



Leiterplatten Anschlussstechnik

Technologien

Technische Daten

Herstellungsverfahren

1- Verfügbare Technologien Leiterplatten Anschlusstechnik

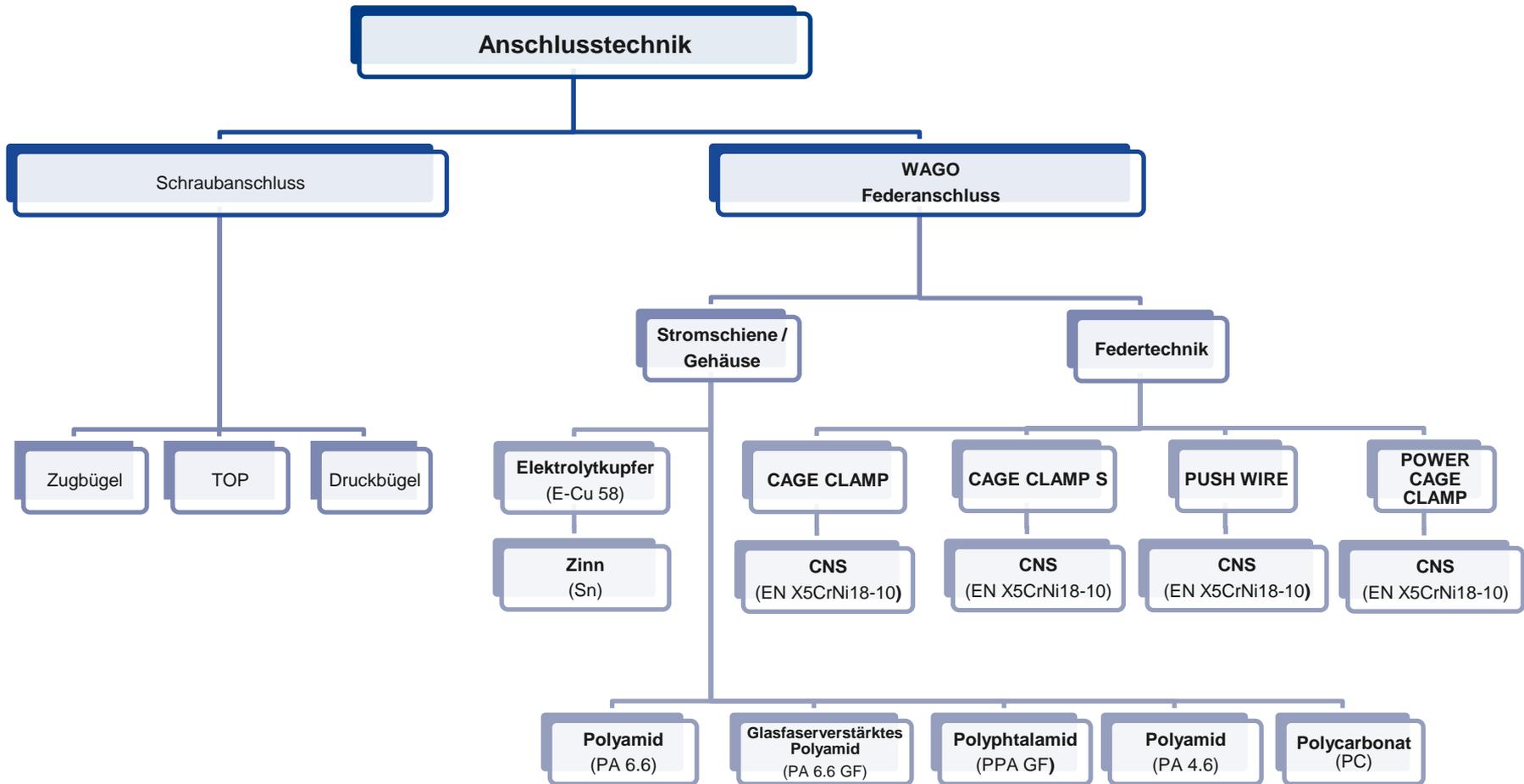
2- Charakteristika Schraubklemme vs. WAGO Federklemme

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

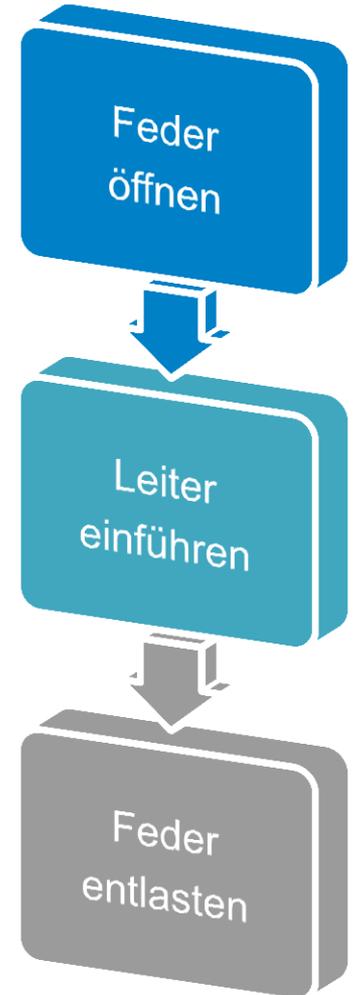
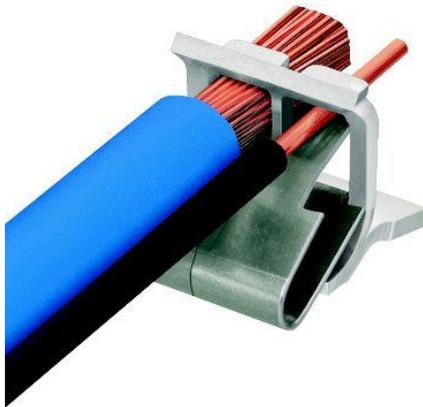
CAGE CLAMP (Käfigzugfeder)



