



# TERMINAL BLOCKS

Thomas Heß  
Technical Academy

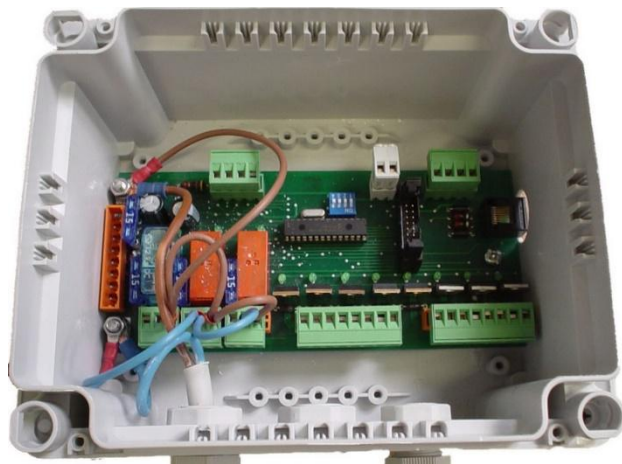
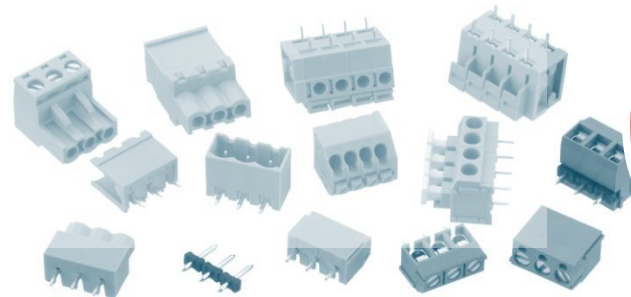
# Inhaltsverzeichnis

- TBL-Klemmtechnologien besser verstehen
- Cold and hot swap
- Wie werden Strom und Spannung definiert?
- Was passiert bei zu hoher Spannung und zu hohem Strom?
- Derating
- Optimieren Sie die Korrosionsbeständigkeit
- Hitzebeständigkeit
- Einige Hinweise

# Anwendungen

# Ein breites Anwendungsspektrum

Anschluss für Einzeladern



Telekom-  
munikations  
ausrüstung

Verbraucher  
elektronik

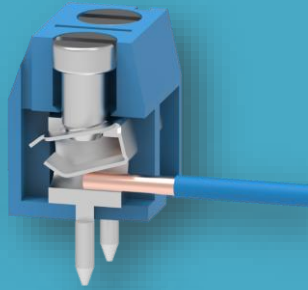
Elektrizität

Technische  
Ausrüstung

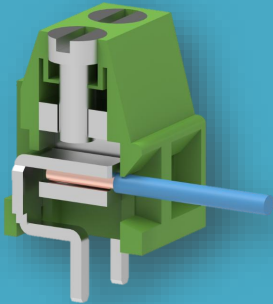
Industrielle  
Anwendung

# Verschiedene Terminal Block Anschlussstypen

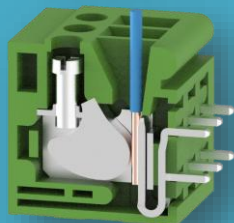
## Schrauben



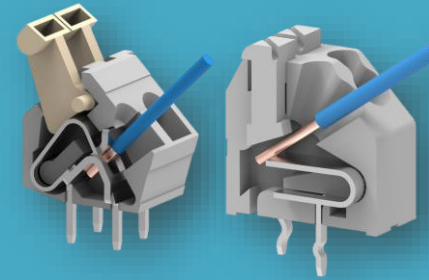
Wire Protector  
Kosteneffiziente Lösung



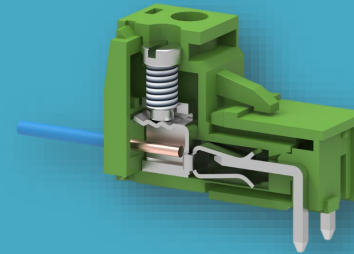
Rising Clamp  
Hochwertige  
Schraubverbindung



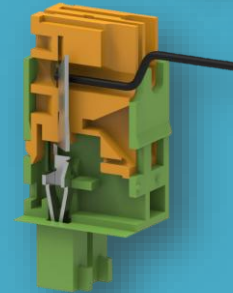
Excenter Clamp  
Am Kabeleingang  
schraubbar



Spring – Push In  
Schraubenlose Lösung



Pluggable  
Einfach steckbar



IDC  
Einfache Lösung ohne  
Kabel abzuisolieren

# Wire Protector



## Die kostengünstige Lösung

+

Sicher

Harpuneneffekt

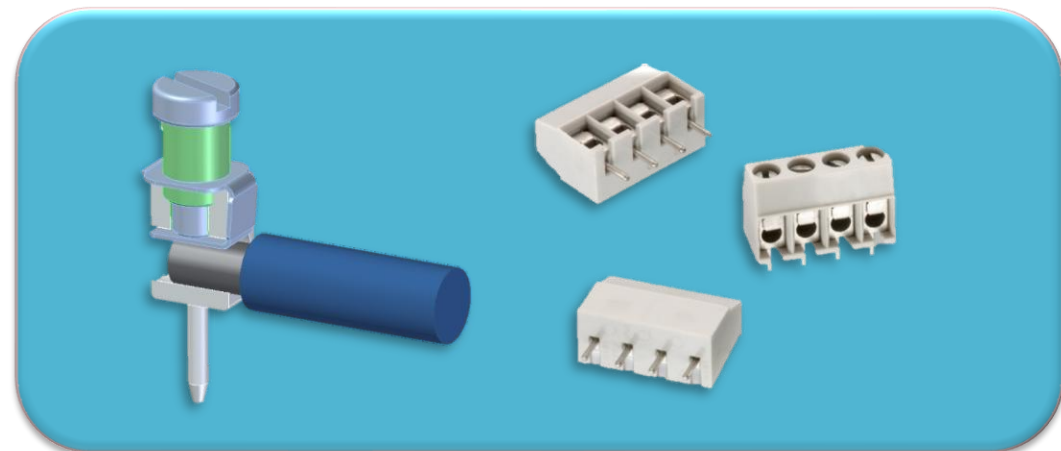
Kosten

-

benötigen Wartung

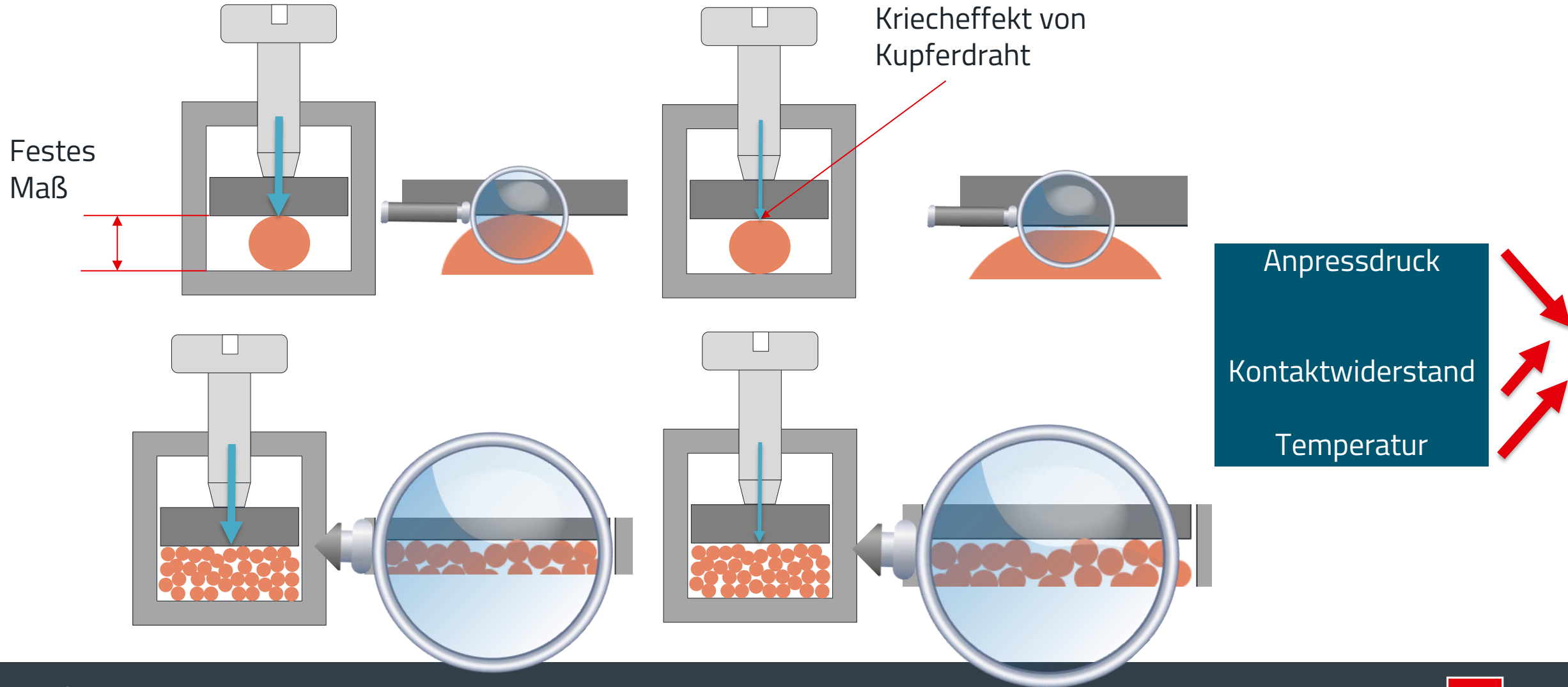
Anzugsdrehmoment beachten

weniger robust als rising cage



Das Kabel wird durch den Drahtschutz mittels der Schraube mit der Klemme verbunden

# Warum verändert sich die Schraubverbindung mit der Zeit?



# Rising Cage



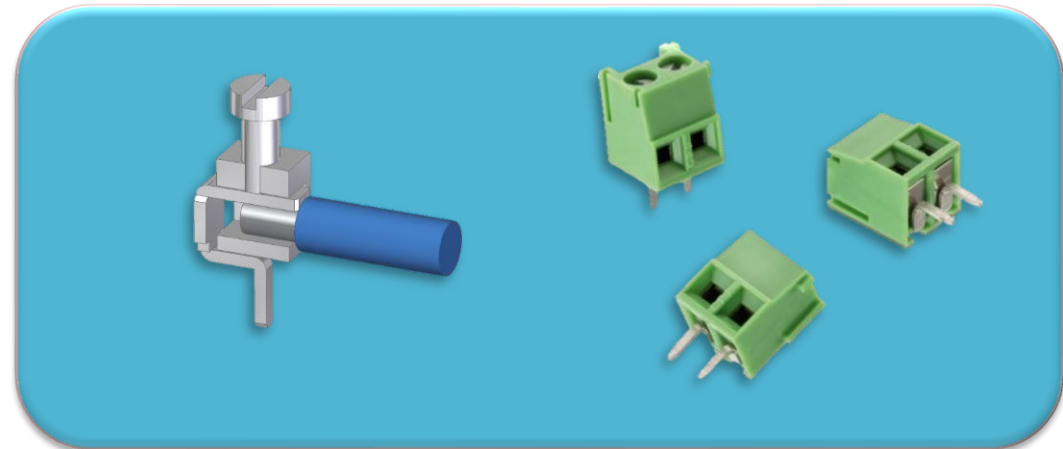
## Die qualitativ hochwertige Lösung

+

Sicher  
Robust

-

benötigen Wartung  
Anzugsdrehmoment beachten



Das Kabel wird durch die Schraube vom Käfig mit der Klemme verbunden

# Excenter Clamp



Die hochwertige Lösung am Kabeleingang verschraubbar

+

Sicher

Robust

Frontschraube

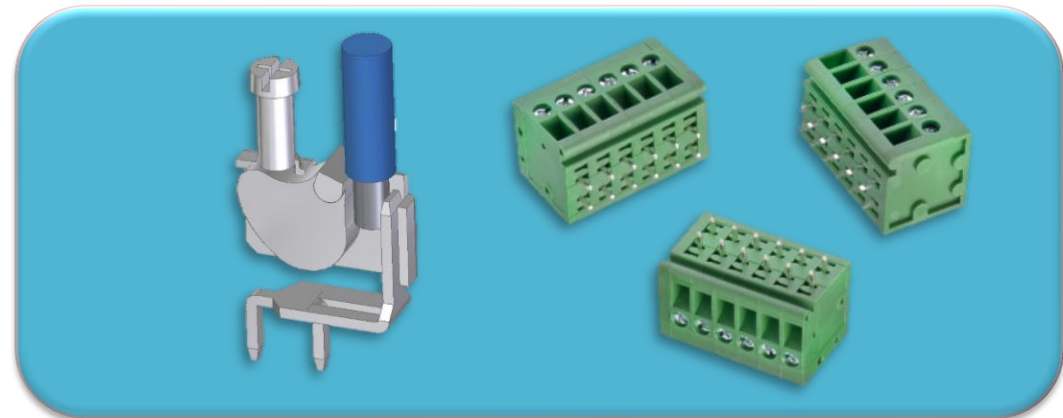
Harpuneneffekt

-

benötigen Wartung

Anzugsdrehmoment beachten

Kosten



Die Ader wird durch Herunterrollen der Klemme verbunden, um die Ader durch die Schraube in die Klemme zu drücken und festzuhalten

# Schraubenlos - Spring Clamp



## Die schraubenlose Lösung

+

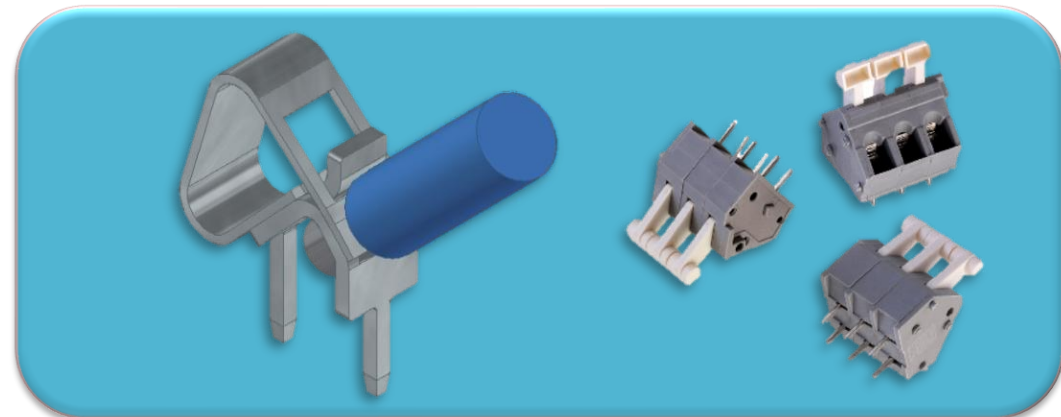
Sicher

Schnell

Keine Wartung

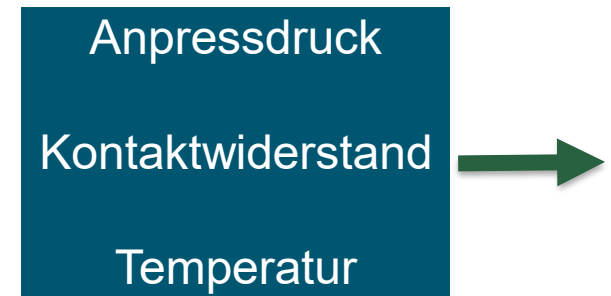
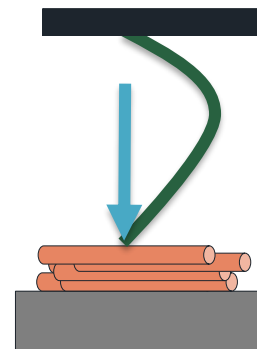
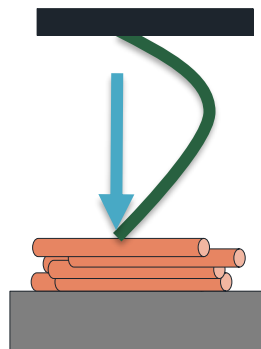
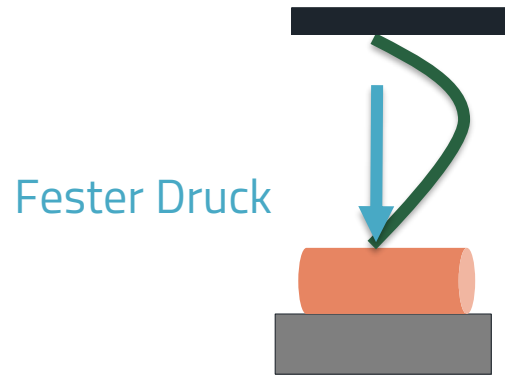
-

geringere Auszugskraft



Kabelanschluss durch Federklemme, die den Draht durch Hebelwirkung in der Klemme festhält

# Warum ändert sich die Federklemme mit der Zeit nicht?



## Schraubenlos - Push In



### Die Direkteinfügelösung

+

Sicher

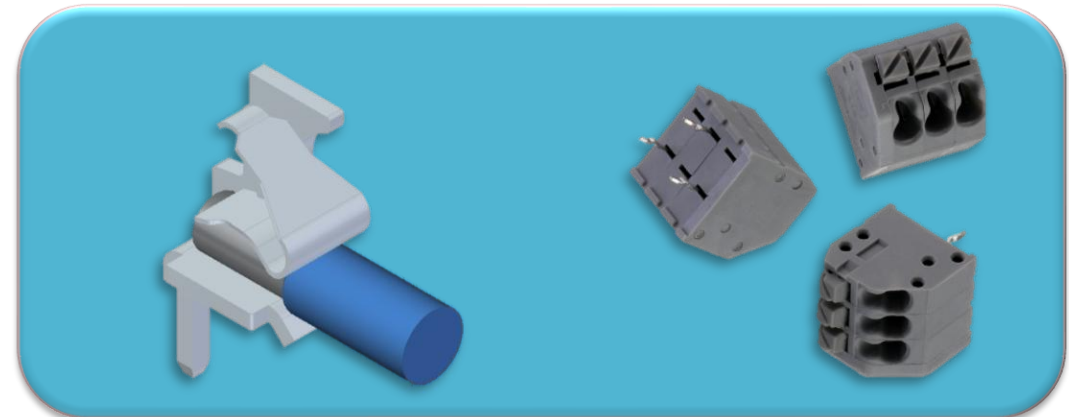
Schnell

Keine Wartung

Direkt einfügen

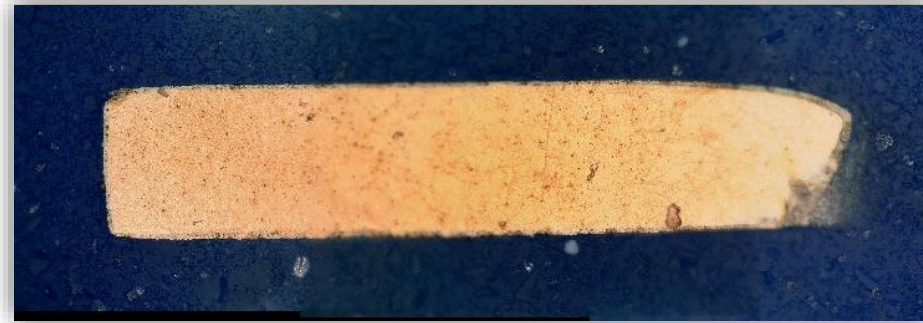
-

geringere Auszugskraft



Kabelanschluss durch Federklemme, die den Draht durch Hebelwirkung in der Klemme festhält

