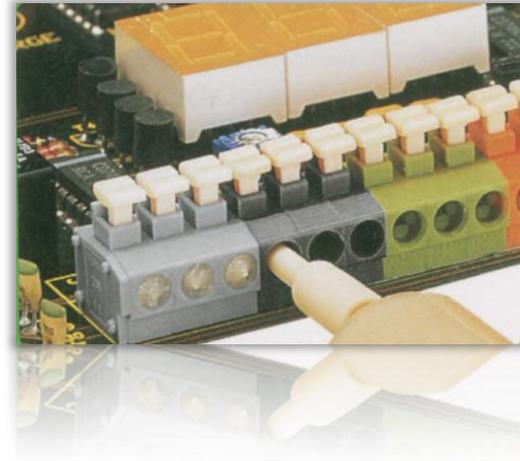
## Sicheres verdrahten von Aluminiumleitern (Al) bis 4 mm<sup>2</sup>

→ Bei Verwendung von Al bis 4 mm<sup>2</sup> ist die Verwendung von Alu-Plus-Kontaktpaste für das sichere verdrahten eindrätiger Al notwendig!



→ Nennströme müssen angepasst werden Aufgrund geringerer Leitfähigkeit

→ Aufbringen von Alu-Kontaktpaste im Vorfeld auf Kundenwunsch möglich



1- Verfügbare Technologien Leiterplatten Anschlussstechnik

2- Charakteristika Schraubklemme vs. WAGO Federklemme

3- Herstellungsverfahren / Prozessschritte in Übersicht

4- Technische Daten / Signalverarbeitung von Kleinströmen-/ Spannung

**5- Überblick Prüfungen / Prüfverfahren und WAGO Qualitätsanspruch**

# Überblick Prüfungen und Prüfverfahren

Prüfungen und Prüfverfahren gemäß IEC-/EN-Standards:

Alle WAGO-Produkte erfüllen die Anforderungen an folgende **mechanische** Tests:

## Zugprüfung

IEC/EN 60947-7-1  
IEC/EN 60998-2-2  
IEC/EN 60999-1

- Simulation der mechanischen Beanspruchung der Klemmstelle, z.B. während der Montage

## Rüttel-/ Schwingungsprüfung

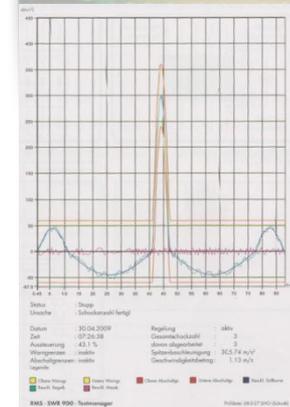
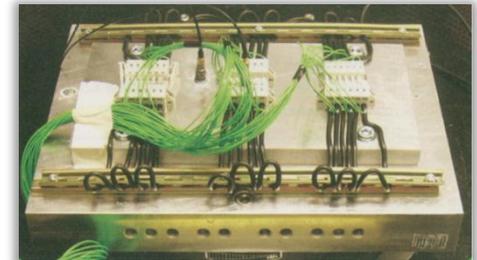
IEC/EN 60028-2-6  
IEC/EN 61373

- Test zur Beeinflussung des elektrischen Anschlusses durch dauerhafte Vibration

## Schockprüfung

IEC/EN 60068-2-27  
IEC/EN 61373

- Test zur Beeinflussung des elektrischen Anschlusses durch schockartige Beschleunigung



- Kundenspezifische Anforderungsprofile werden zusätzlich geprüft
- Akkreditiertes Prüflabor gemäß DIN EN ISO/IEC 17025

# Überblick Prüfungen und Prüfverfahren

Prüfungen und Prüfverfahren gemäß IEC-/EN-Standards:

Alle WAGO-Produkte erfüllen die Anforderungen an folgende **elektrische** Tests:

<b>Erwärmungsprüfung</b> IEC/EN 61984 IEC/EN 60947-7-1	• Untersuchung des Klemmanschlusses als Ganzes
<b>Strombelastbarkeit</b> EN 60512-5-2	• Eigenerwärmung unter definierten Prüfbedingungen (Derating)
<b>Spannungsfallprüfung</b> IEC/EN 60947-7-1 IEC/EN 60999-1	• Nachweis zur Gasdichtigkeit der Klemmstelle durch Erschütterung, Temperaturwechsel, Industrieluft, Salznebel etc.
<b>Spannungsfestigkeitsprüfung mit Stehwechselfspannung</b> IEC/EN 60998-1	• Überprüfung der Kriechstrecken
<b>Bemessungsstoss-spannungsfestigkeit</b> IEC/EN 60664-1	• Überprüfung der Luftstrecken