Der Universalanschluss für:

- Eindrätige
- Mehrdrätige
- Feindrätige Leiter

Push-In CAGE CLAMP (Käfigzugfeder „SPECIAL“)

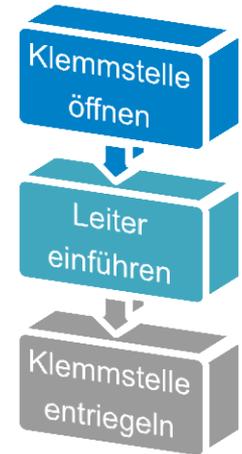


Anschlussstechnik im Überblick

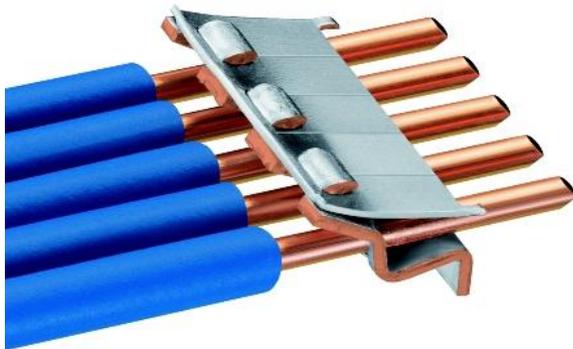
POWER CAGE CLAMP



- Der Universalanschluss für Leiter über 35 mm²
- Zum öffnen der Klemmstelle mit Innensechskantschlüssel gegen den Uhrzeiger drehen
- Leiter einführen
- Durch weiteren kurzen linksdreh Dreh Sperre entriegeln

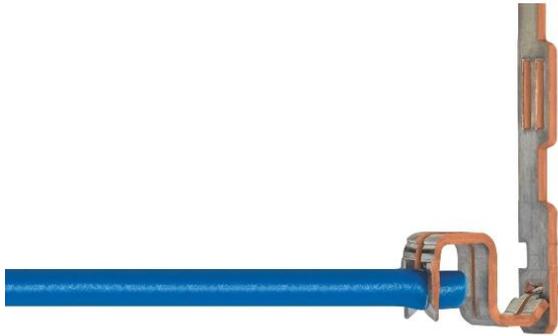


PUSH WIRE



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

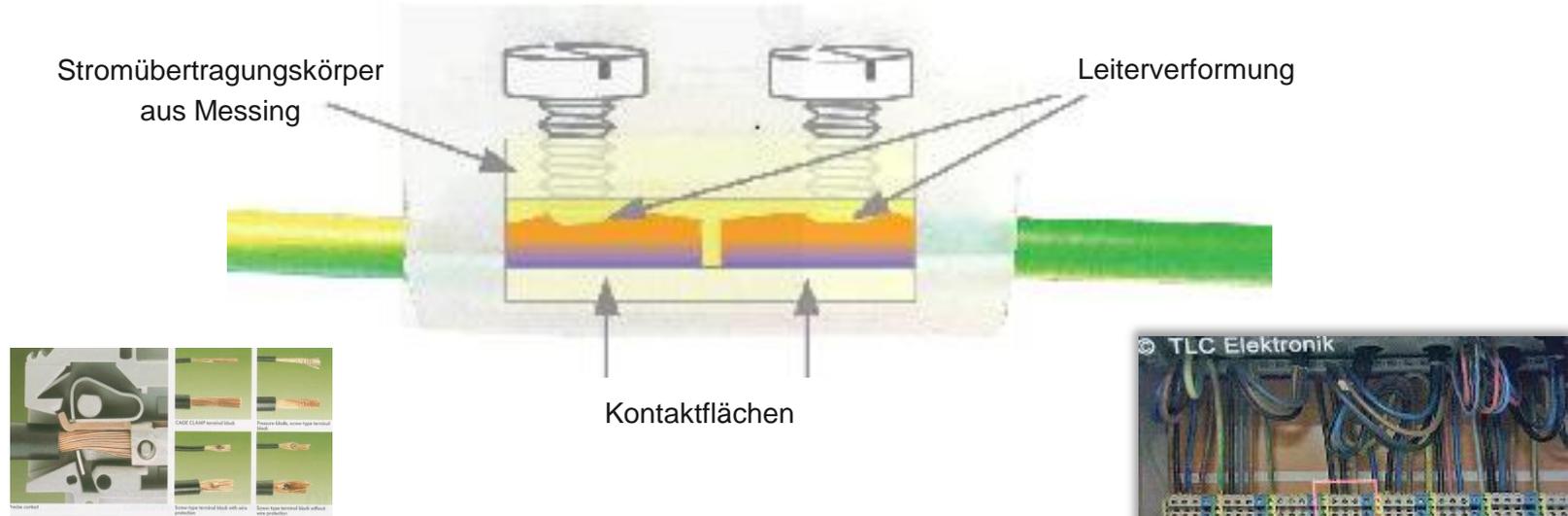
2- Charakteristika Schraubklemme vs. WAGO Federklemme

3- Herstellungsverfahren / Prozessschritte in Übersicht

4- Technische Daten / Signalverarbeitung von Kleinströmen-/ Spannung

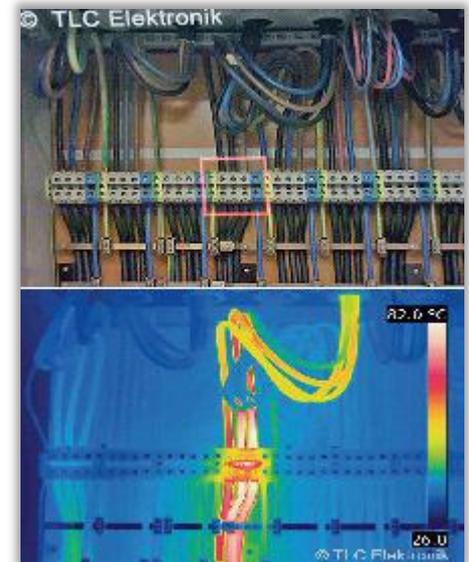
5- Überblick Prüfungen / Prüfverfahren und WAGO Qualitätsanspruch