# Kontakttechnik



Kupfer



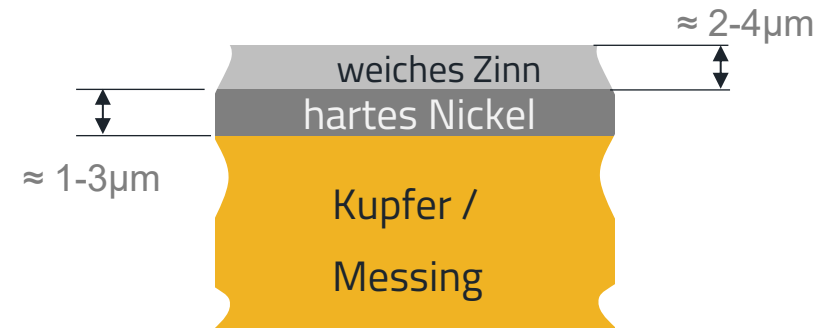
Kupfer

Kupfer

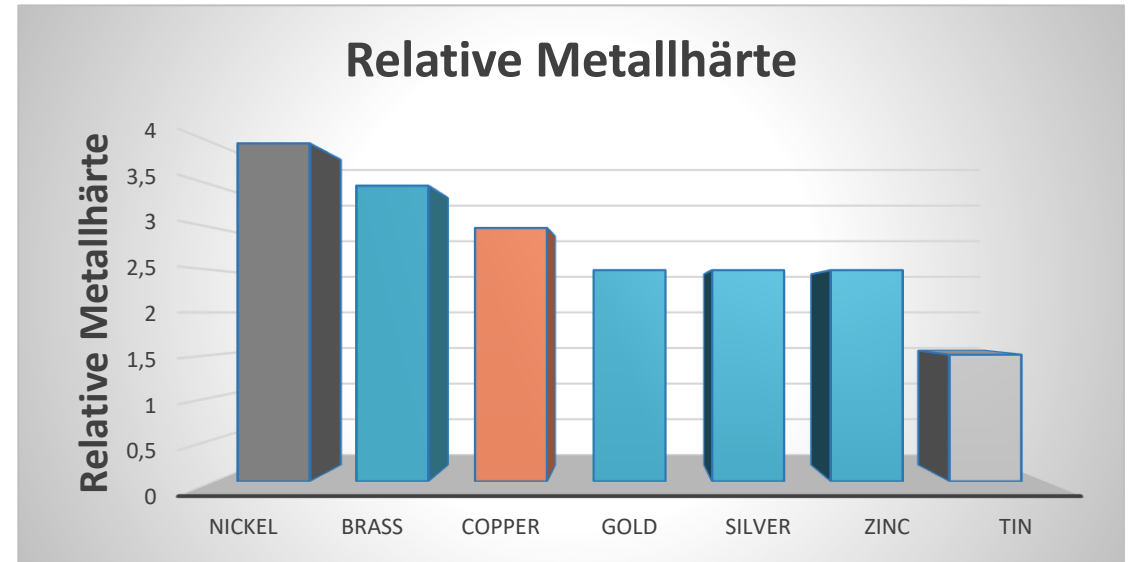
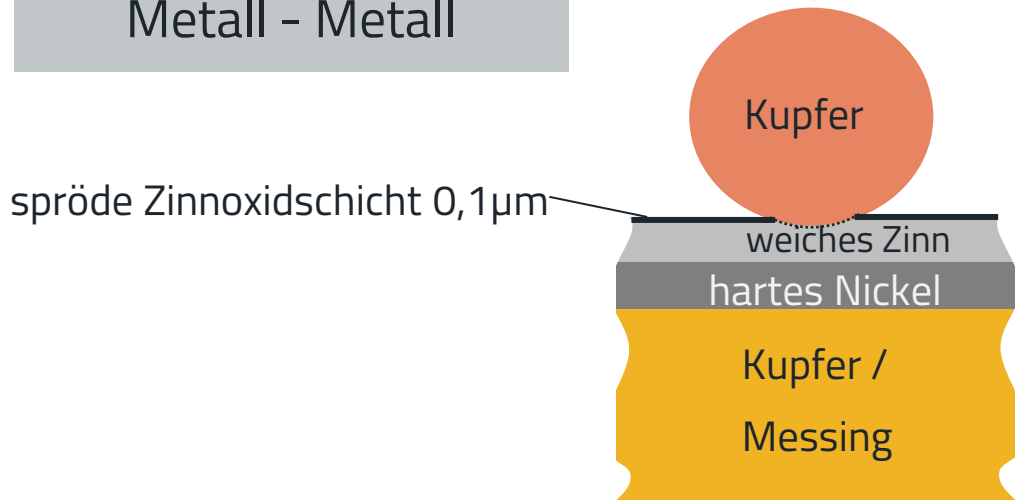
Kupfer /  
Messing

Kontakt  
Metalloxid –  
Metalloxid

# Kontaktwiderstand

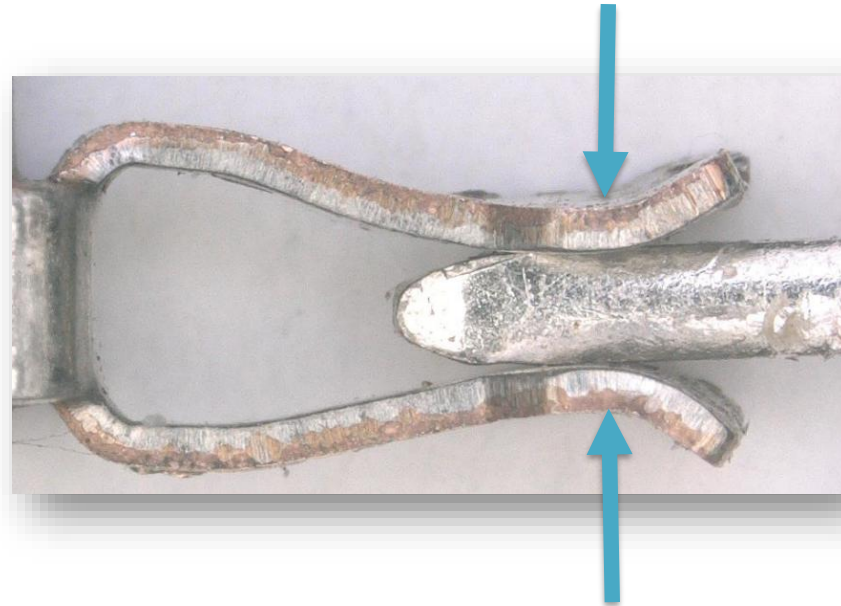
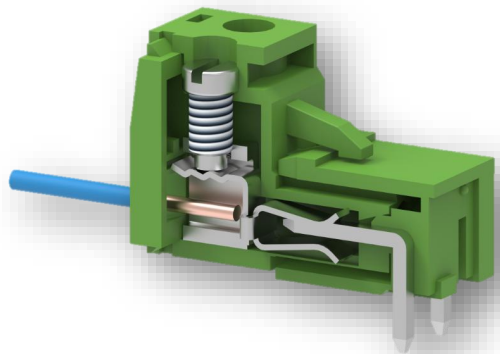


Kontakt  
Metall - Metall



# Kontakttechnik

steckbar



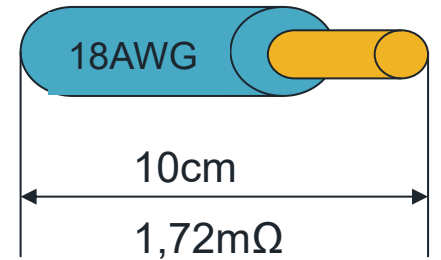
# Rc und Verbindungstechnik

## **Kontaktwiderstandsmessung (Rc)**

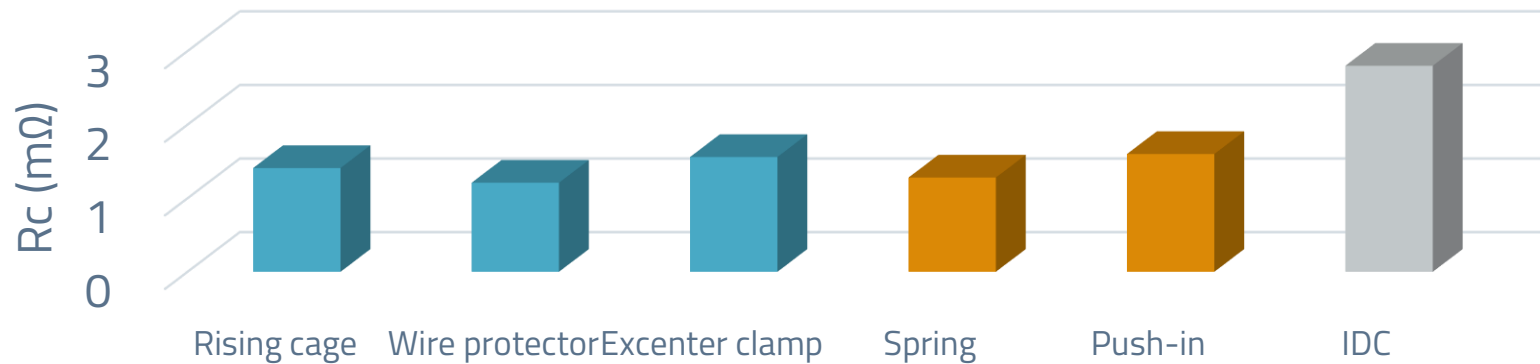
IEC60512-2-2

<20mΩ

Technologien → Rc sind gleichwertig

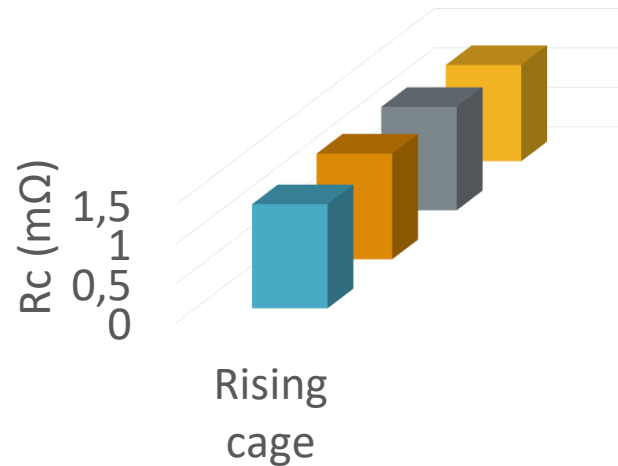


Kontaktwiderstandsmessung vs. Klemmtechnologie (18AWG)

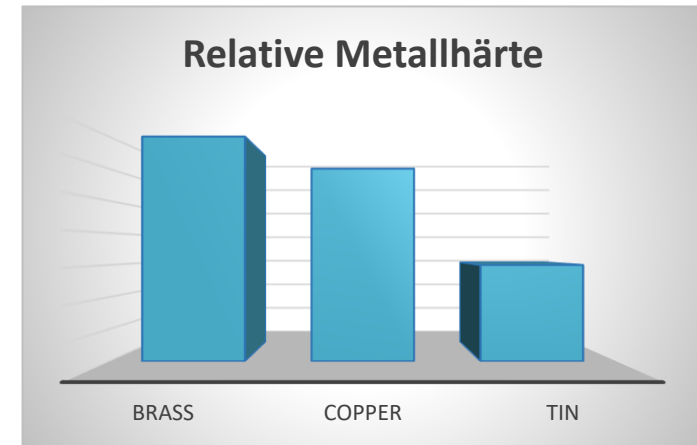
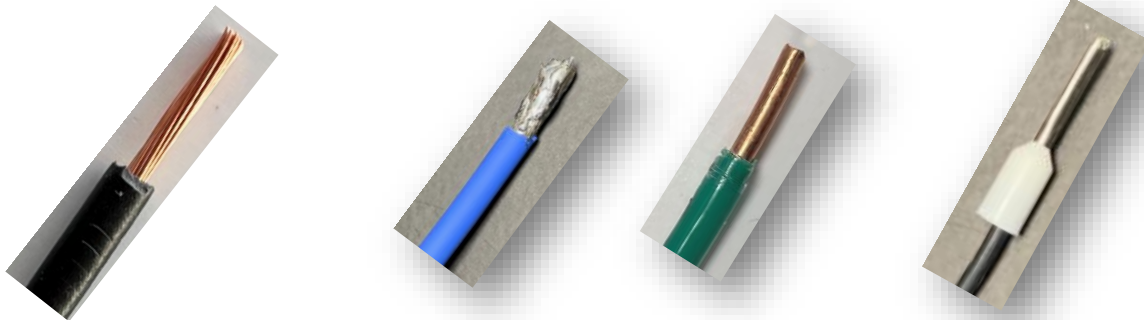


# Rc und Art des Drahtes

Kontaktwiderstand vs. Drahttyp  
(rising cage clamp)



■ Stranded ■ Stranded + tin ■ Rigid ■ Stranded + ferrule

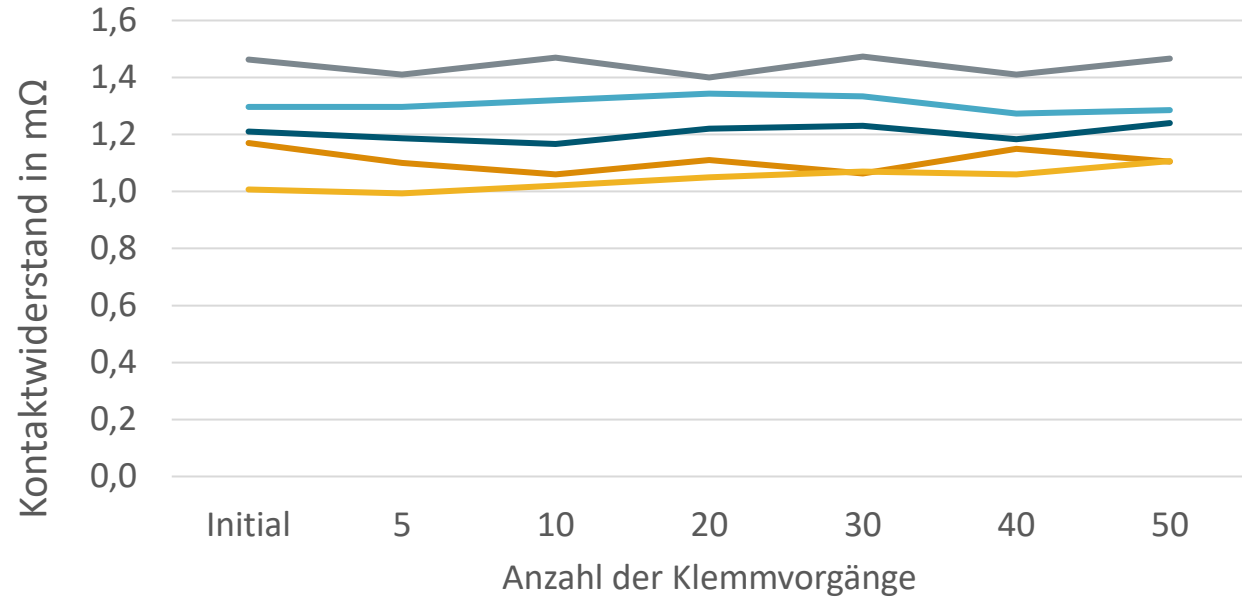


Für Schraubverbindungen ist Zinn +  
Litze nicht zu empfehlen.  
Andere sind identisch

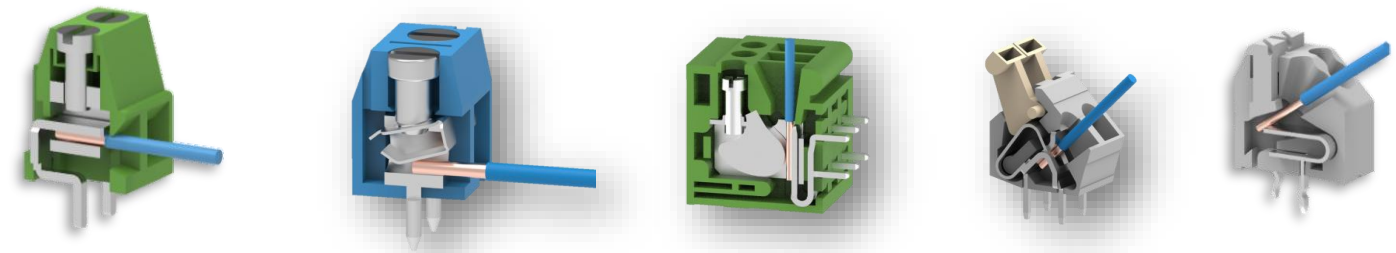
# Rc und Anzahl der Verbindungen

Die Verbindungen sind robust

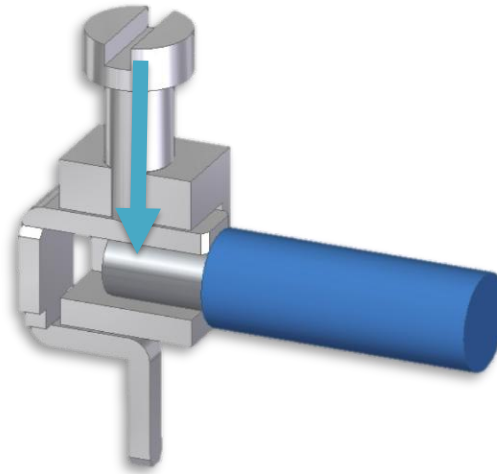
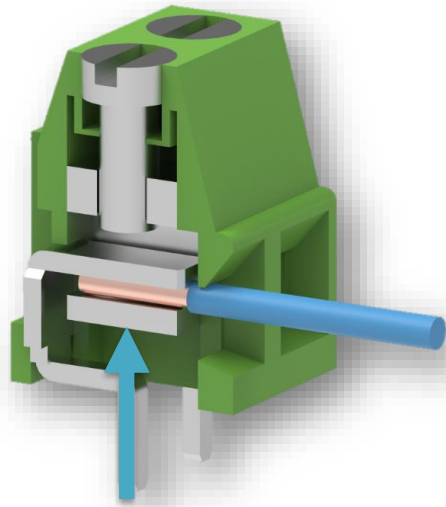
### Kontaktwiderstand vs. Klemmvorgänge