→ Kundenspezifische Anforderungsprofile werden zusätzlich geprüft

→ Akkreditiertes Prüflabor gemäß DIN EN ISO/IEC 17025

# Überblick Prüfungen und Prüfverfahren

Prüfungen und Prüfverfahren gemäß IEC-/EN-Standards:

Alle WAGO-Produkte erfüllen die Anforderungen an folgende **Werkstofftests**:

## Prüfung mit der Nadelflamme

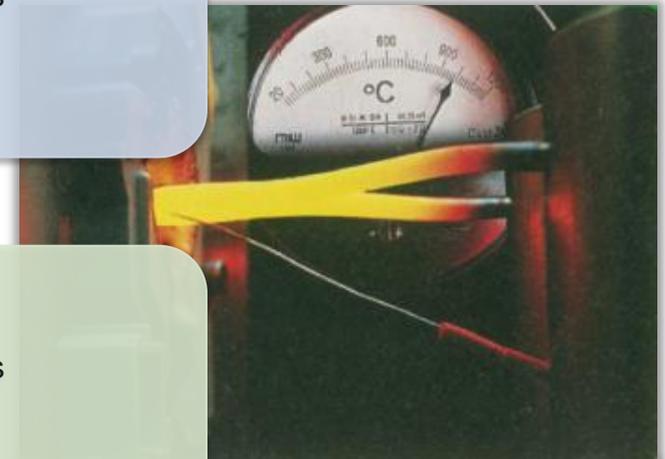
IEC/EN 60695-11-5

- Entflammbarkeit der Prüflings
- Verhalten beim Entflammen

## Glühdrahtprüfung

IEC/EN 60998-1  
IEC/EN 60695-2-11

- Entflammbarkeit der Prüflings
- Verhalten beim Entflammen



- Kundenspezifische Anforderungsprofile werden zusätzlich geprüft
- Akkreditiertes Prüflabor gemäß DIN EN ISO/IEC 17025

# Überblick Prüfungen und Prüfverfahren

Prüfungen und Prüfverfahren gemäß IEC-/EN-Standards:

Alle WAGO-Produkte erfüllen die Anforderungen an folgende **klimatischen** Tests:

## Temperaturwechsel

IEC/EN 60947-7-1  
IEC/EN 60998-2-2

- Verhalten des Spannungsfall bei Temperaturwechselwechsel

## Industriatmosphären

IEC/EN 60068-2-42  
IEC/EN 60068-2-60  
EN ISO 6988

- Verhalten des Spannungsfall unter Schadgasatmosphäre

## Salznebel

IEC/EN 60068-2-11

- Auslagerung bei 90%-95% Luftfeuchte, bis zu 4 Wochen

## Rascher Temperaturwechsel

IEC/EN 60068-2-14

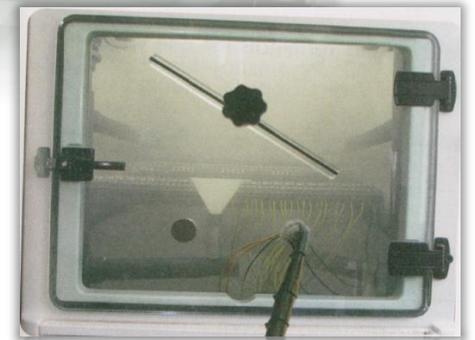
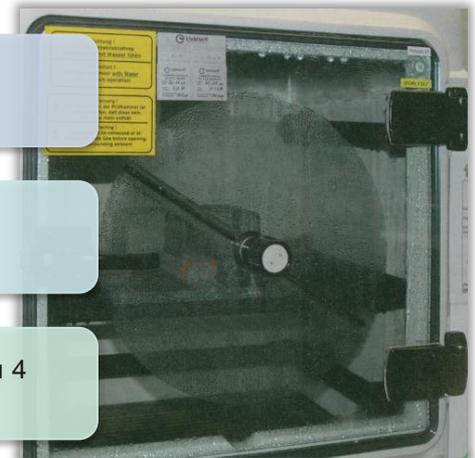
- Verhalten des Spannungsverhalten bei abrupten Temperaturwechseln