Charakteristische Eigenschaften der Schraubklemme

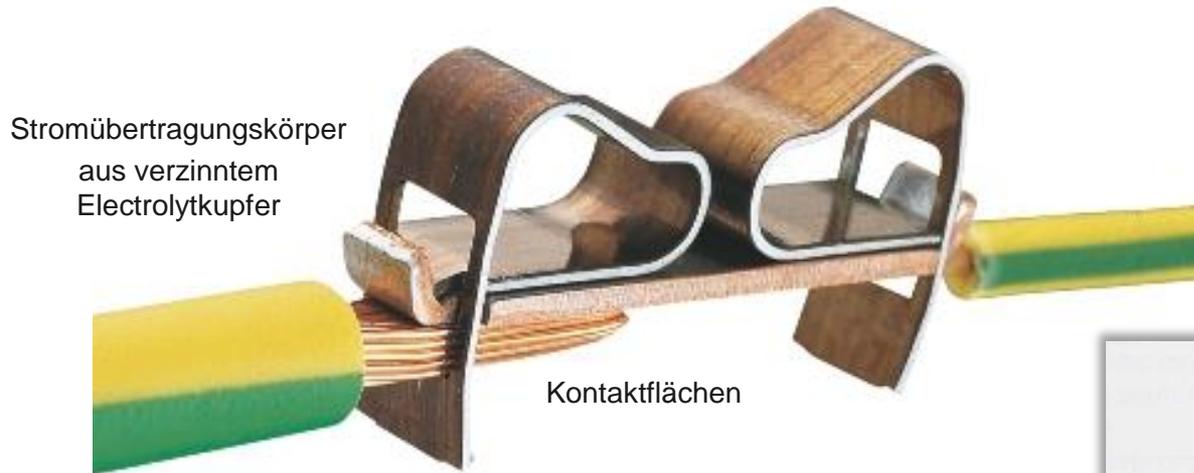


Kein konstanter und definierter Kontaktdruck durch Schraube möglich

- 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 mm² bis 95 mm²
 - 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

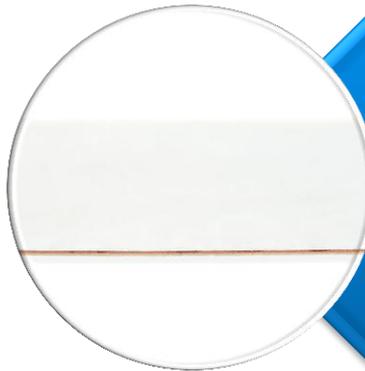
Gehäuse

Stromschiene

Feder

Qualitätskontrolle auf

- Zinnschichtdicke
- Reinheitsgehalt Kupfer
- Dehnungseigenschaften



Anlieferung
Kupferband
(verzinkt)