— Rising cage — Wire protector — Pressure clamp — Spring — Push-in



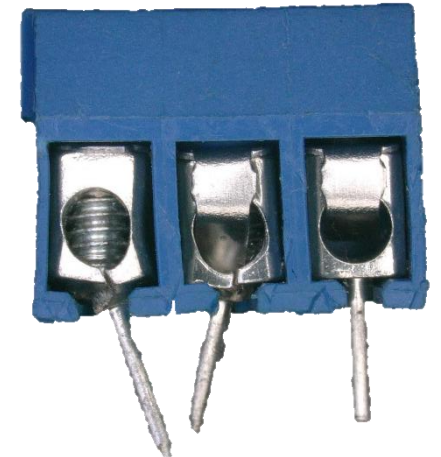
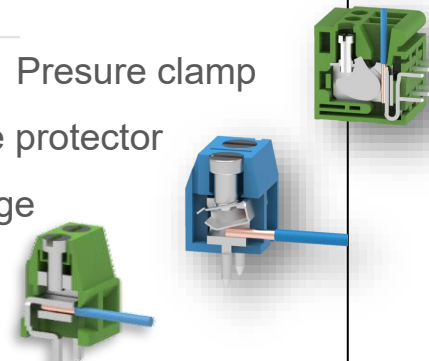
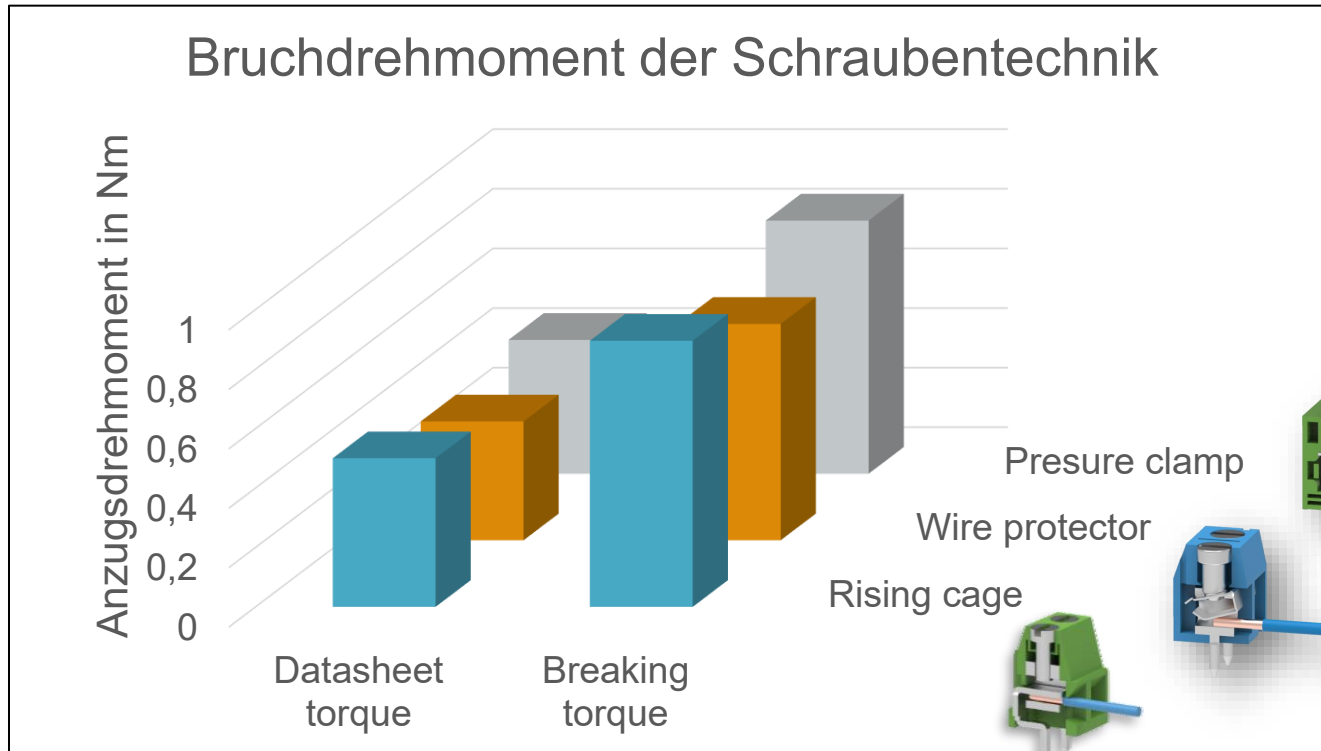
# Kontakttechnik



Material	Leitfähigkeit IACS (%)	Elastizitätsgrenze (MPa)
Kupfer – Cu	100	250
Messing – Kupferlegierung	≈30	≈350



# Bruchdrehmoment



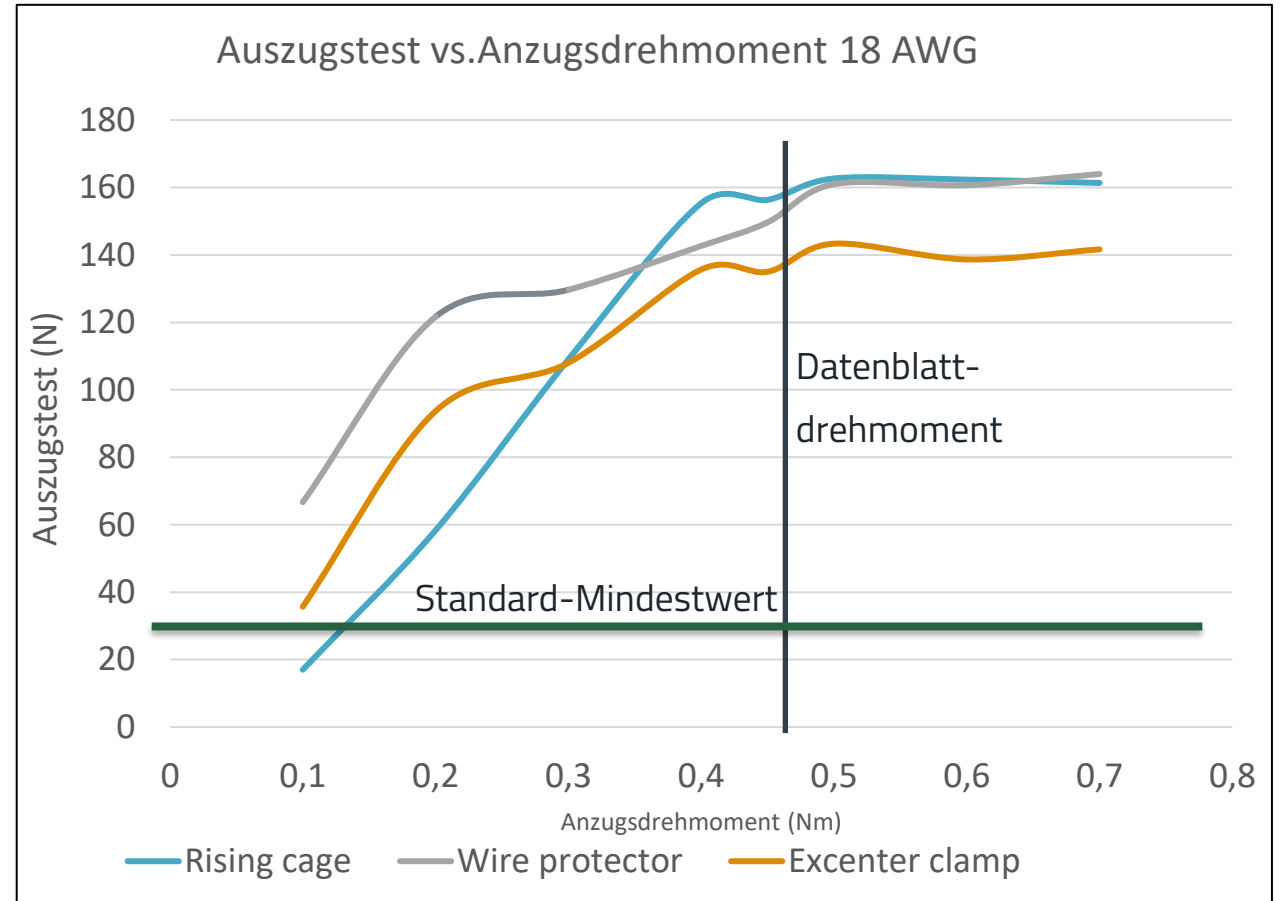
Bruchmoment im Vergleich zum Datenblattdrehmoment  
→ Sicherheitsmarge  $\approx 2$

# Anzugsdrehmoment im Datenblatt

Auszugswiderstand

Kümmern Sie sich nicht um das Anzugsdrehmoment im Datenblatt. Egal, fester ist immer besser

Drähte halten bei höherem Drehmoment nicht besser

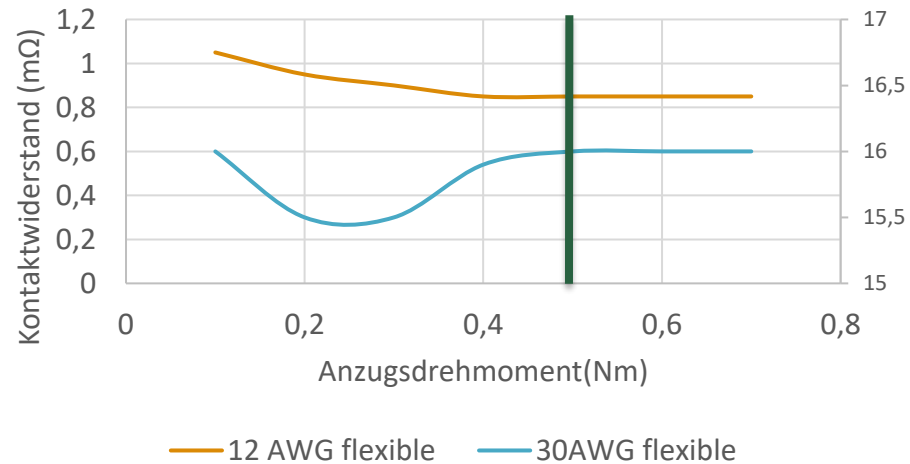


# Anzugsdrehmoment im Datenblatt

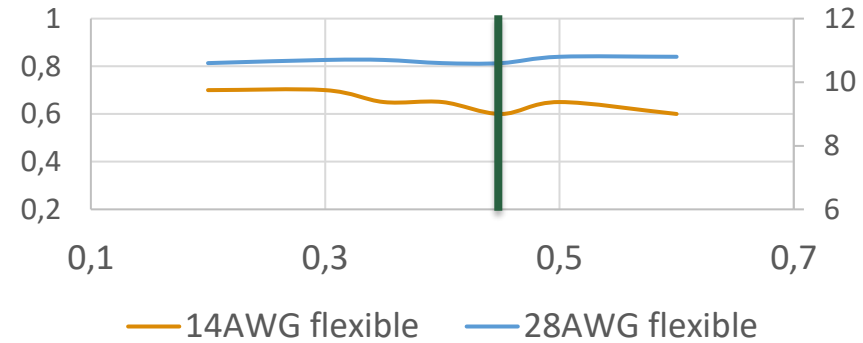
## Kontaktwiderstand

Kümmern Sie sich nicht um das Anzugsdrehmoment im Datenblatt. Egal, fester ist immer besser

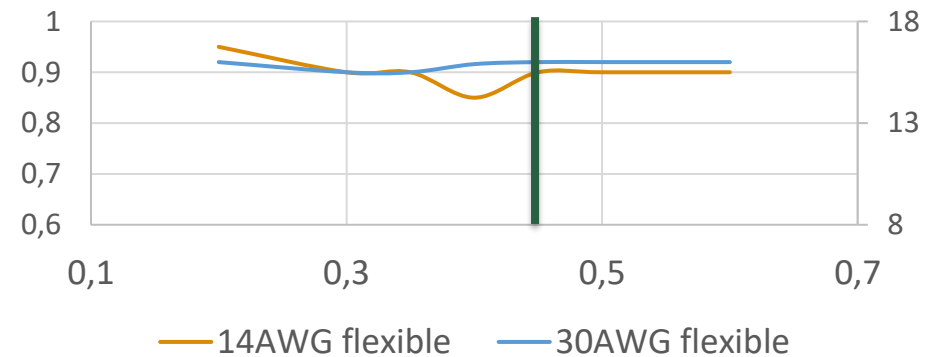
Rising cage nominal Anzugsdrehmoment 0,5Nm



Wire protector nominal Anzugsdrehmoment 0,45Nm



Excenter clamp nominal Anzugsdrehmoment 0,45Nm

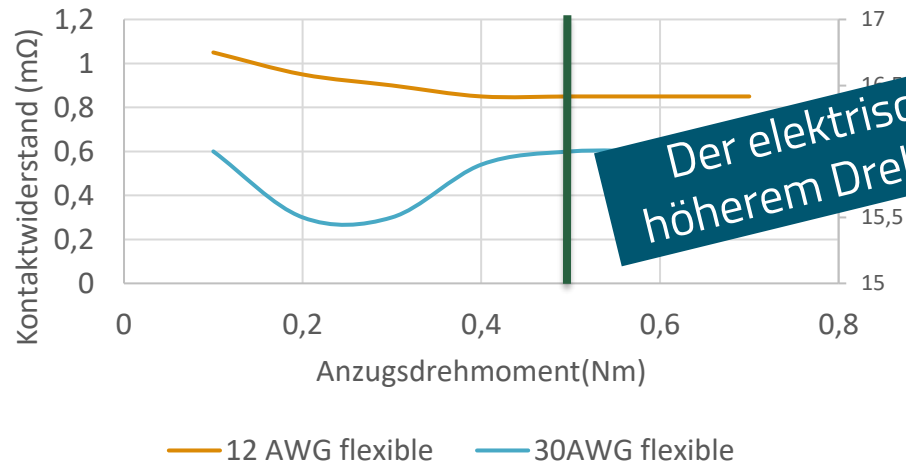


# Anzugsdrehmoment im Datenblatt

## Kontaktwiderstand

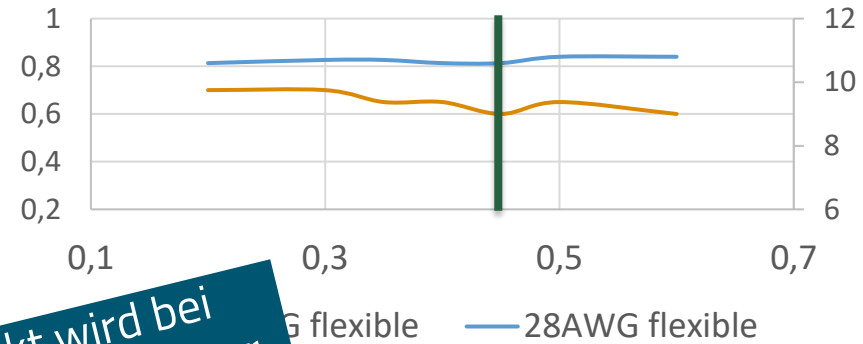
Kümmern Sie sich nicht um das Anzugsdrehmoment im Datenblatt. Egal, fester ist immer besser

Rising cage nominal Anzugsdrehmoment 0,5Nm

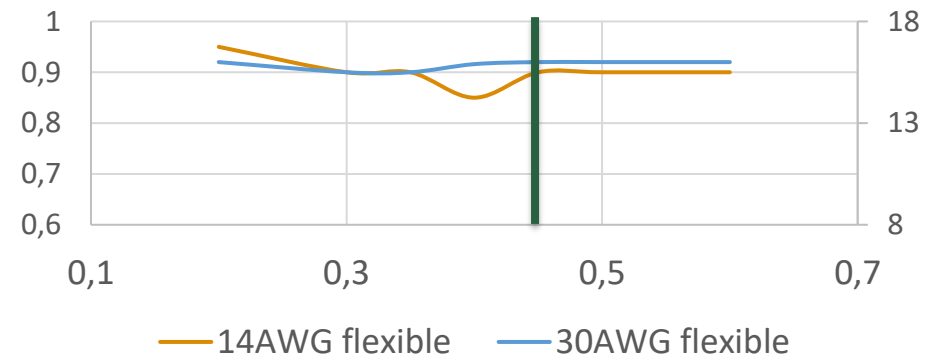


Der elektrische Kontakt wird bei höherem Drehmoment nicht besser

Wire protector nominal Anzugsdrehmoment 0,45Nm



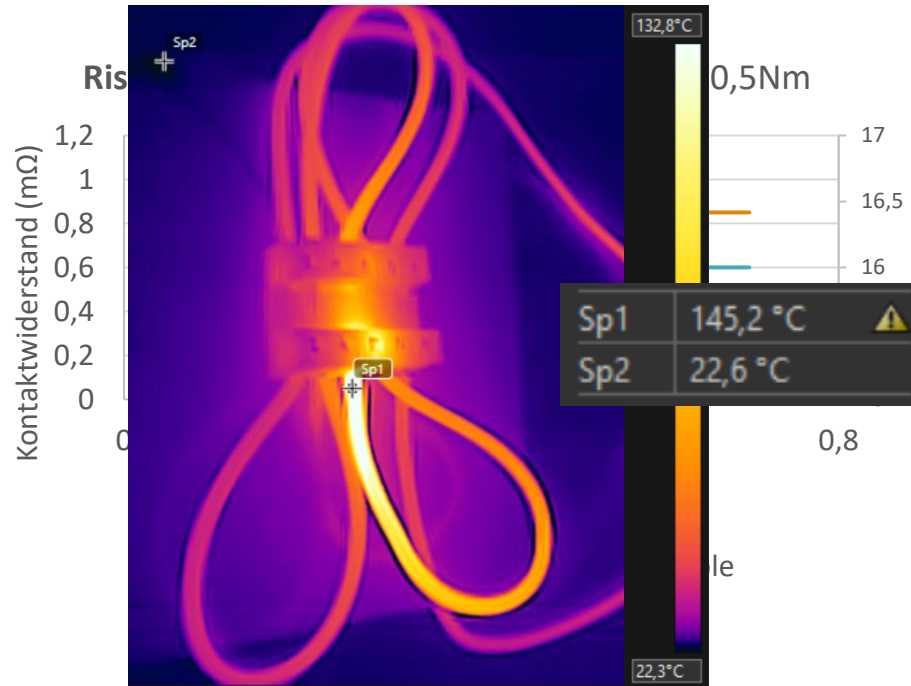
Excenter clamp nominal Anzugsdrehmoment 0,45Nm



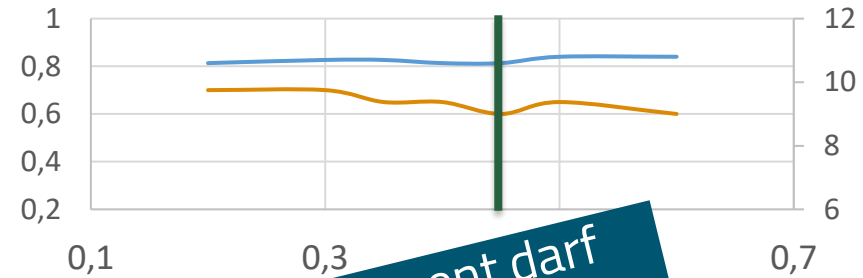
# Anzugsdrehmoment im Datenblatt

Kontaktwiderstand

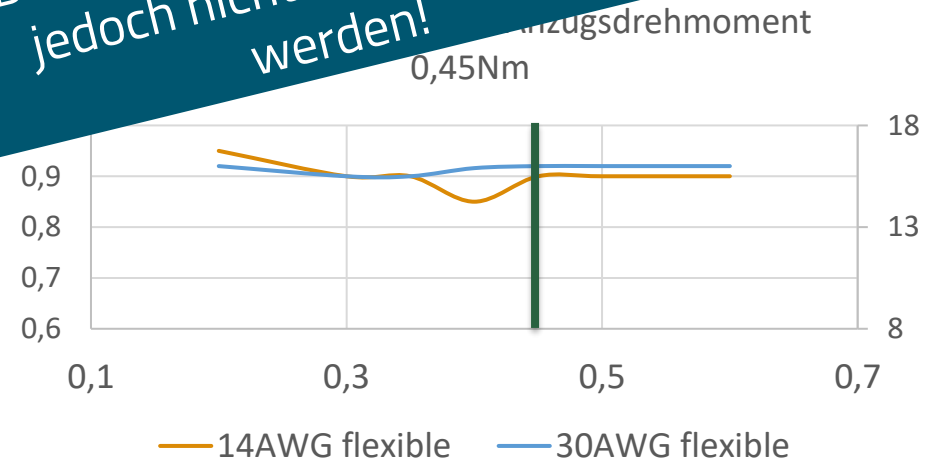
Kümmern Sie sich nicht um das Anzugsdrehmoment im Datenblatt. Egal, fester ist immer besser



Wire protector nominal Anzugsdrehmoment 0,45Nm

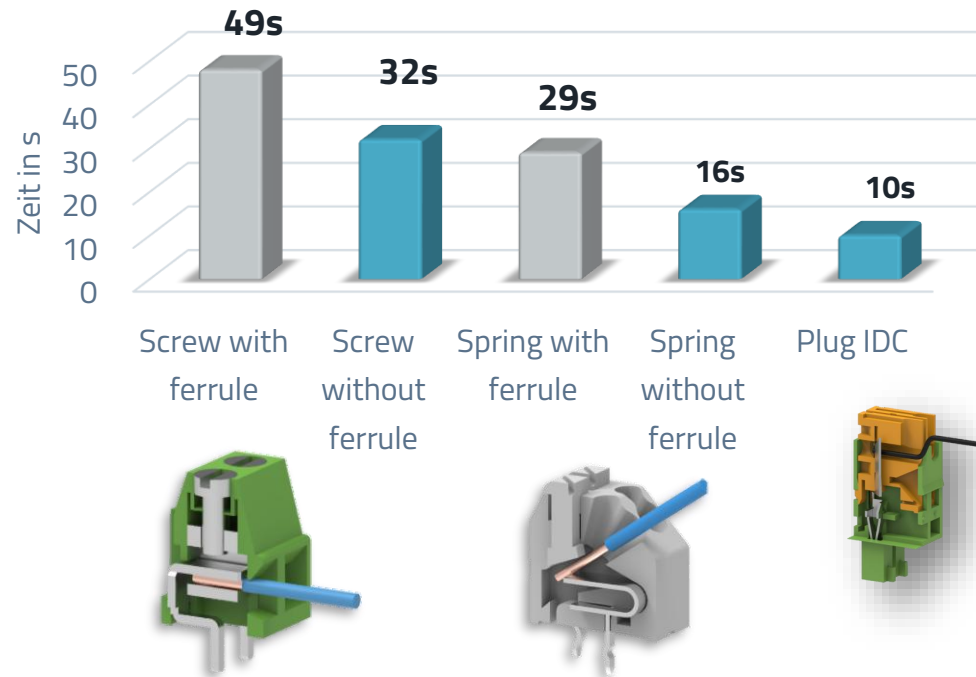


Das Anzugsdrehmoment darf jedoch nicht unterschritten werden!