## Feuchte Wärme

IEC/EN 60068-2-30

- Auslagerung bei 40°C und 95% Luftfeuchte

- Kundenspezifische Anforderungsprofile werden zusätzlich geprüft
- Akkreditiertes Prüflabor gemäß DIN EN ISO/IEC 17025



# Überblick Prüfungen und Prüfverfahren

Prüfungen und Prüfverfahren gemäß UL-Standards:

Alle WAGO-Produkte erfüllen die Anforderungen an folgende Prüfverfahren gemäß  
**UL Standards:**

<b>Zugprüfung</b> UL 1059 UL 486 E	<ul style="list-style-type: none"><li>• Simulation der mechanischen Beanspruchung der Klemmstelle, z.B. während der Montage</li></ul>
<b>Heat Cycling Test</b> UL 1059 UL 486 E	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verhalten des Spannungsfall bei Temperaturwechselwechsel</li></ul>
<b>Conditioning</b> UL 1059	<ul style="list-style-type: none"><li>• Statische Erwärmungsprüfung mit max. Bemessungsquerschnitt</li></ul>
<b>Entflammbarkeit</b> UL 94	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es wird die Fähigkeit eines Materials geprüft, nach Beflammung zu verlöschen</li></ul>

- Kundenspezifische Anforderungsprofile werden zusätzlich geprüft
- Akkreditiertes Prüflabor gemäß DIN EN ISO/IEC 17025

# Zulassungen/Normung

## Höhere UL-Bemessungsspannungen für Endgeräte mit WAGO-Anschlussklemmen

### Sachverhalt:

- Zulassung nach UL mit den relevanten Bemessungsdaten kann von hoher Bedeutung sein
- Bei einer Zulassung von z.B. 600 V UL müssen auch die Anschlusskomponenten die 600 V UL erfüllen
- Anschlusskomponenten häufig die einschränkenden Teile



### Warum ist das so?

- Zulassungen von Steckverbindern häufig für den europäischen Markt nach EN 61984
- Bemessungsspannungen werden ermittelt nach Luft- und Kriechstrecken Anforderung der EN 60664-1
- Für den amerikanischen Markt erfolgt die Zulassung nach UL 1059
- Höhere Anforderungen der UL 1059 an Luft- und Kriechstrecken als die 60664-1
- Daraus resultierend geringere Bemessungsdaten nach UL 1059 gegenüber der EN 60664-1 bei identischer Anschlusskomponente

# Zulassungen/Normung

## Höhere UL-Bemessungsspannungen für Endgeräte mit WAGO-Anschlussklemmen

Rastermaß	7,5 mm 0.295 in		
Bemessungsdaten nach	IEC/EN 60664-1		
Überspannungskategorie	III	III	II
Verschmutzungsgrad	3	2	2
Bemessungsspannung	500 V	630 V	1000 V
Bemessungsstoßspannung	6 kV	6 kV	6 kV
Nennstrom	16 A	16 A	16 A

Serie 2721  
RM 7,5mm



Rastermaß	7,5 mm 0.295 in		
Approbationsdaten nach	UL/CSA		
Usegroup UL 1059	B	C	D
Bemessungsspannung	300 V	300 V	300 V
Nennstrom UL	15 A	15 A	10 A
Nennstrom CSA	15 A	15 A	10 A

Bemessungsspannung nach IEC/EN:  
**500 V bis 1000 V**

Bemessungsspannung nach UL:  
**300 V**

### 2 Lösungsmöglichkeiten:

- Eine Endgerätezulassung nach UL 508 oder UL 508C
- Komponentenzulassung nach UL 1977  
(sofern dies in die Endgeräte-Vorschrift referenziert wird)