Qualitätskontrolle auf

- Biegeradien (AOI)
- Geometrie



Stanzerei

Fertigungsprozesse einer Federklemme

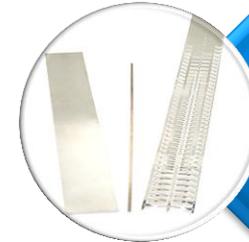
Gehäuse

Stromschiene

Feder

Qualitätskontrolle auf

- Reinheitsgehalt Kupfer
- Materialprüfungen



CrNi-
Federstahl

Qualitätskontrolle auf

- Biegeradien Stahlfeder



Stanzerei

Qualitätskontrolle auf

- Elastizitätsprüfungen



Tempern

Fertigungsprozesse einer Federklemme

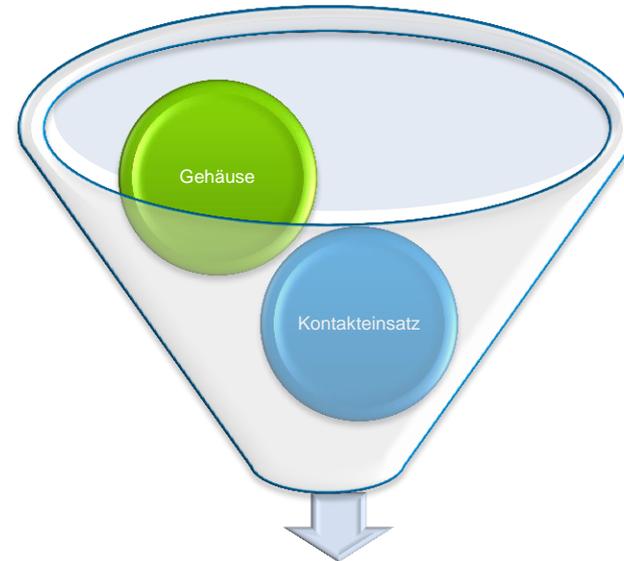
Gehäuse

Stromschiene

Feder

Qualitätskontrolle auf

- Passgenauigkeit
- Kontaktübergang



Zusammenverführung
Von Stromschiene und Feder

→ **Kontakteinsatz**

Fertigungsprozesse einer Federklemme

Gehäuse

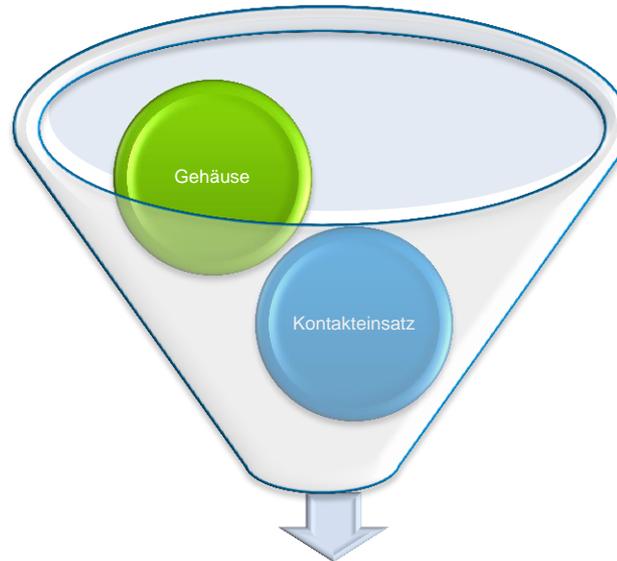
Stromschiene

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