# Zeit für die Verbindungsherstellung

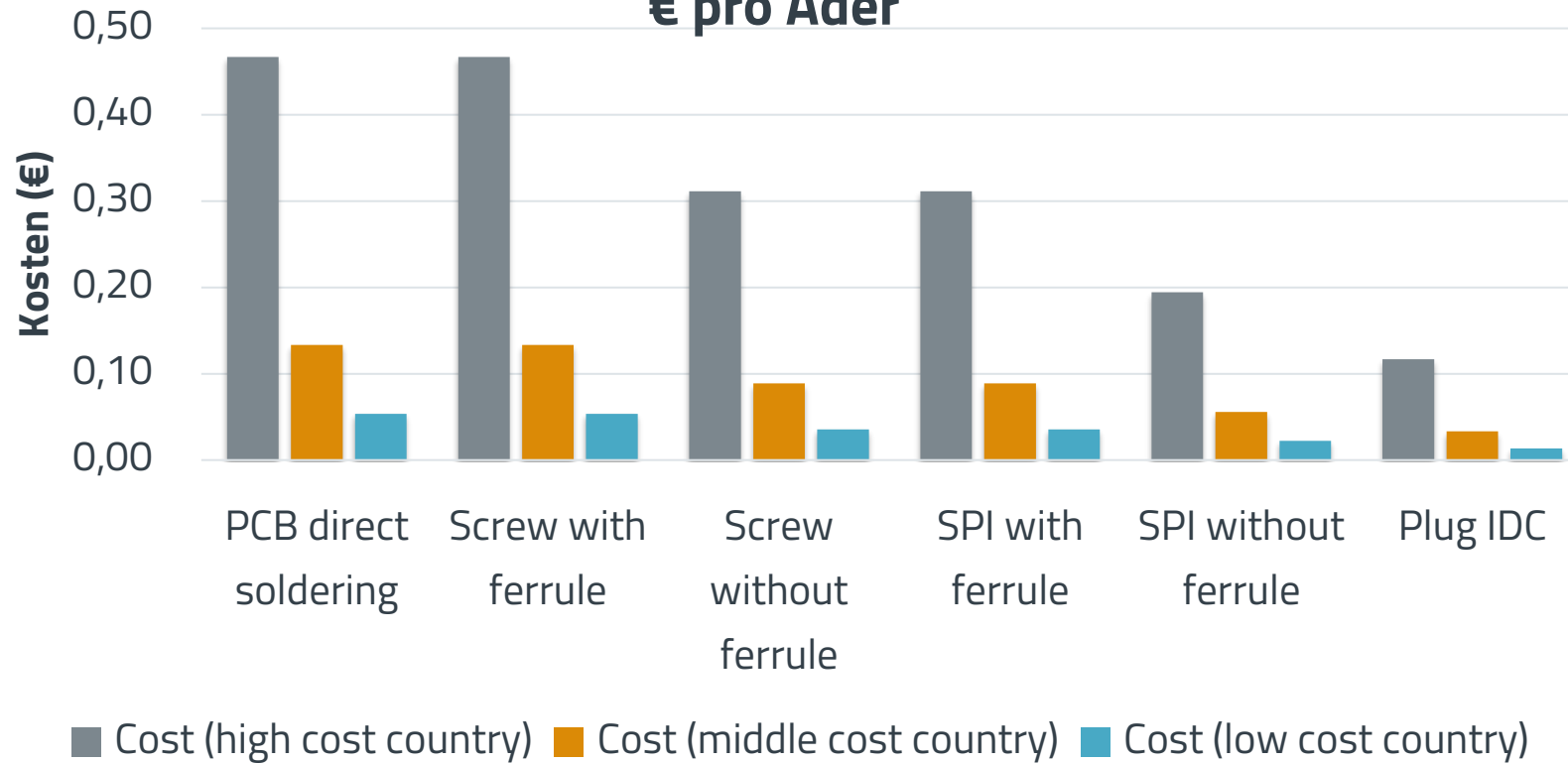
## Technologie ungefähre Verbindungszeit



# Kosten für die Verbindungsherstellung

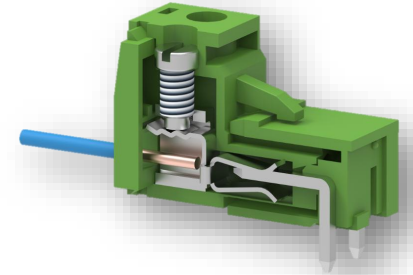
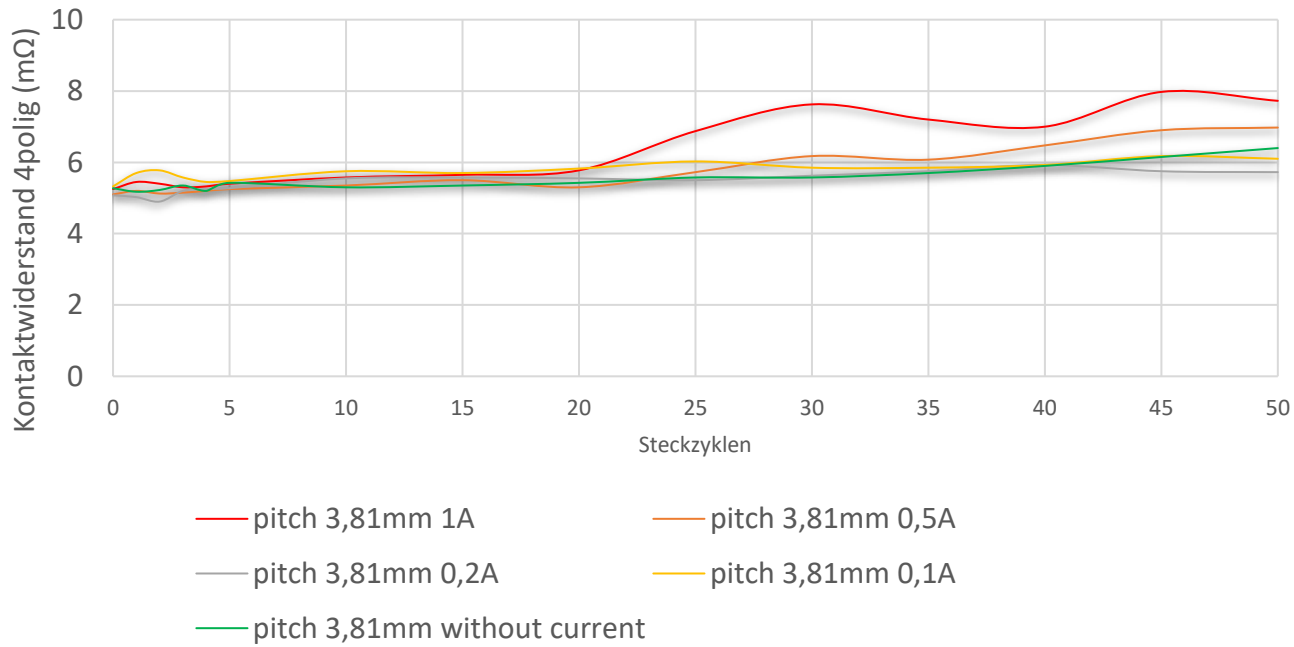
## Schätzen Sie die Verbindungskosten

€ pro Ader



# Steckbarer Hot- und Cold-Swap

Stecker TBL RM 3,81 4 polig  
hot - cold swap

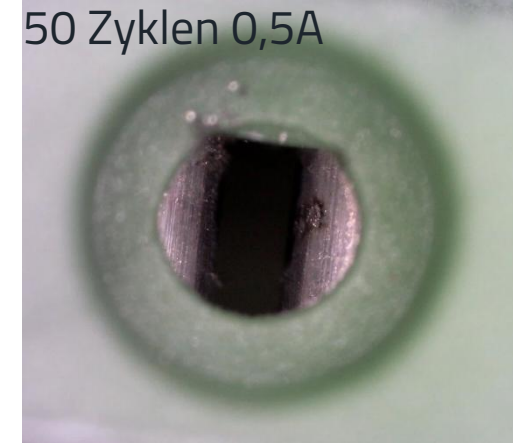


$I_{max.} = 10A$

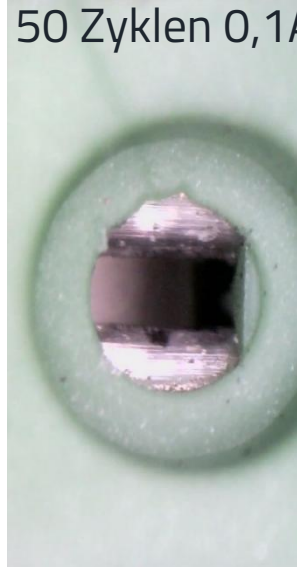
50 Zyklen 1A



50 Zyklen 0,5A



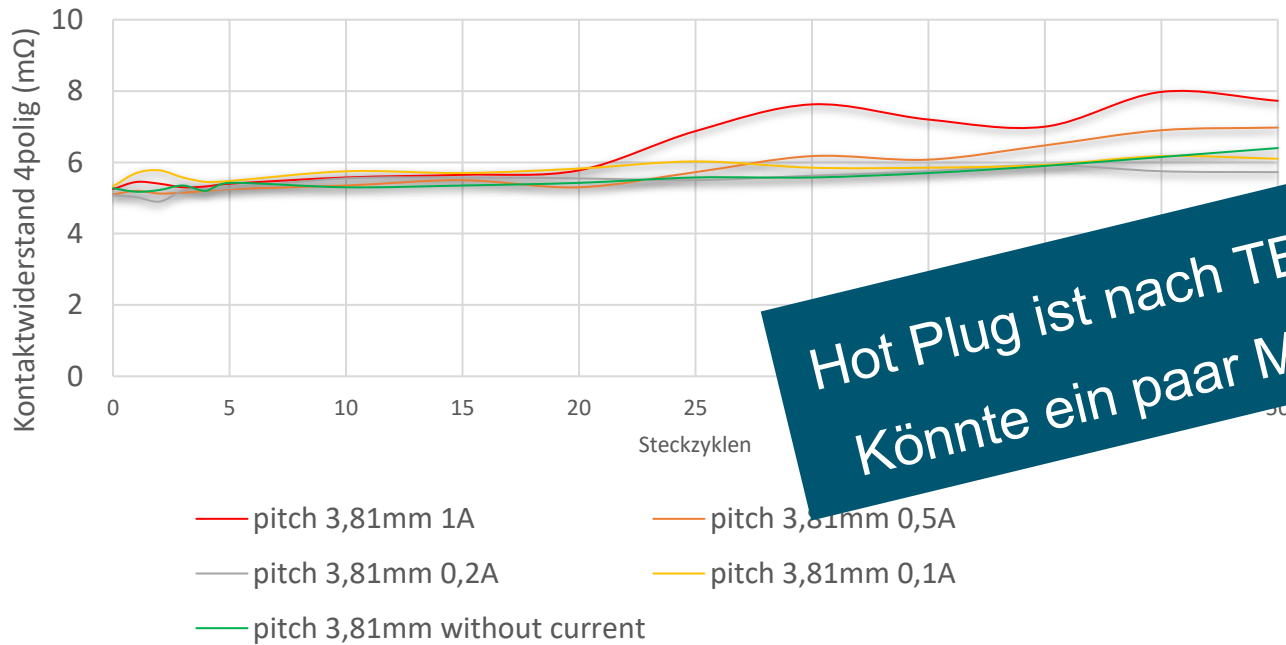
50 Zyklen 0,1A



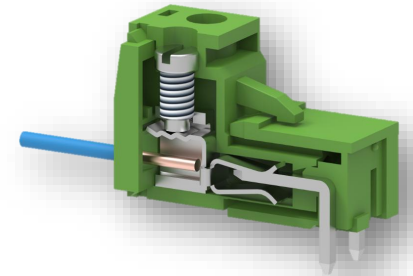
Kontaktwiderstand des Steckers 4 polig in Reihe

# Steckbarer Hot- und Cold-Swap

Stecker TBL RM 3,81 4 polig  
hot - cold swap



Hot Plug ist nach TBL-Standards nicht zulässig  
Könnte ein paar Mal aus Versehen passieren



I<sub>max.</sub> = 10A

50 Zyklen 1A



50 Zyklen 0,1A

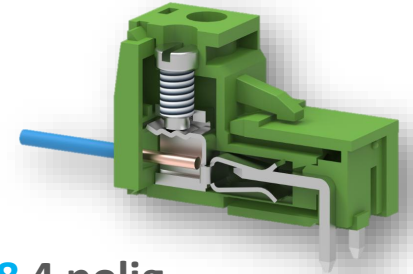
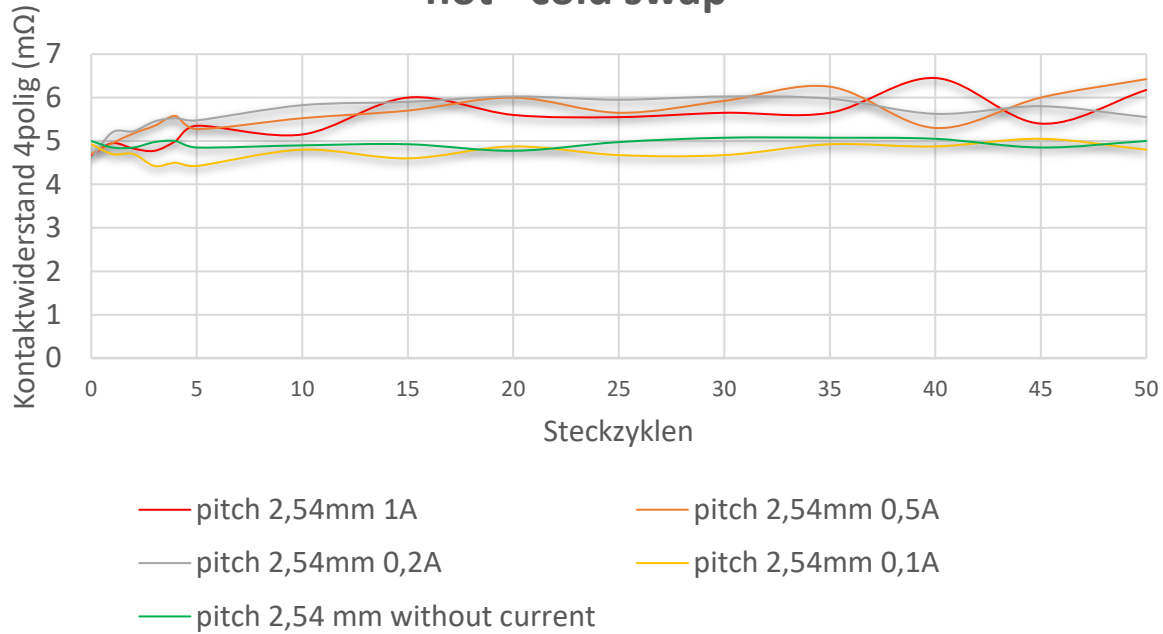