# Zulassungen/Normung

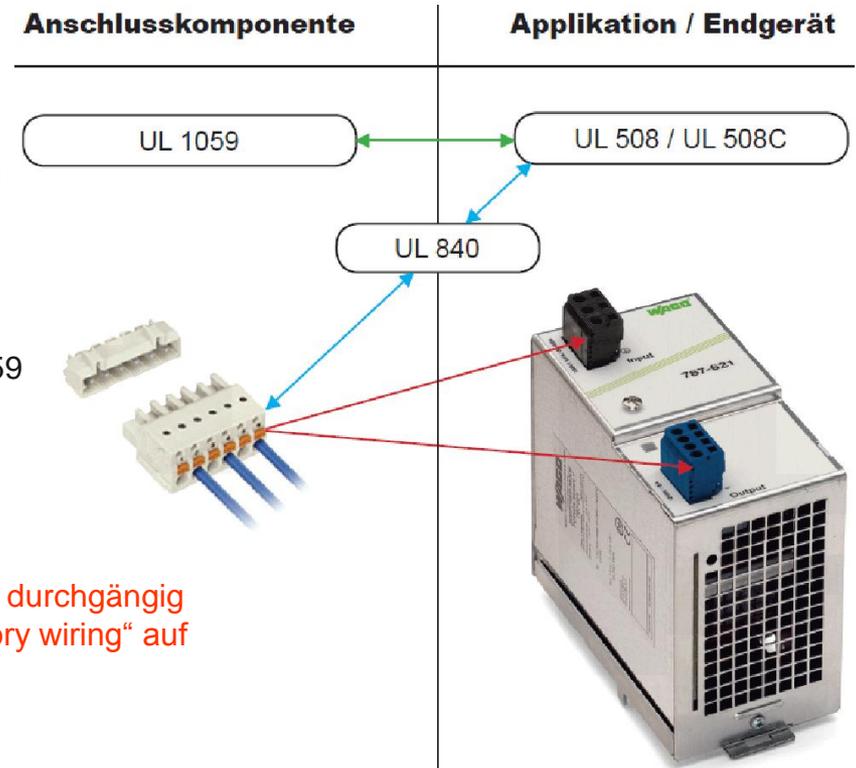
## Höhere UL-Bemessungsspannungen für Endgeräte mit WAGO-Anschlussklemmen

### Endgerätezulassung nach UL 508 oder UL 508C:

Grundvoraussetzung:

- Zulassung des Endgerätes nach UL 508 (Industrial Control Equipment) oder UL 508C (Power Conversion Equipment)
- Dadurch fällt auch die Anschlusskomponente unter die entsprechende Gerätenorm
- Da die UL 508 und UL 508C auf die UL 1059 referenziert, muss die Anschlusskomponente eine Zulassung nach UL 1059 aufweisen

WAGO-Anschlusskomponenten weisen nahezu durchgängig eine Zulassung nach UL 1059 für „Field & Factory wiring“ auf



- Durch die Zulassung nach UL 508 oder UL 508C des Endgerätes dürfen Endgerätehersteller die Luft- und Kriechstrecken alternativ nach UL 840 betrachten

# Zulassungen/Normung

## Höhere UL-Bemessungsspannungen für Endgeräte mit WAGO-Anschlussklemmen

### Endgerätezulassung nach UL 508 oder UL 508C:

Rastermaß	7,5 mm 0.295 in		
Bemessungsdaten nach	IEC/EN 60664-1		
Überspannungskategorie	III	III	II
Verschmutzungsgrad	3	2	2
Bemessungsspannung	500 V	630 V	1000 V
Bemessungsstoßspannung	6 kV	6 kV	6 kV
Nennstrom	16 A	16 A	16 A

Gleiche Anforderungen an Luft- und Kriechstrecken in der IEC 60664-1 und UL 840 (nicht für Verschmutzungsgrad 4)

Rastermaß	7,5 mm 0.295 in		
Bemessungsdaten nach	UL 840		
Überspannungskategorie	III	III	II
Verschmutzungsgrad	3	2	2
Bemessungsspannung	500 V	630 V	1000 V

### Fazit:

- ➔ WAGO- Anschlusskomponenten können unter Berücksichtigung der Überspannungskategorie und des Verschmutzungsgrades als Bestandteil eines Endgerätes nach UL 508 oder UL 508C genutzt werden
- ➔ Dadurch wird eine höhere UL-Bemessungsspannung für das Endgerät erzielt

# Zulassungen/Normung

## Höhere UL-Bemessungsspannungen für Endgeräte mit WAGO-Anschlussklemmen

### Komponentenzulassung nach UL 1977:

- Für alle weiteren Applikationen mit einer Werksverdrahtung („Factory wiring“) bietet einige WAGO-Anschlusskomponenten neben der UL 1059 eine Zulassung nach UL 1977
- UL 1977 geringere Anforderungen an Luft- und Kriechstrecken als UL 1059
- Dadurch höhere Bemessungsspannungen
  
- Allerdings..., Komponenten die nach UL 1977 zugelassen sind dürfen nicht für die Feldverdrahtung („Field wiring“) angewendet werden





**WE!**  
**INNOVATE!**