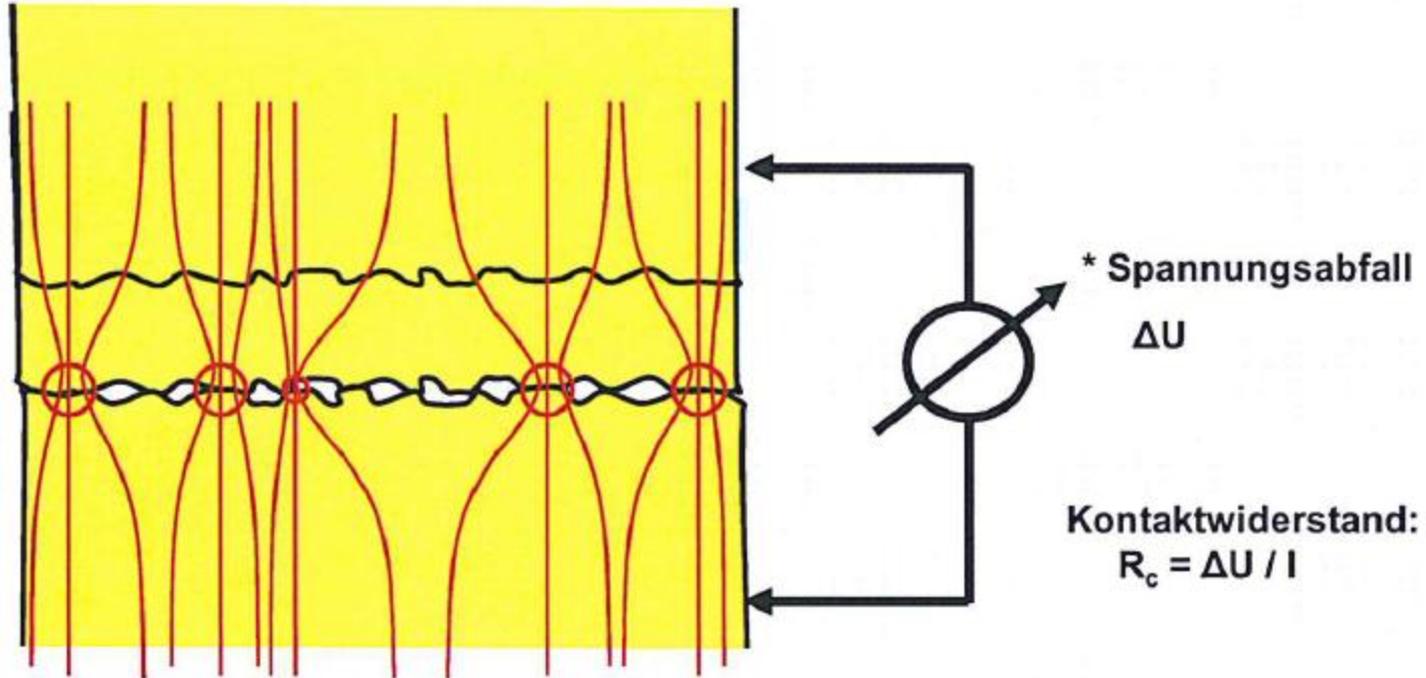
Es berühren sich zwei Oberflächen

Alle Oberflächen sind rau

Oberflächen können mit Korrosionsschichten bedeckt sein

Technische Daten

Der ruhende Kontakt

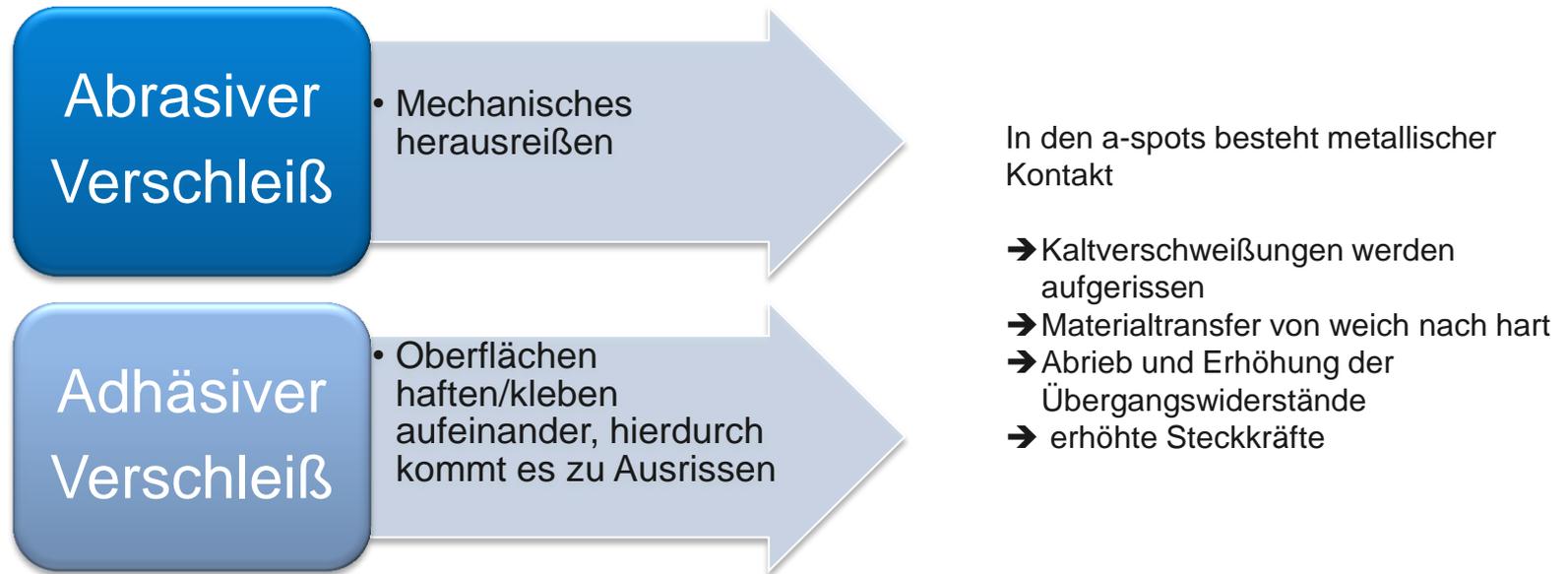


→ Durch hohen und konstanten Kontaktdruck auf eine definierte Fläche stabile Übergangswiderstände (a-spots ~ 10 μm)

Technische Daten

Der gleitende (reibende) Kontakt

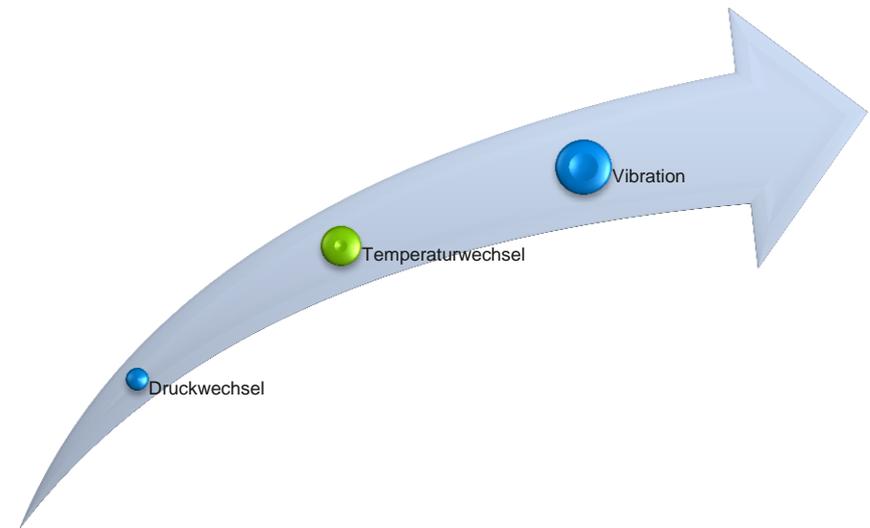
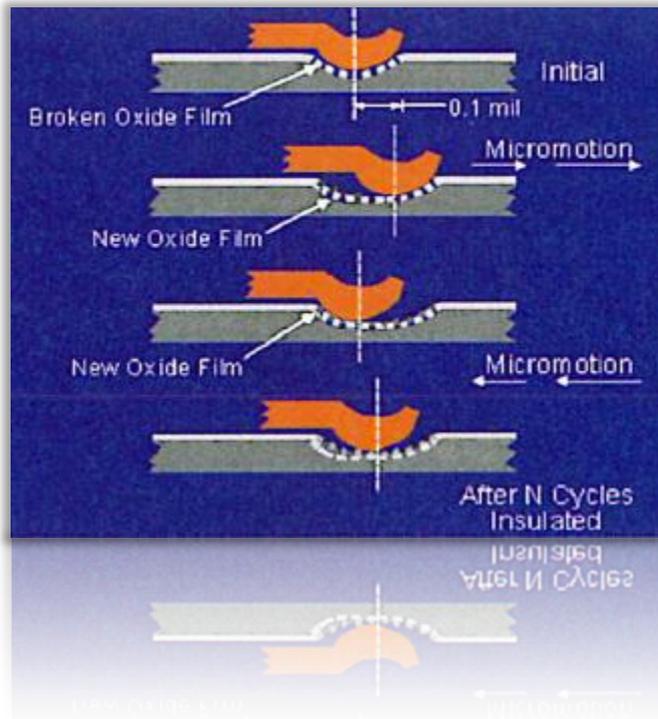
Definition: ein elektrischer Kontakt ist die Berührung zweier elektrischer Leiter (meiste Metalle), durch die Strom fließt.



Technische Daten

Reibkorrosion / Reiboxidation (Fretting)

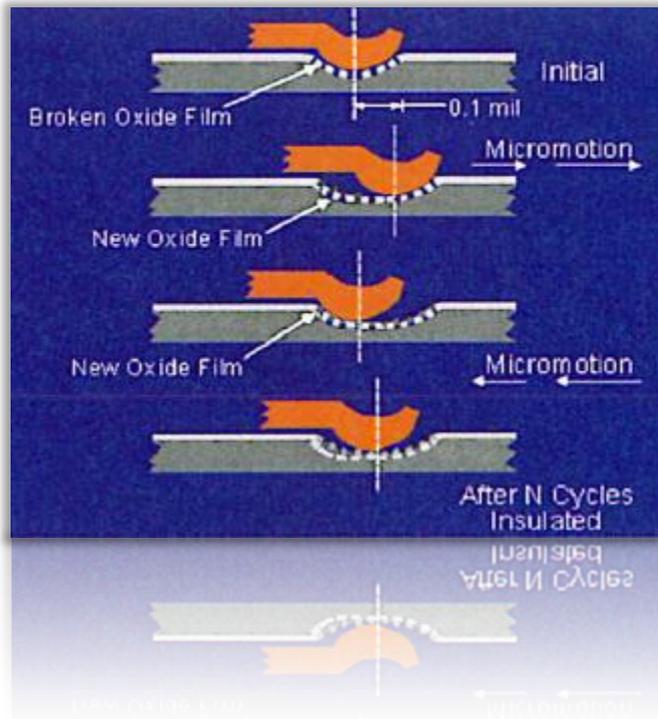
→ Bewegung im Steckverbinder führt zu Schädigungen