Kontaktwiderstand des Steckers 4 polig in Reihe

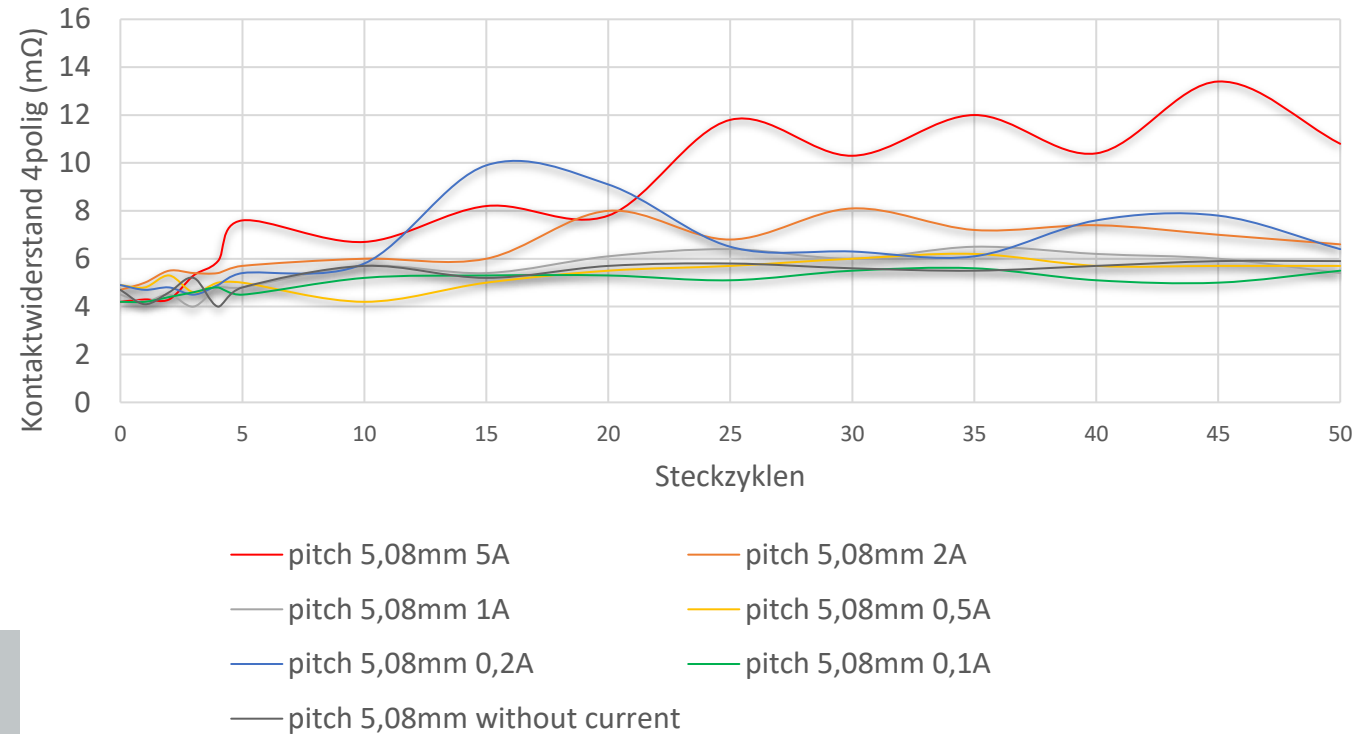


# Steckbarer Hot- und Cold-Swap

Stecker TBL RM 2,54 4 polig  
hot - cold swap

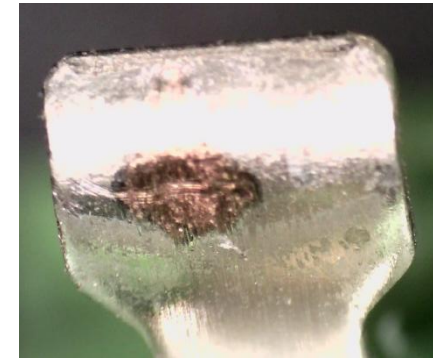
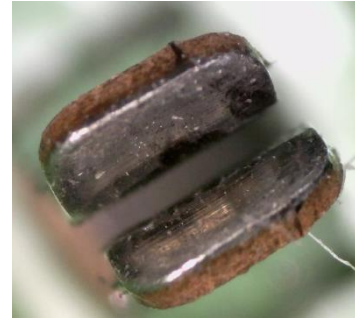


Stecker TBL RM 5,08 4 polig  
Hot - cold and signal swap

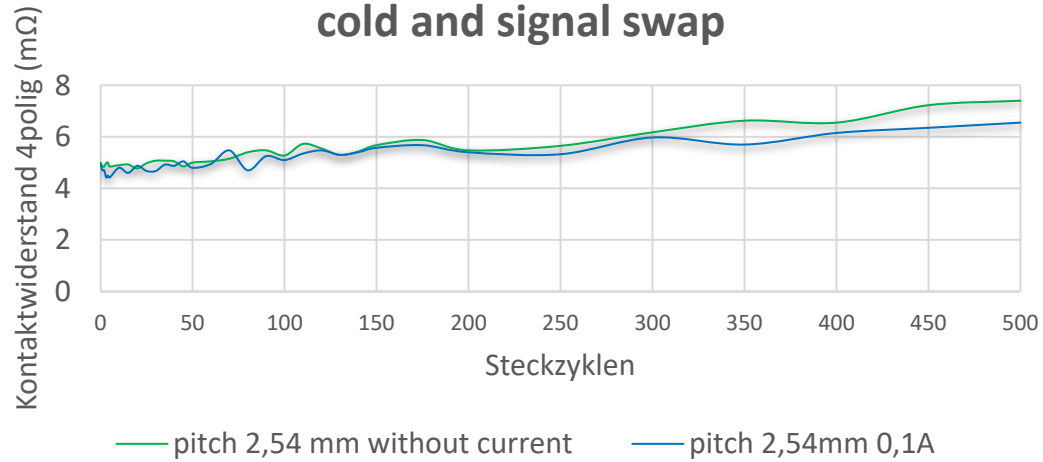


Kontaktwiderstand des Steckers 4 polig in Reihe

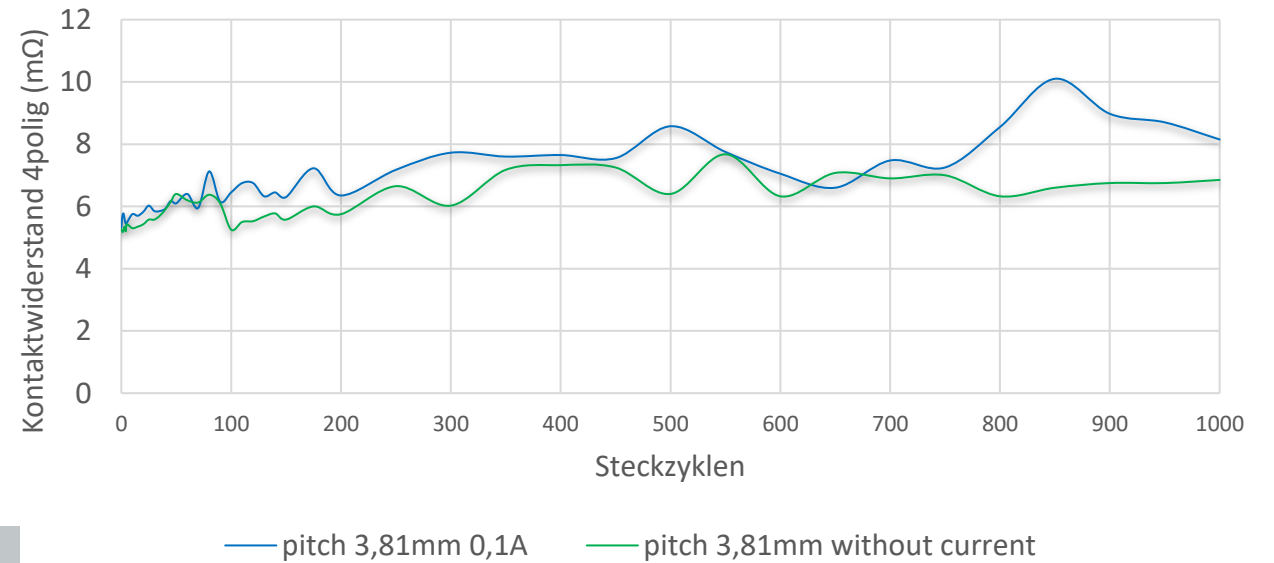
# Steckbarer Hot- und Cold-Swap



Stecker TBL RM **2,54** 4 polig  
cold and signal swap

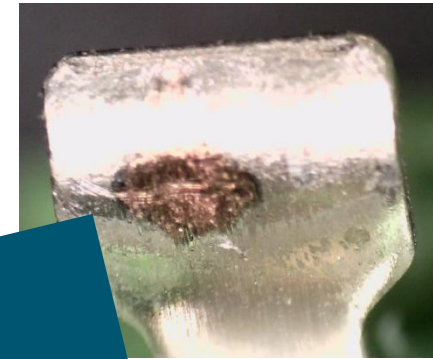


Stecker TBL RM **3,81** 4 polig  
cold and signal swap



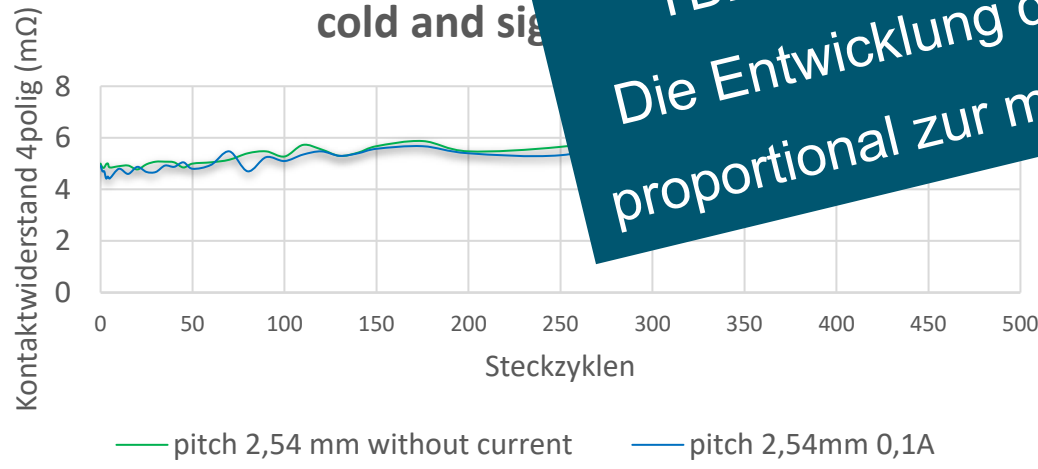
Kontaktwiderstand des Steckers 4 polig in Reihe

# Steckbarer Hot- und Cold-Swap

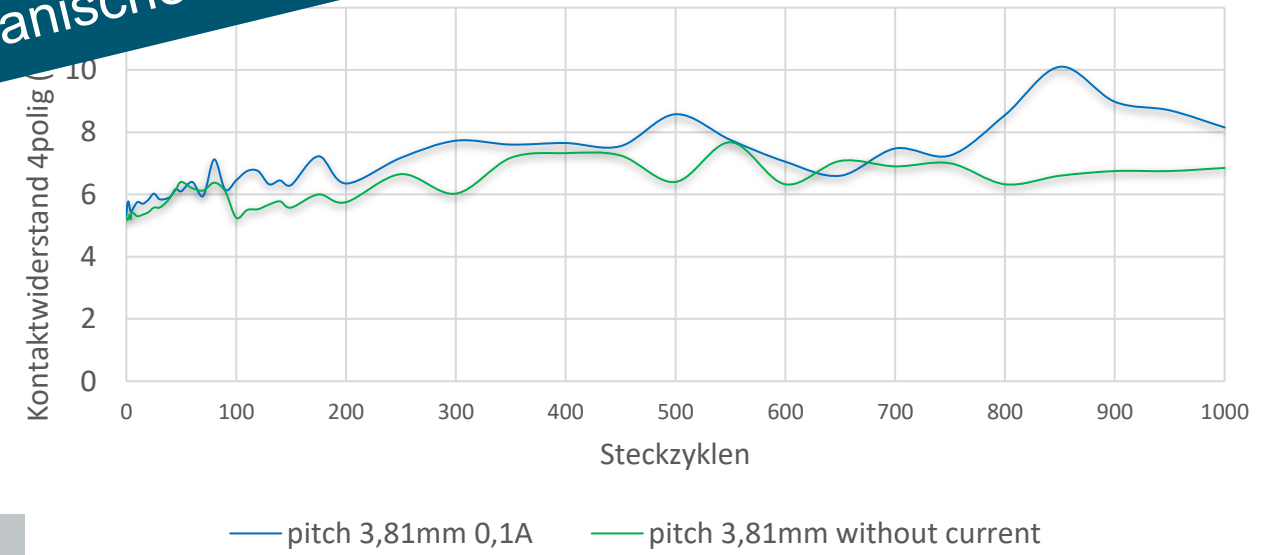


TBL sind robust im Cold- und Signal-Swap.  
 Die Entwicklung des Kontaktwiderstands könnte proportional zur mechanischen Konfiguration sein.

Stecker TBL RM  
 cold and sig



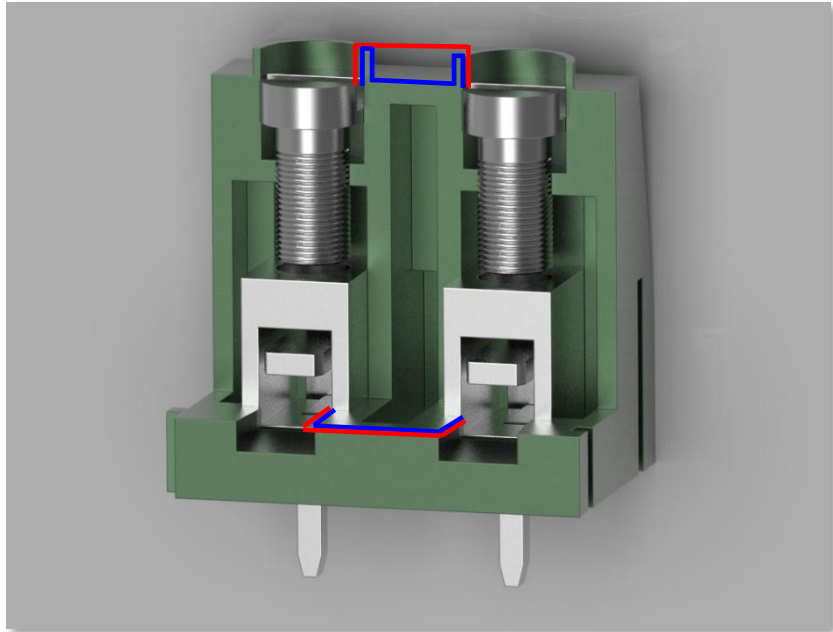
81 4 polig  
 and signal swap



## Kontaktwiderstand des Steckers 4 polig in Reihe

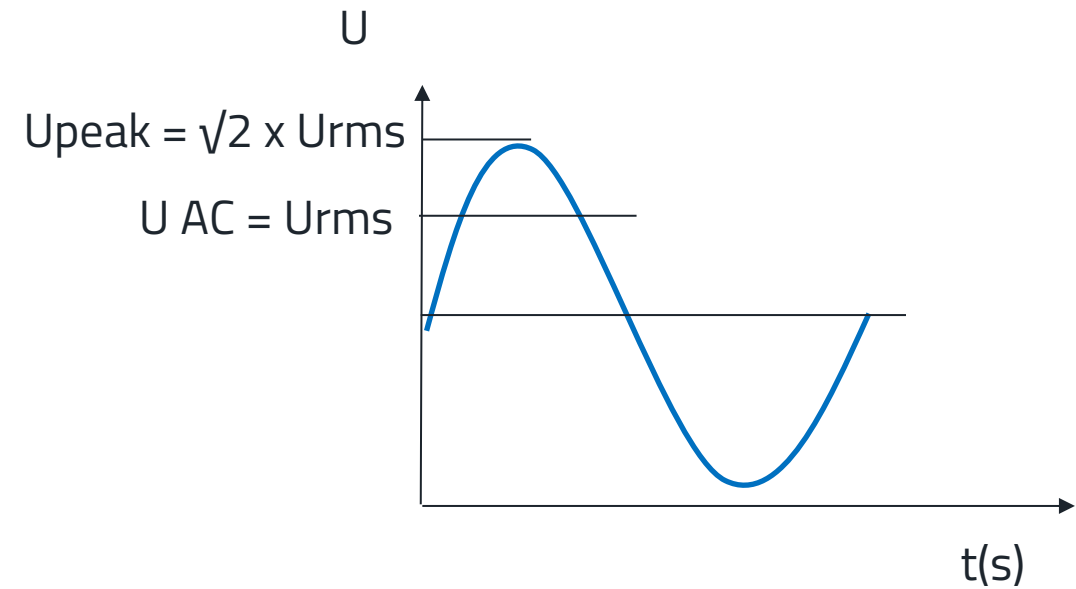


# Arbeitsspannung AC und/oder DC?



WE-eiCan

UL- und IEC/VDE-Regeln sind unterschiedlich →  
Die Arbeitsspannung kann unterschiedlich sein

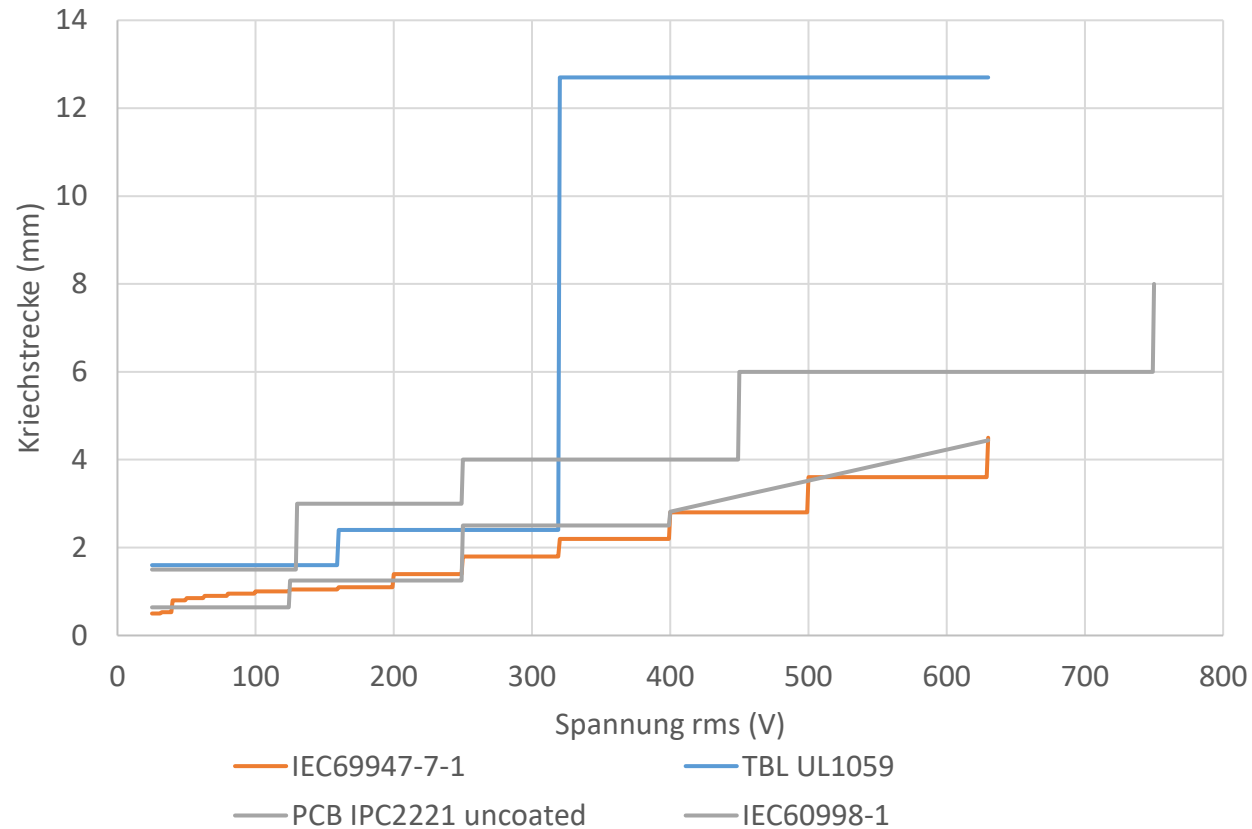


U DC entspricht  $U_{\text{rms}}$  und  
U AC für Leistung und  
Luftstrecke + Kriechstrecke

# Arbeitsspannung UL und VDE

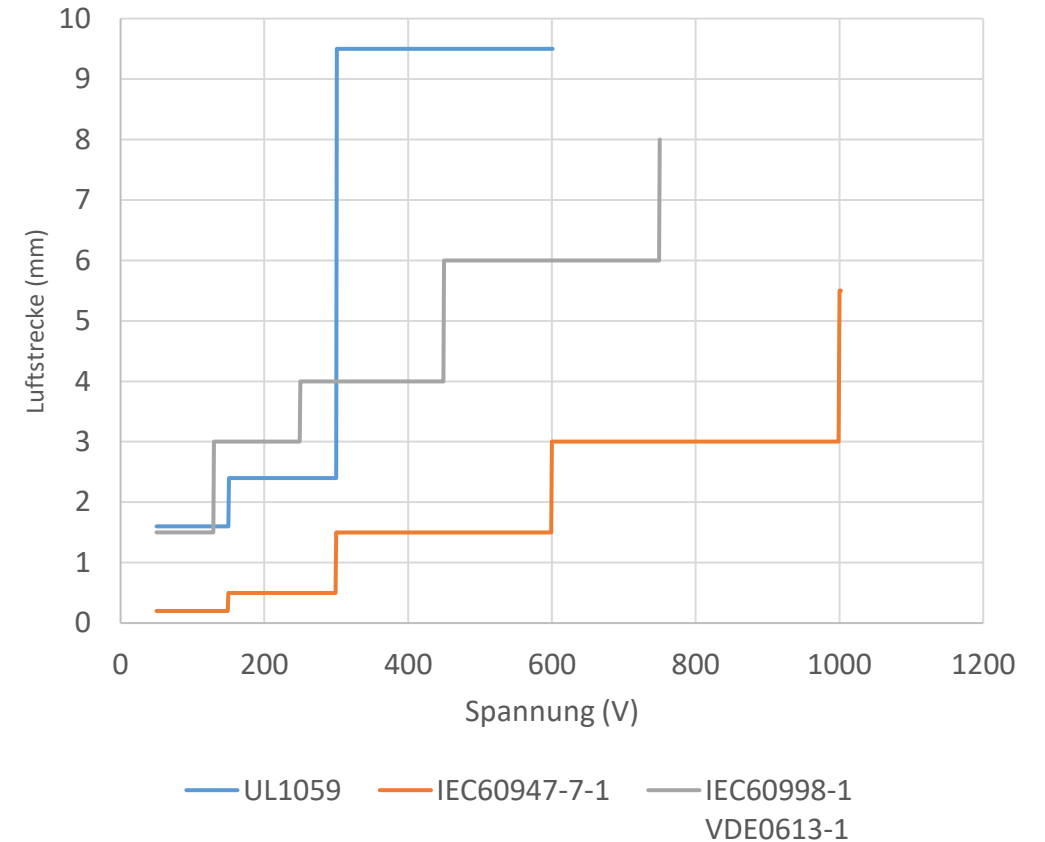
## Minimale Kriechstrecke

mit Verschmutzungsgrad 2, Gruppenmaterial II auf 2000m zur elektronischen Anwendung



## Mindestabstand

Überspannungskategorie II

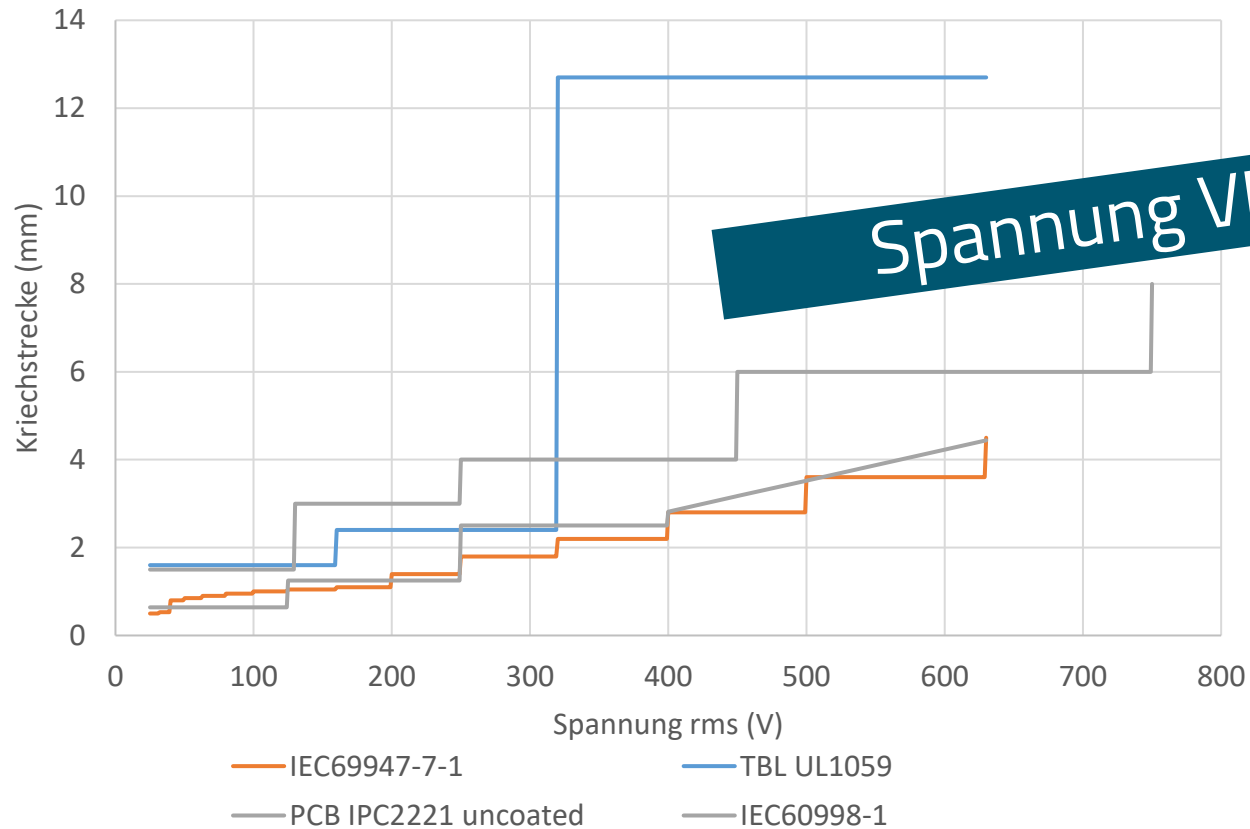


All pictures: WE-eiCan

# Arbeitsspannung UL und VDE

## Minimale Kriechstrecke

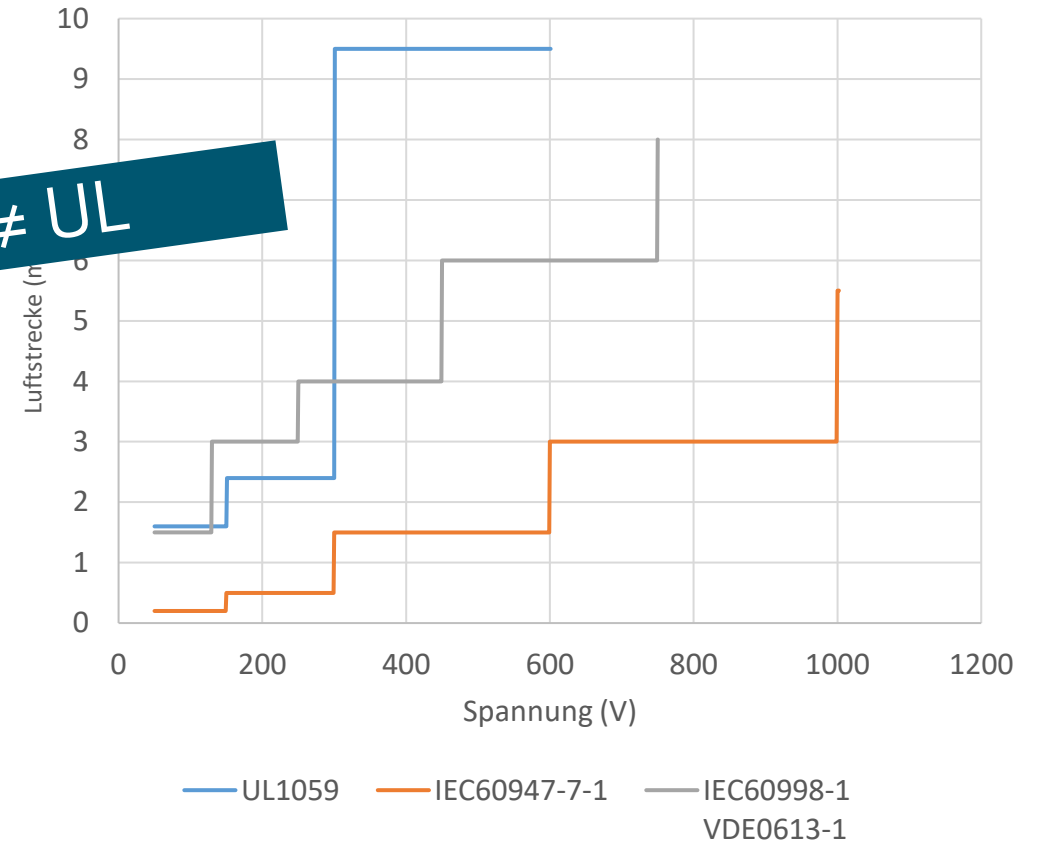
mit Verschmutzungsgrad 2, Gruppenmaterial II auf 2000m zur elektronischen Anwendung



Spannung VDE ≠ UL

## Mindestabstand

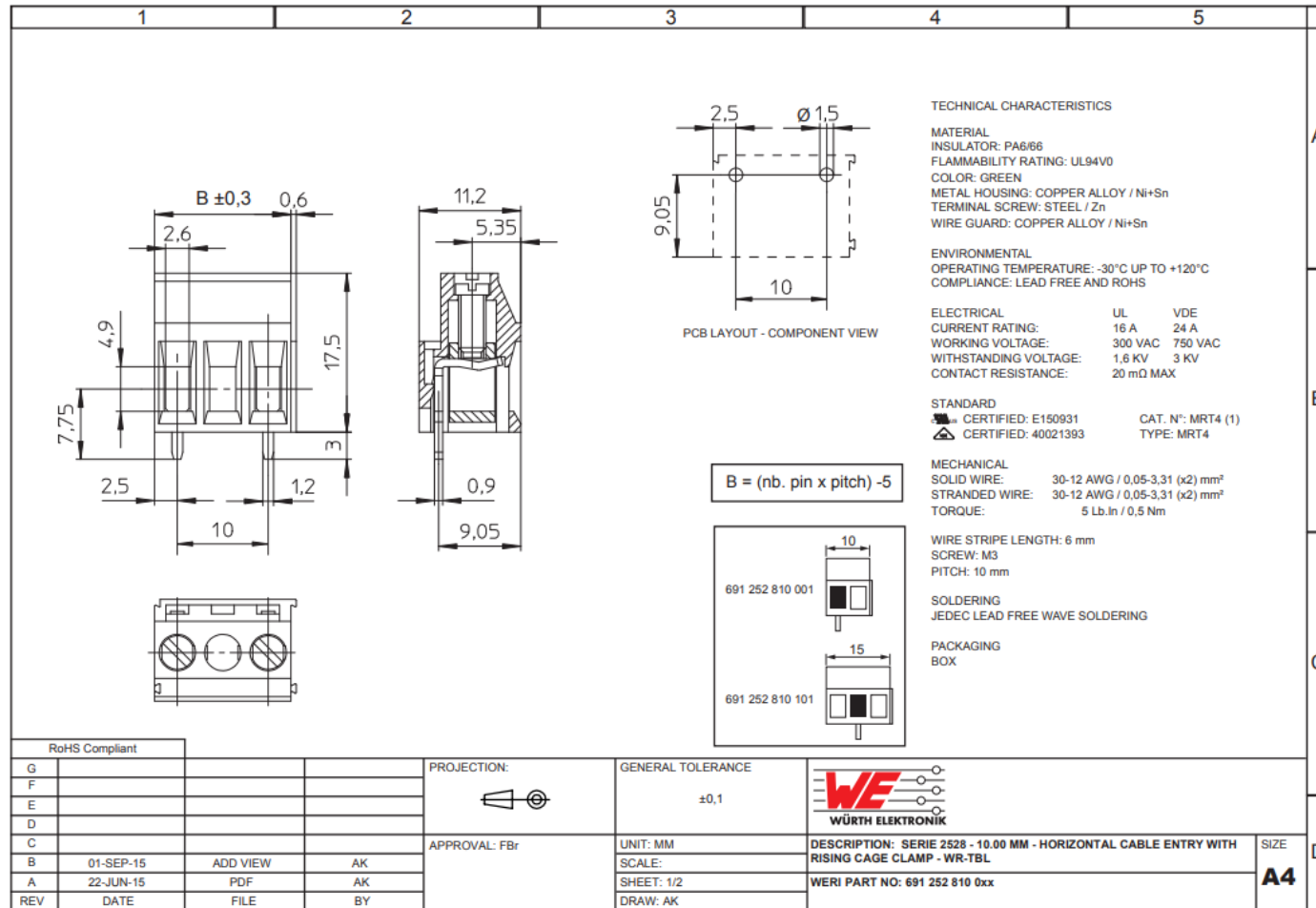
Überspannungskategoriell



All pictures: WE-eiCan



# Arbeitsspannung UL und VDE



ELECTRICAL	UL	VDE
CURRENT RATING:	16 A	24 A
WORKING VOLTAGE:	300 VAC	750 VAC
WITHSTANDING VOLTAGE:	1,6 KV	3 KV
CONTACT RESISTANCE:	20 mΩ MAX	



# Isolationsprüfungen

## *Isolationswiderstand* *IEC60998-1*

charakteristisch

Test

500VDC für 1min

>5MΩ zwischen  
Pole



## *Spannungsfestigkeit* *IEC60998-1*

charakteristisch

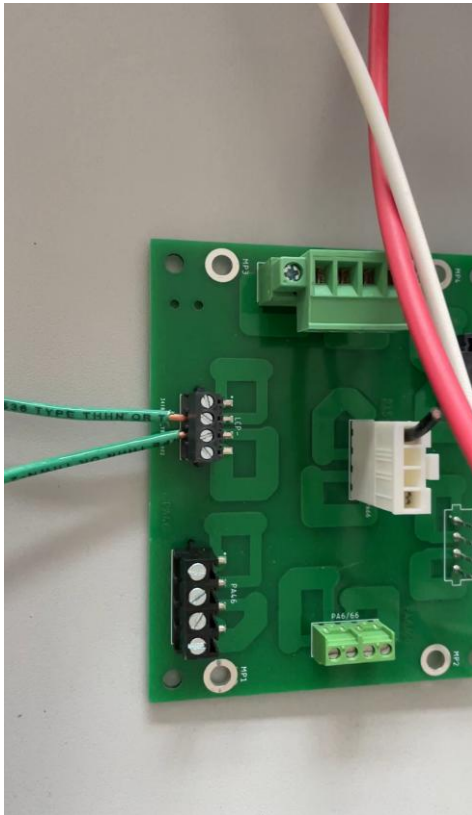
Test

Testspannung  
abhängig von  
TBL  
1min

kein Ausfall

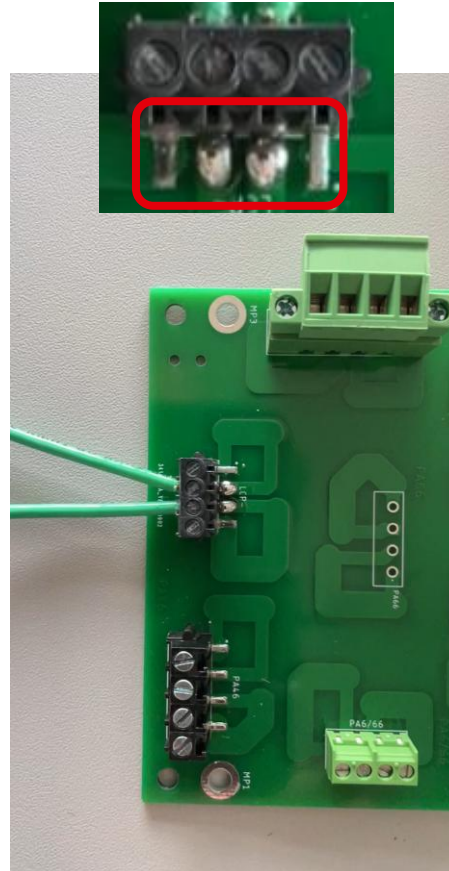
# Durchschlagsspannung

Stand der Technik



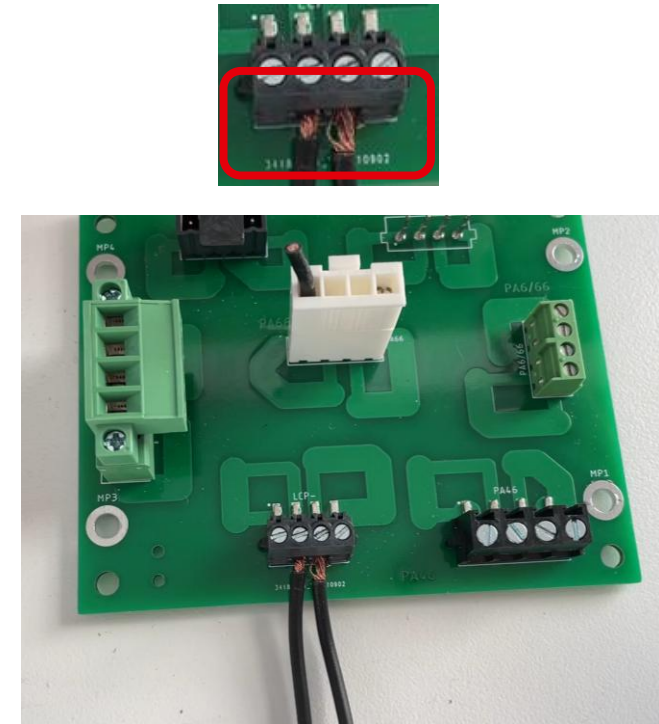
3 kV

Schlechtes Löten



2,1 kV

Schlechte Abisolierung

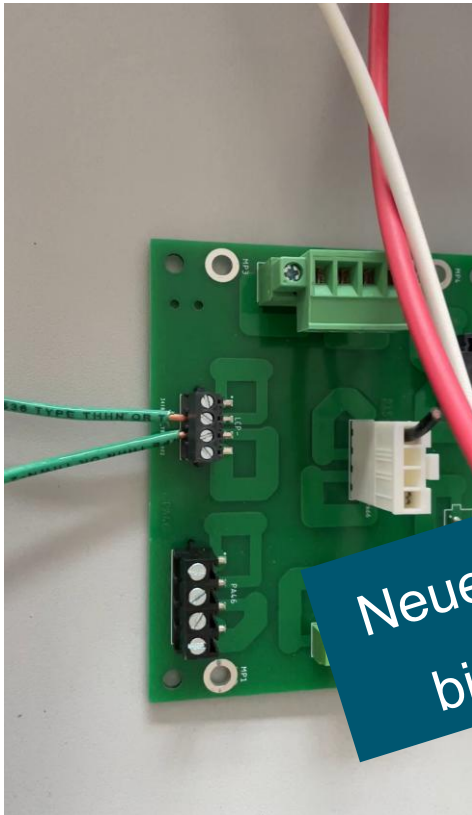


1,9 kV

ELECTRICAL	cULus
CURRENT RATING:	10 A
WORKING VOLTAGE:	300 VAC
<b>WITHSTANDING VOLTAGE:</b>	<b>1.6KV</b>
CONTACT RESISTANCE:	20 mOhm MAX