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:

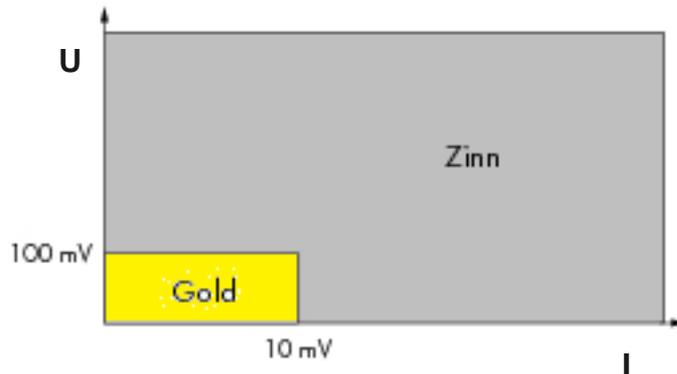


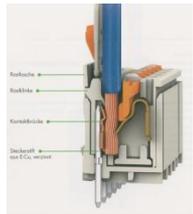
Abb.: Oberflächenauswahl unter besonderen Einsatzbedingungen



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

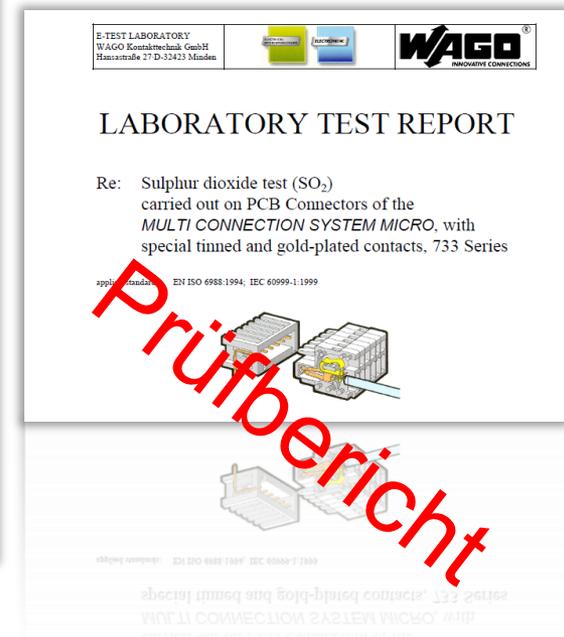
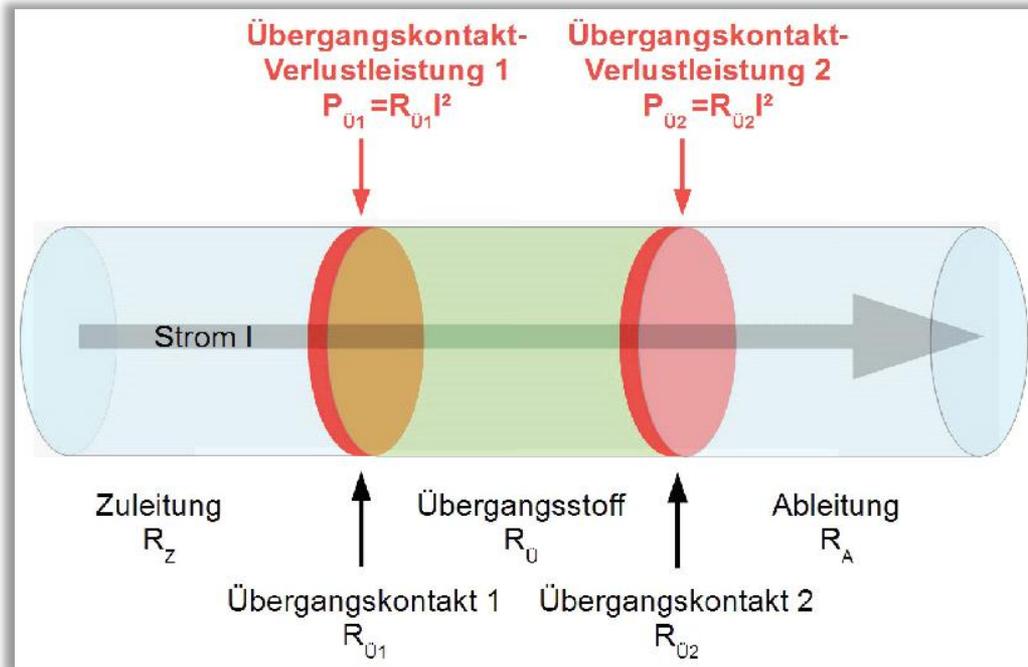


A small table with technical specifications, likely contact resistance or force data. The table has multiple columns and rows of data, but the text is too small to read accurately.



Signalverarbeitung von Kleinströmen/-Spannungen

WAGO Prüfberichte / Auswertung:



Für Steckverbinder gilt:

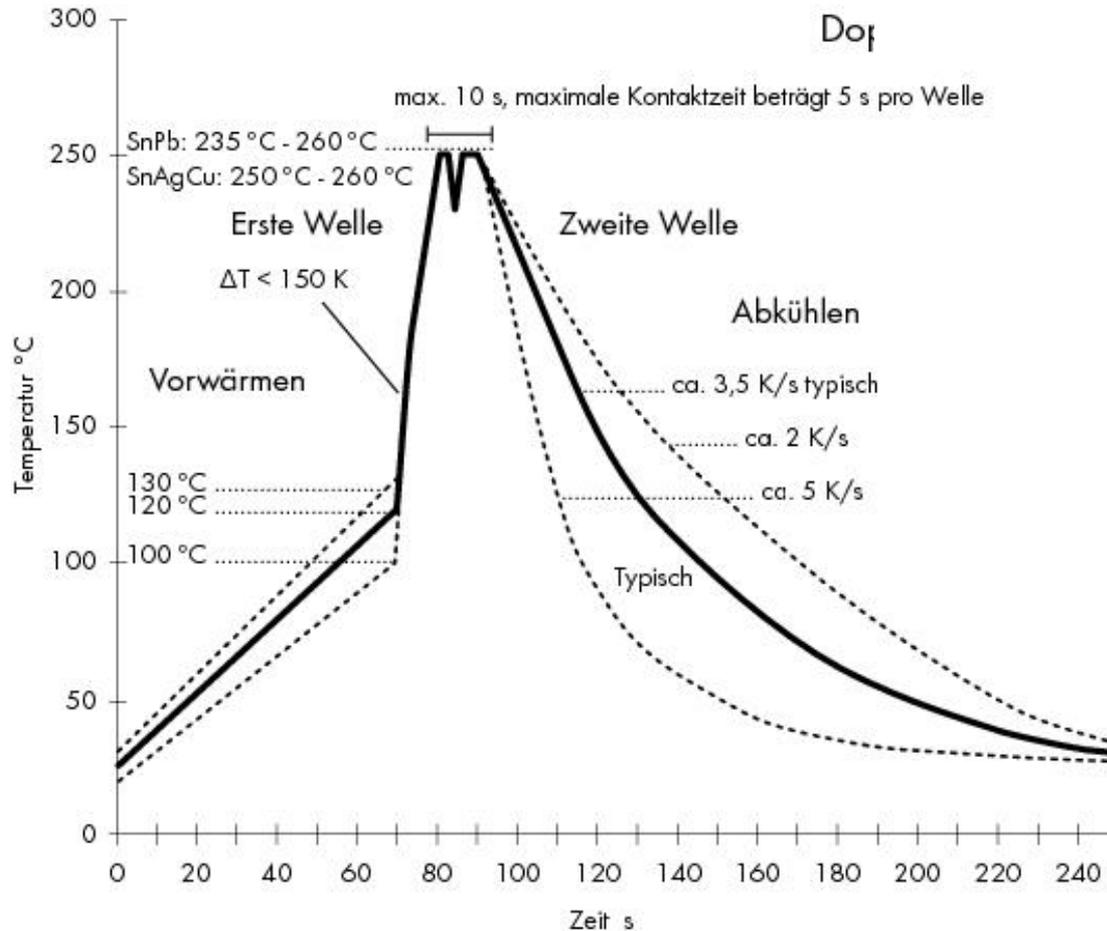
$R_{Ü1}$ = Übergangswiderstand Leiter zu Klemmstelle

$R_{Ü2}$ = Übergangswiderstand Stift- zu Federleiste (Tulpenkontakt)

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

Technische Daten

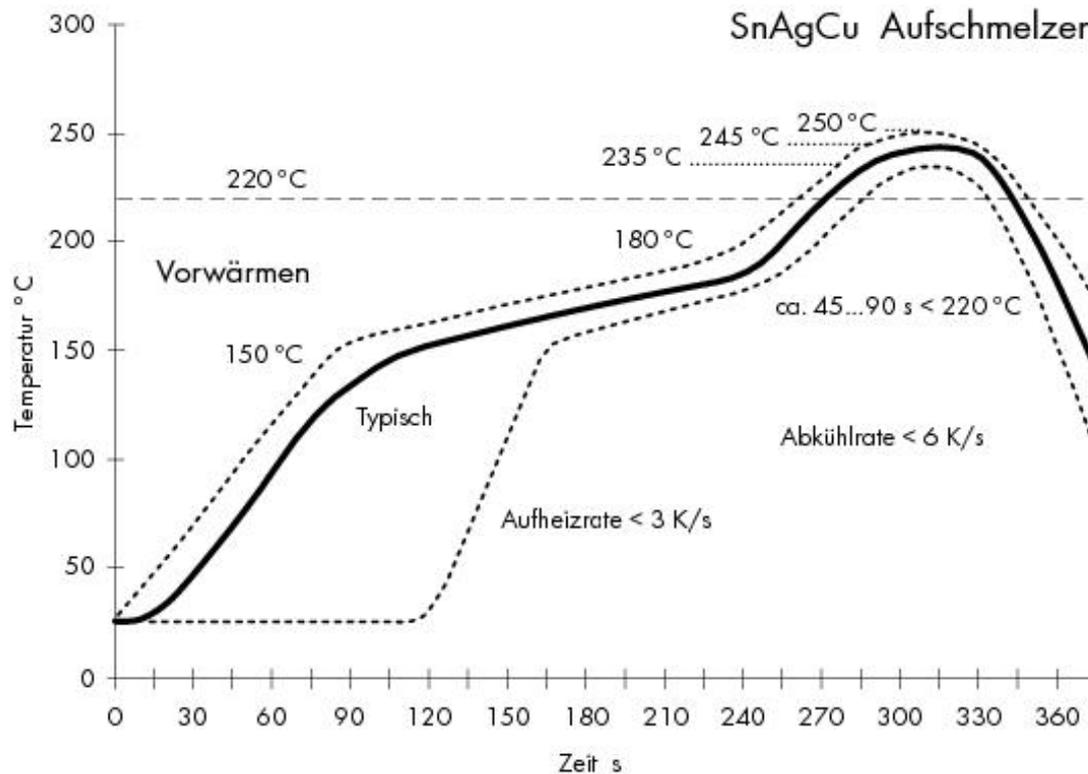
Wellen-Lötverfahren:



-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

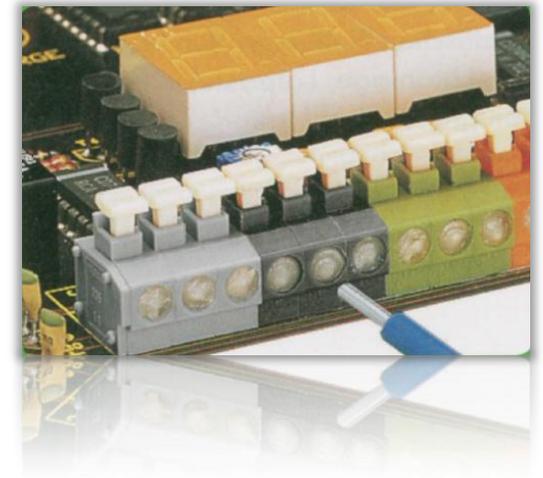
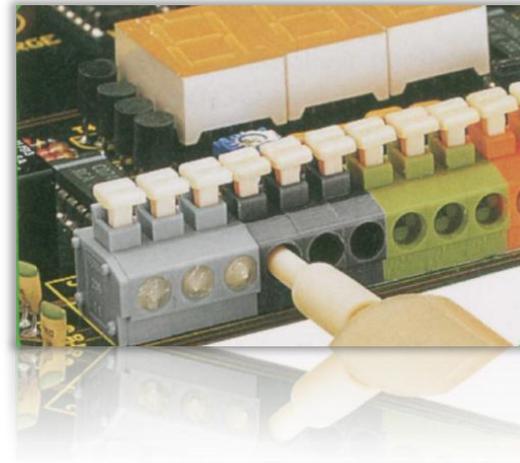
Sicheres verdrahten von Aluminiumleitern (Al) bis 4 mm²

→ Bei Verwendung von Al bis 4 mm² 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

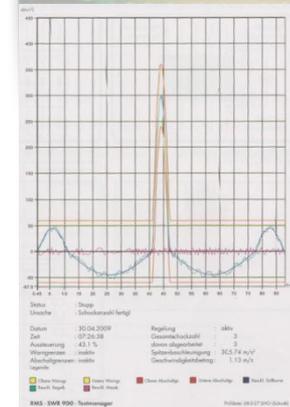
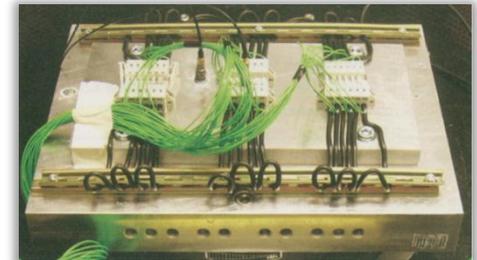
IEC/EN 60028-2-6
IEC/EN 61373

- 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:

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

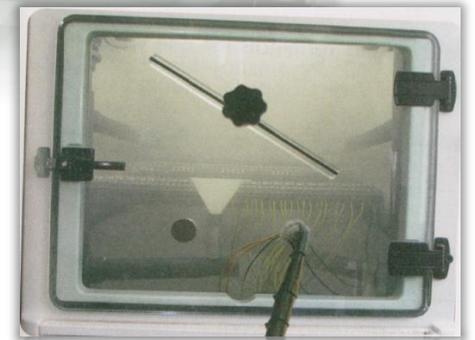
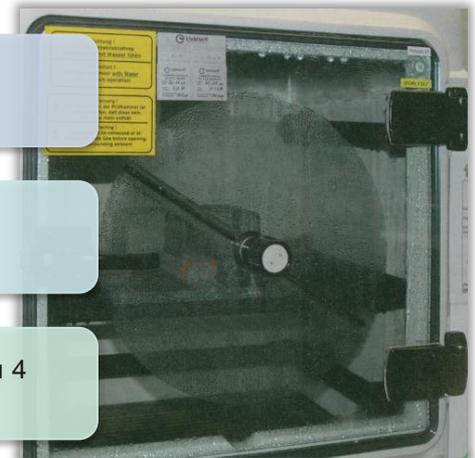
- Verhalten des Spannungsverhalten bei abrupten Temperaturwechseln

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:

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

- 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

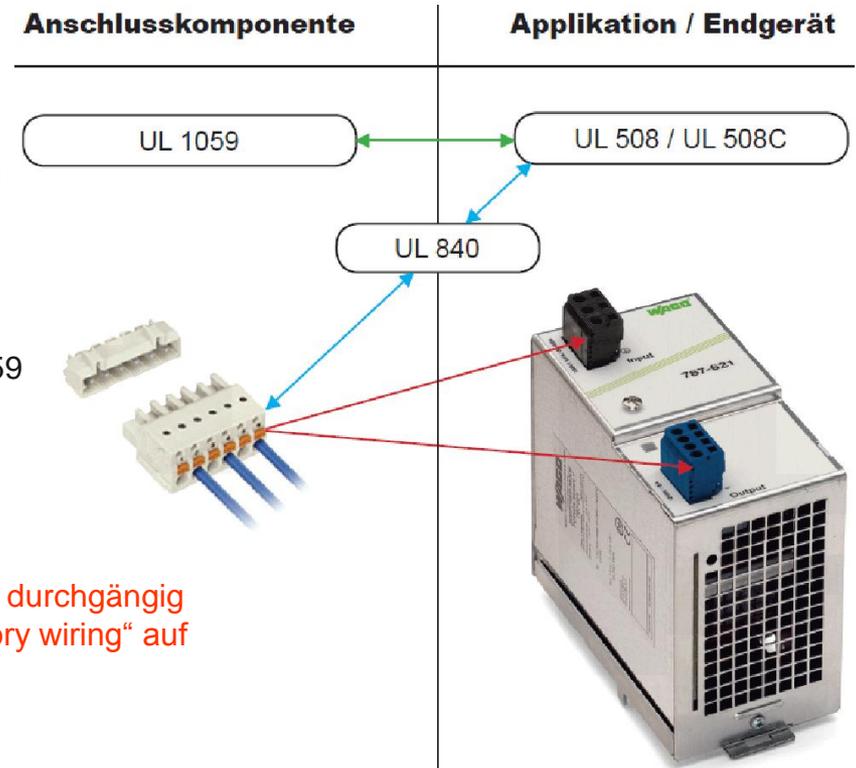
Höhere UL-Bemessungsspannungen für Endgeräte mit WAGO-Anschlussklemmen

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!**