# Durchschlagsspannung

Stand der Technik



3 kV

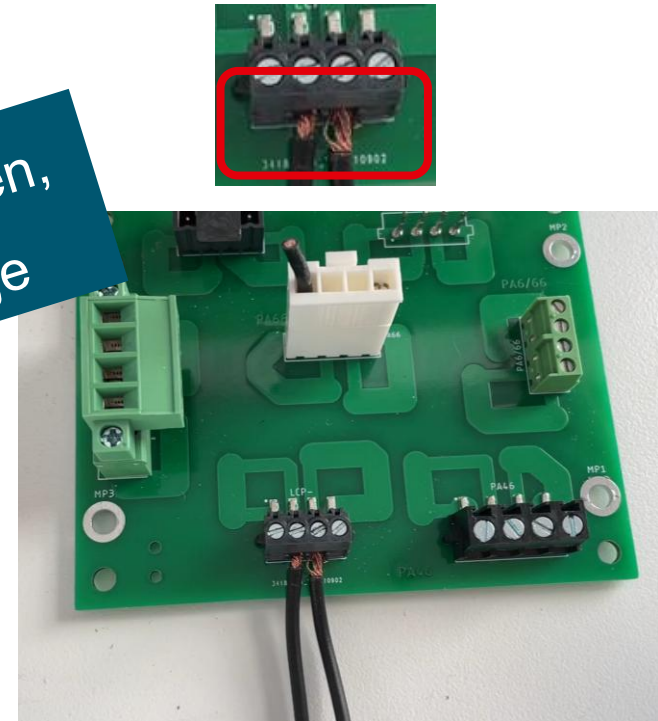
Schlechtes Löten



2,1 kV

ELECTRICAL	cULus
CURRENT RATING:	10 A
WORKING VOLTAGE:	300 VAC
<b>WITHSTANDING VOLTAGE:</b>	<b>1.6KV</b>
CONTACT RESISTANCE:	20 mOhm MAX

Schlechte Abisolierung



1,9 kV

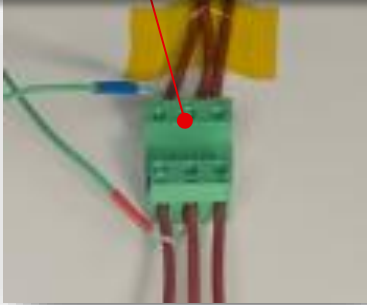
Neue Produkte, die sorgfältig verwendet werden,  
bieten eine entsprechende Sicherheitsmarge

# Wie der Arbeitsstrom bei WE ausgelegt ist

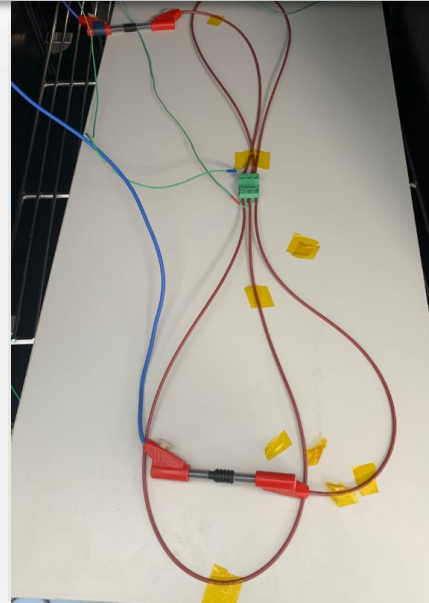
## ■ Testmethode

ELECTRICAL	cULus
CURRENT RATING:	20A
WORKING VOLTAGE:	300VAC
WITHSTANDING VOLTAGE:	1.6KV
CONTACT RESISTANCE:	20 mOhm max

Heissester Punkt



Elektrische Verdrahtung



UL:  $\Delta T < 30K$  am heissesten Punkt



Sp1 46,5 °C

Umgebung = 21,7 °C

→  $\Delta T = 24,8K$

# Arbeitsstrom UL und VDE

## Was ist der Unterschied zwischen UL und VDE?

**UL**  
Ader AWG  
 $\Delta T < 30K$

**VDE**  
Ader  $mm^2$   
 $\Delta T < 45K$

**Beispiel**  
18AWG =  $0,82mm^2$   
18AWG  $\rightarrow$   $0,75mm^2$   
7A  $\rightarrow$  9A

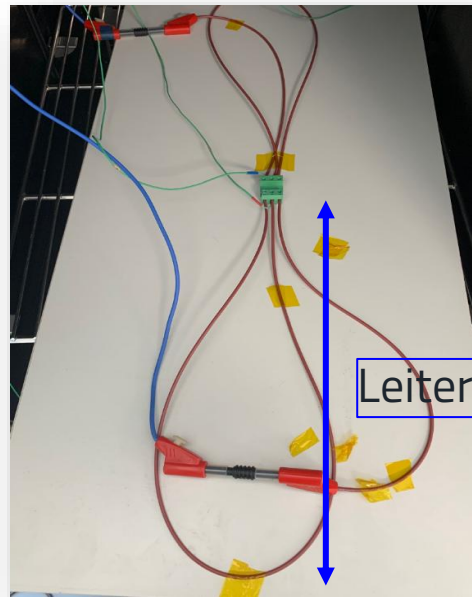
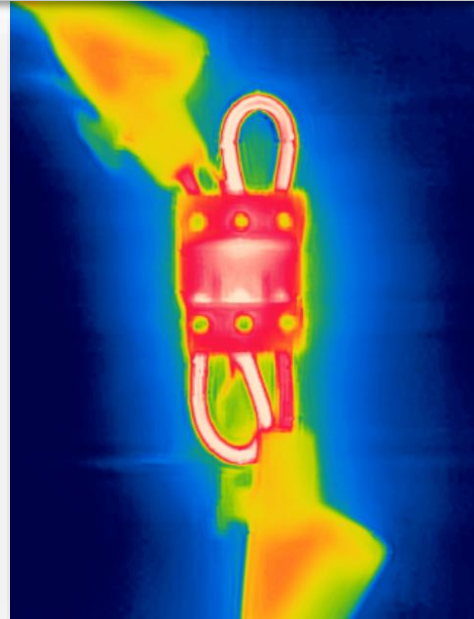
**Strom UL  $\neq$  Strom VDE**

# Leiter-Wärmeableitung: die richtige Länge?

## Test:

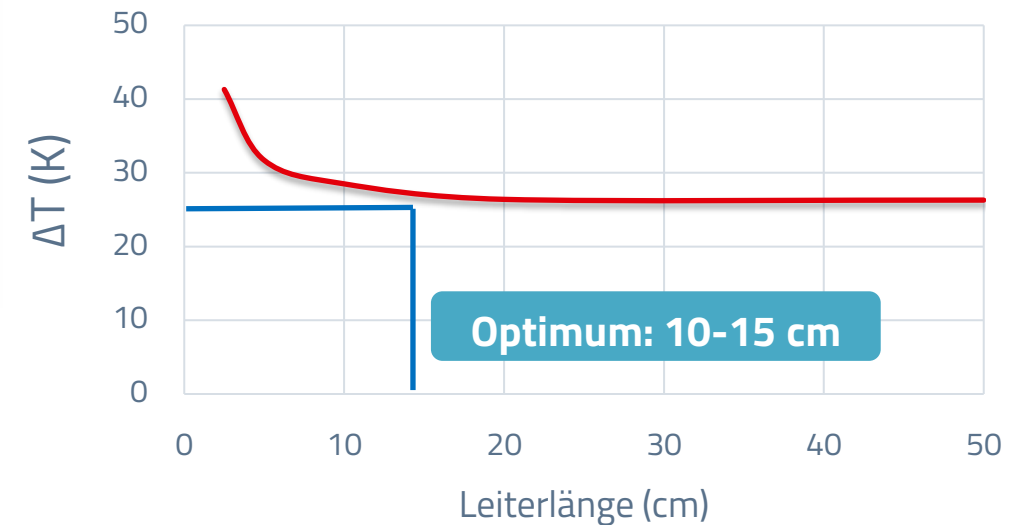
- $\Delta T$  12AWG-20A
- TBL Stecker 3 polig; RM 7,62
- Unterschiedliche Leiterlängen
- 2 Thermokoppler in 2 TBL Klemmen

12AWG – 20A – 2,5cm



Leiterlänge

## Stecker $\Delta T$ vs. Leiterlänge

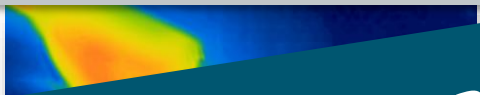


# Leiter-Wärmeableitung: die richtige Länge?

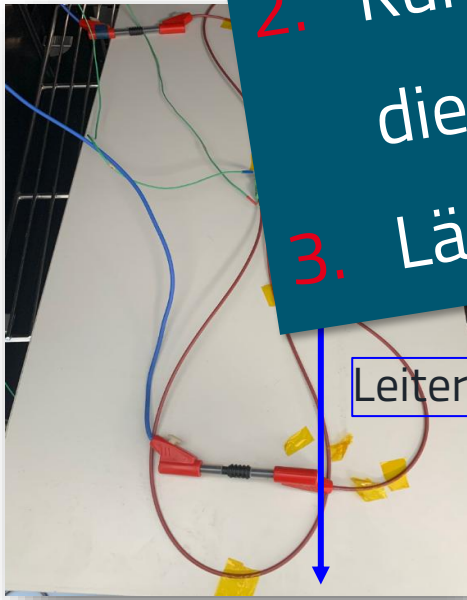
## Test:

- $\Delta T$  12AWG-20A
- TBL Stecker 3 polig; RM 7,62
- Unterschiedliche Leiterlängen
- 2 Thermoelemente an den Klemmen

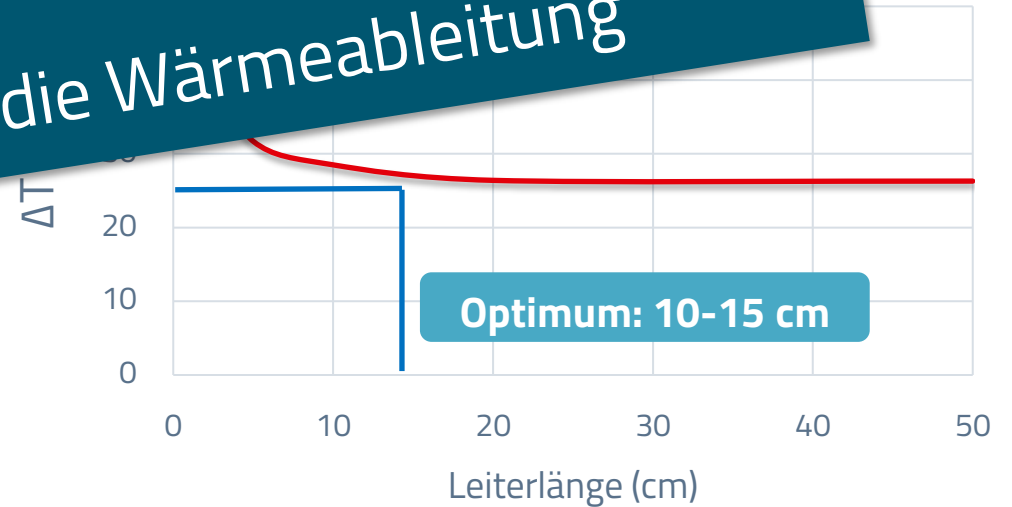
12AWG – 20A – 2,5cm



1. Optimierte Länge für Wärmeableitung: 10-15cm
2. Kürzerer Leiter erhöht die innere Steckertemperatur über die üblichen 30K
3. Längerer Leiter ist nutzlos für die Wärmeableitung



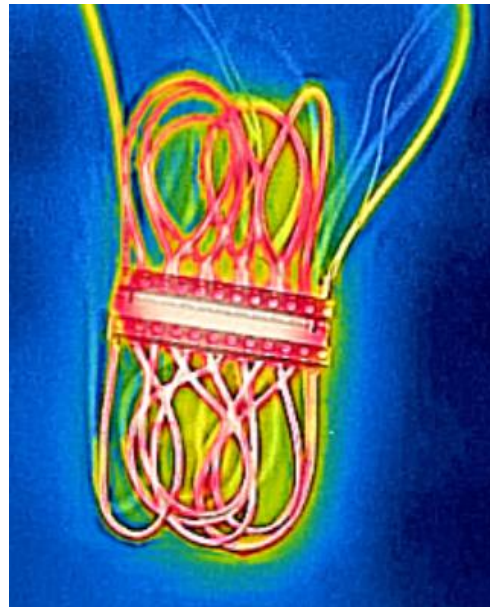
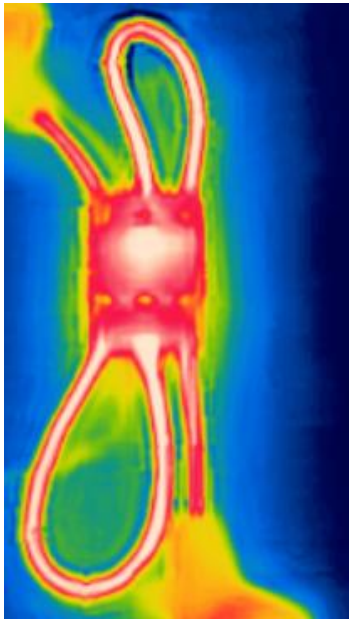
Leiterlänge



## $\Delta T=30K$ ok, aber nur mit 3 Polen?

### Test:

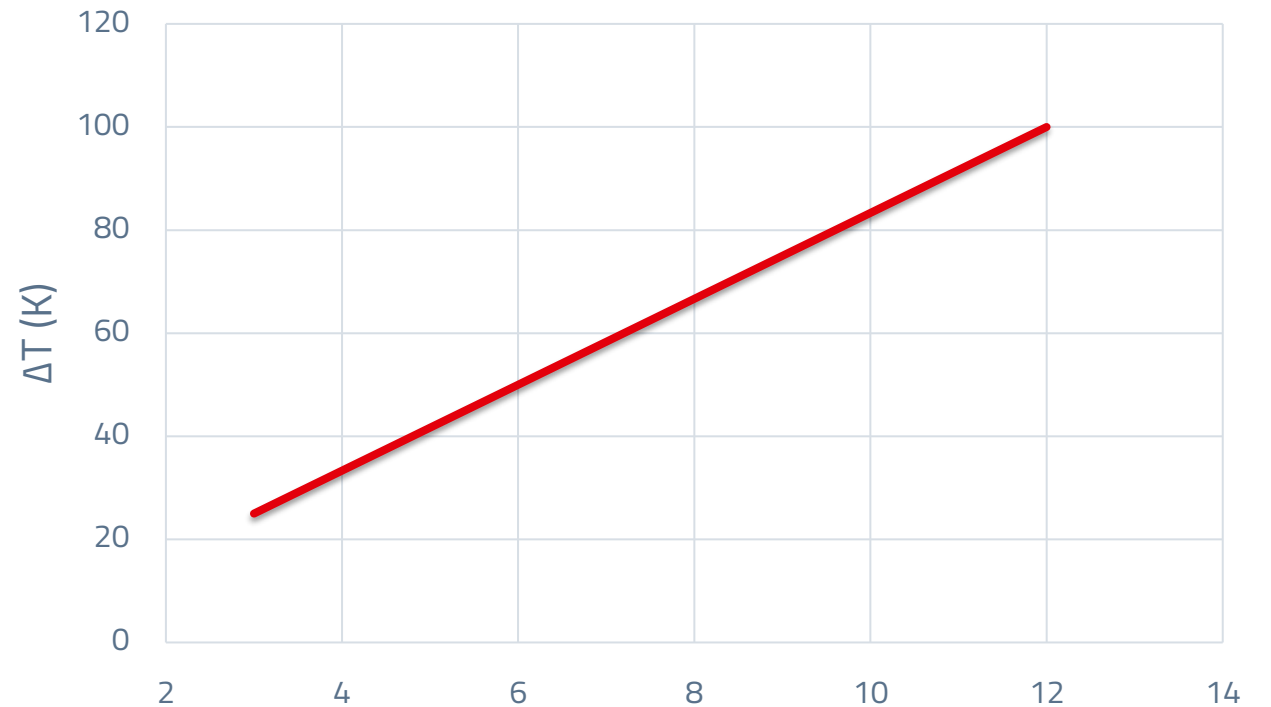
- 3 polig mit Arbeitsstrom
- Verringerung des Stroms bei höherer Polzahl nötig?



12AWG – 20A – 10cm

Was erwarten Sie?

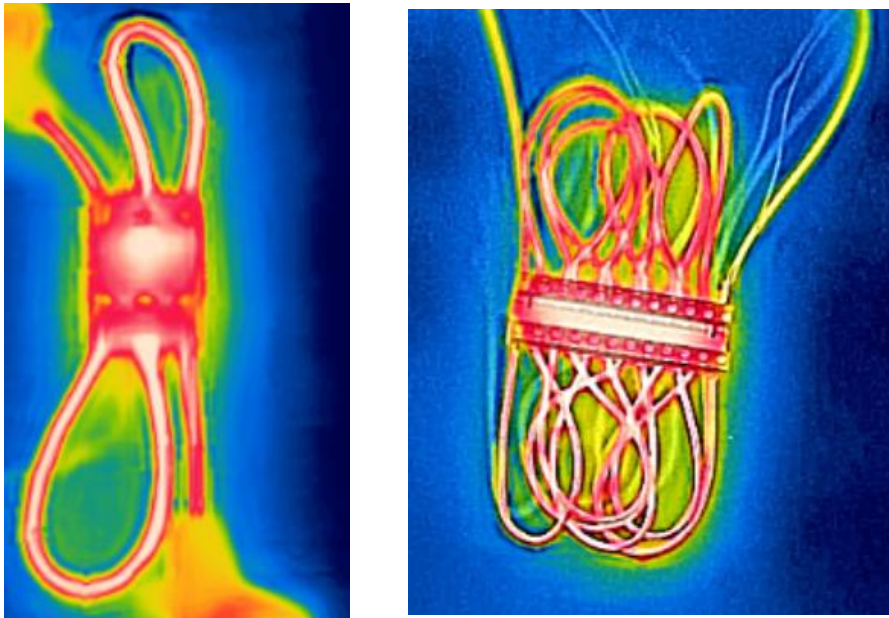
### TBL $\Delta T$ vs. Anzahl der Pole



## $\Delta T=30K$ ok, aber nur mit 3 Polen?

### Test:

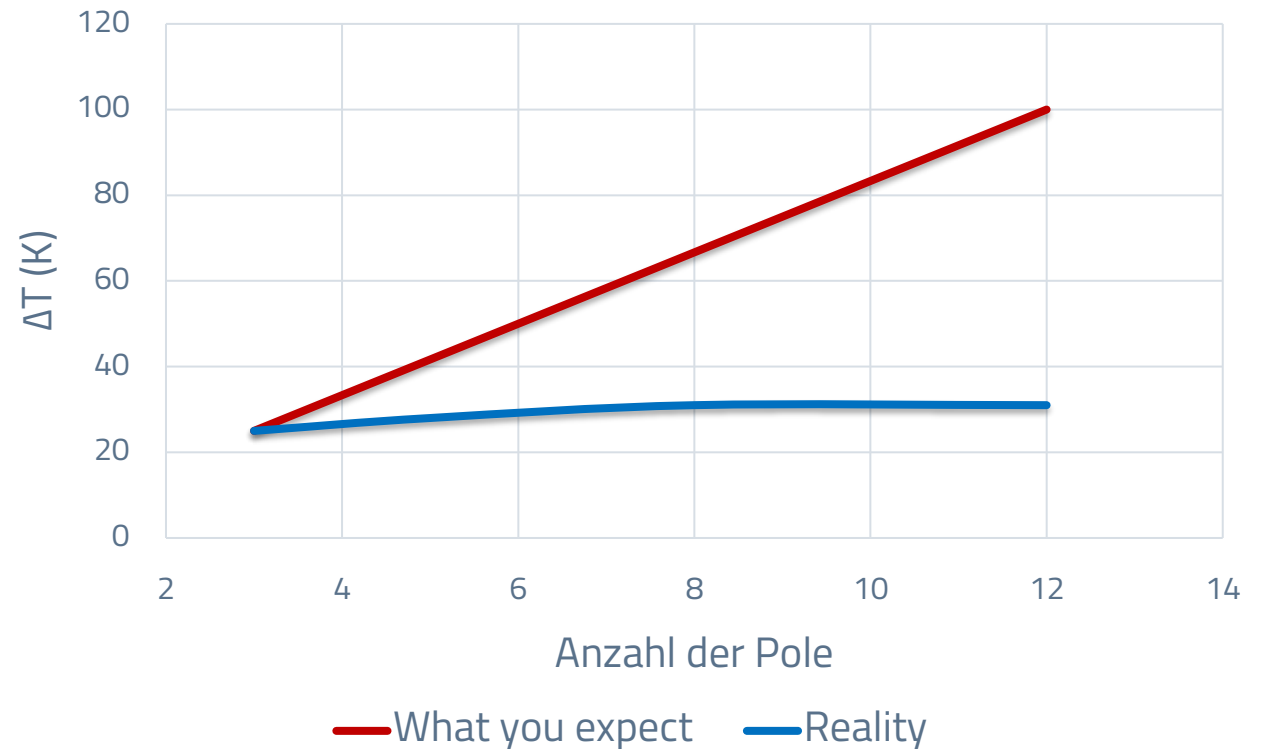
- 3 polig mit Arbeitsstrom
- Verringerung des Stroms bei höherer Polzahl nötig?



12AWG – 20A – 10cm

### Erwartung vs. Realität

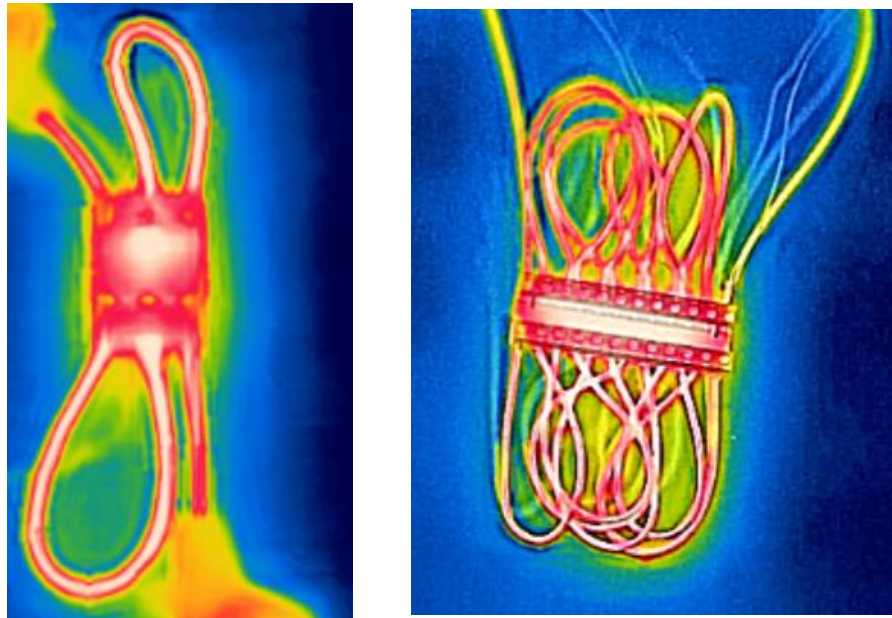
#### TBL $\Delta T$ vs. Anzahl der Pole



## $\Delta T=30K$ ok, aber nur mit 3 Polen?

### Test:

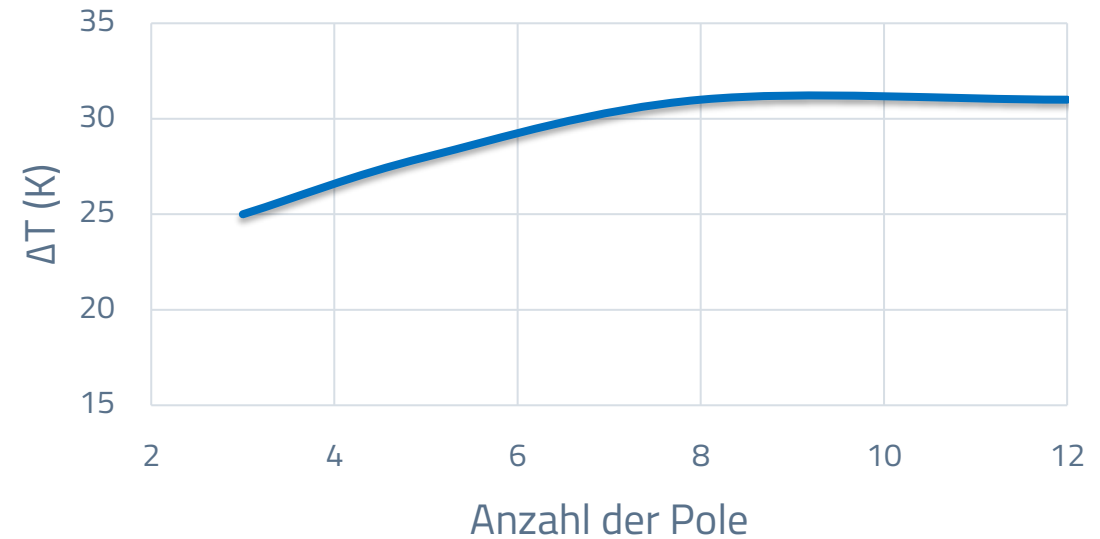
- 3 polig mit Arbeitsstrom
- Verringerung des Stroms bei höherer Polzahl nötig?



12AWG – 20A – 10cm

### Realität

### $\Delta T$ vs. Anzahl der Pole



## $\Delta T=30K$ ok, aber nur mit 3 Polen?

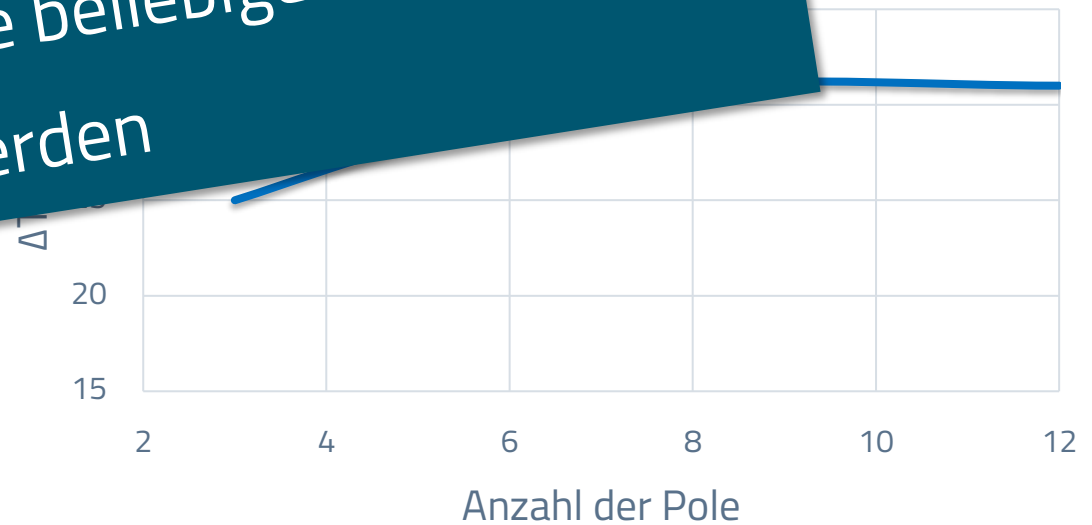
### Test:

- 3 polig mit Arbeitsstrom
- Verringerung des Stroms bei höherer Polzahl nötig?

1. Auf Grund der Sicherheitsmarge kann der Arbeitsstrom für eine beliebige Anzahl von Polen verwendet werden

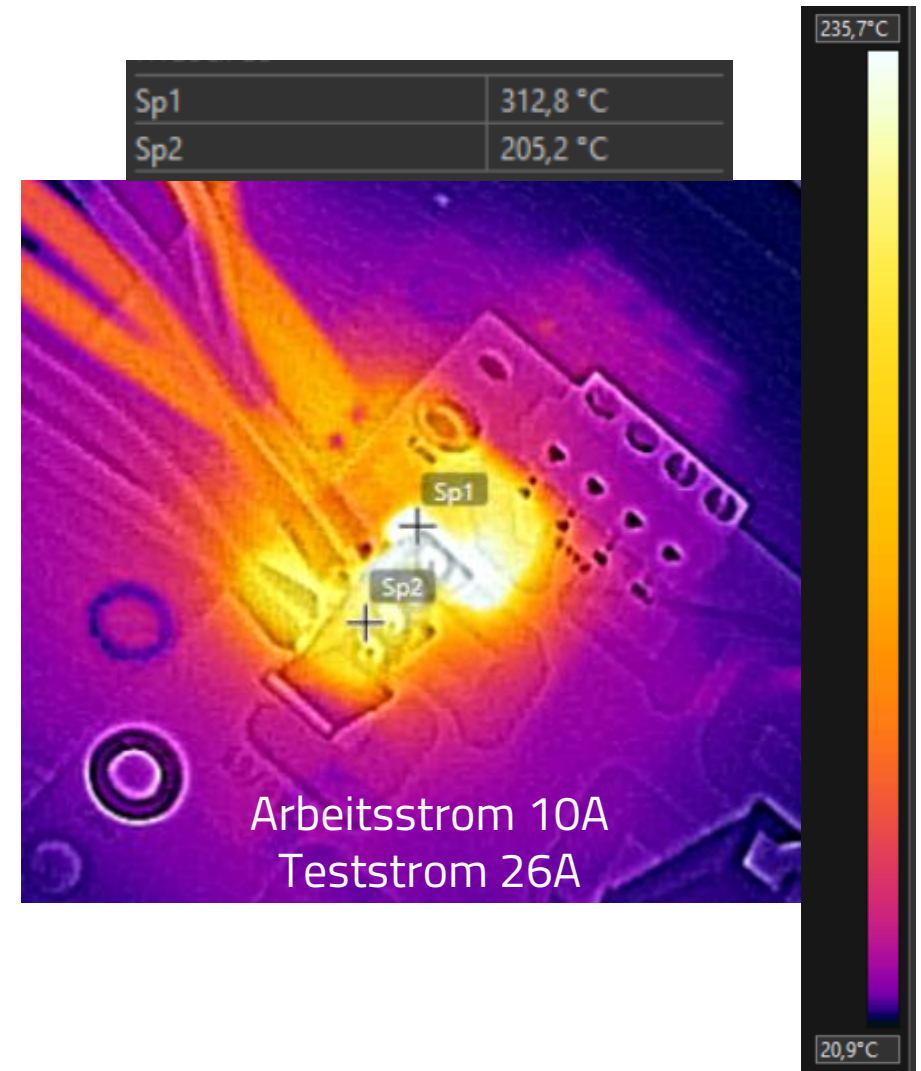
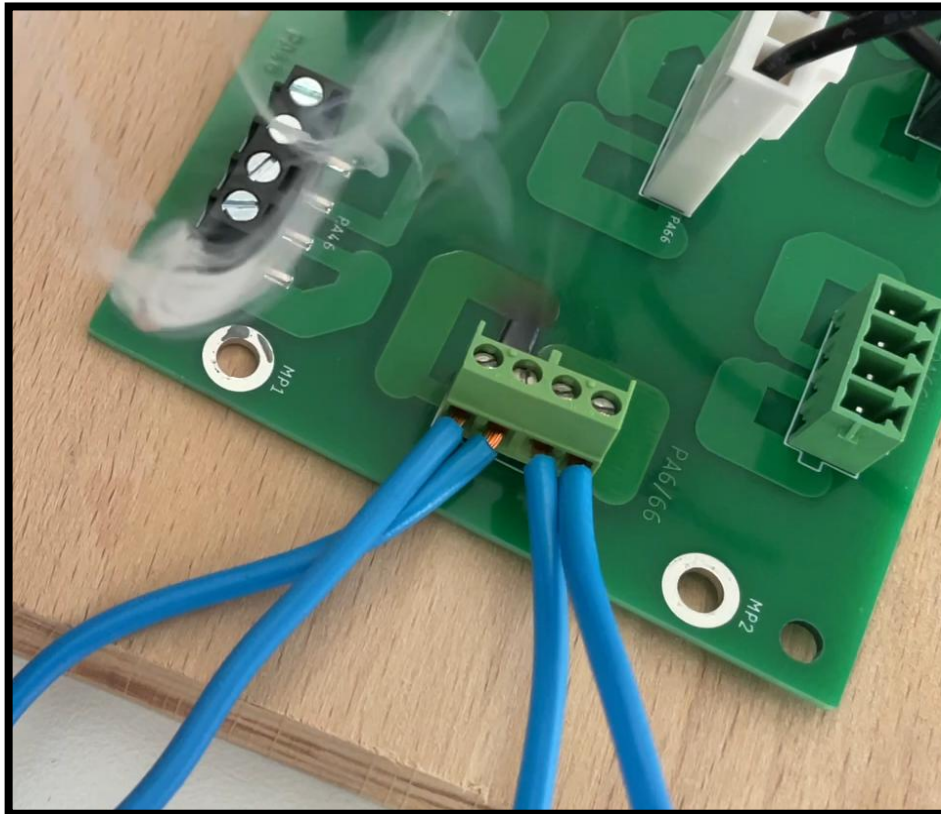


12AWG – 20A – 10cm

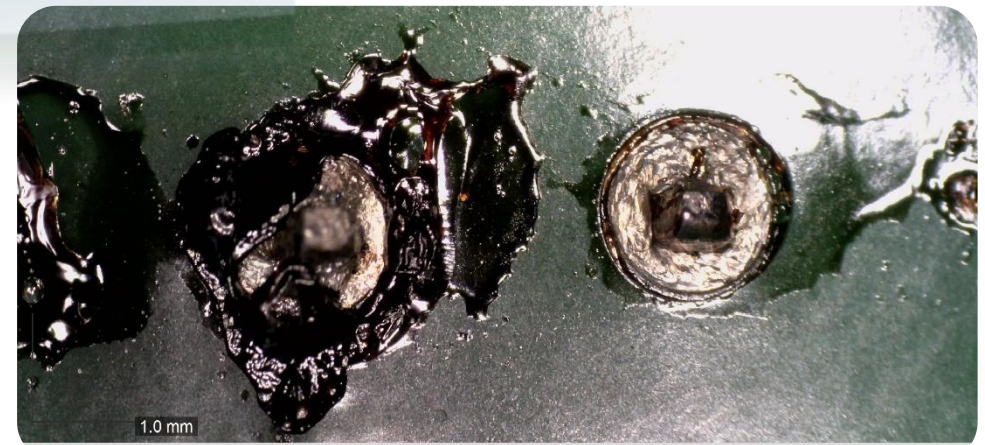
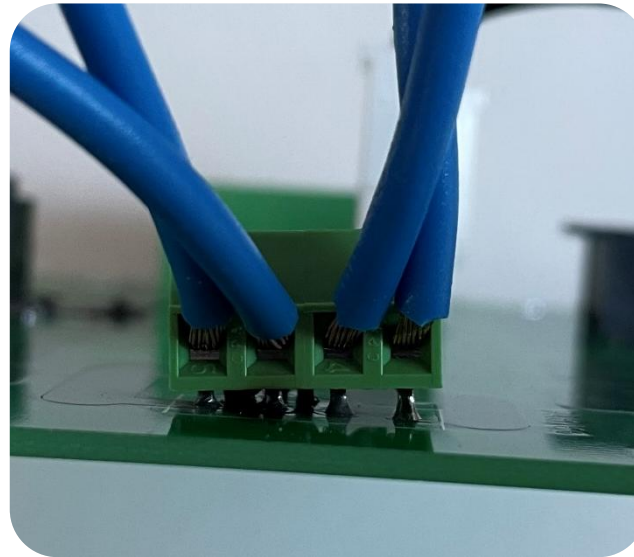


# Zu hoher Strom

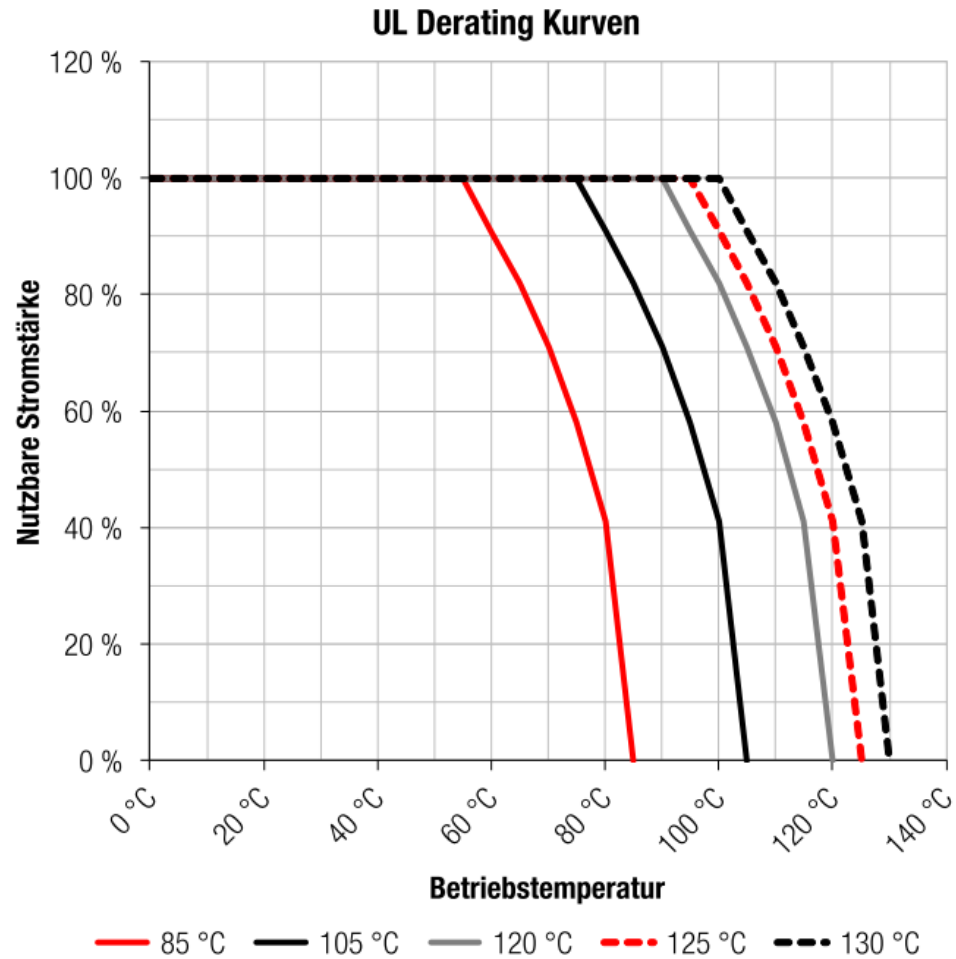
Arbeitsstrom 10A  
Teststrom 26A  
TBL PA66 (THT)



## Zu hoher Strom



# Derating Kurve

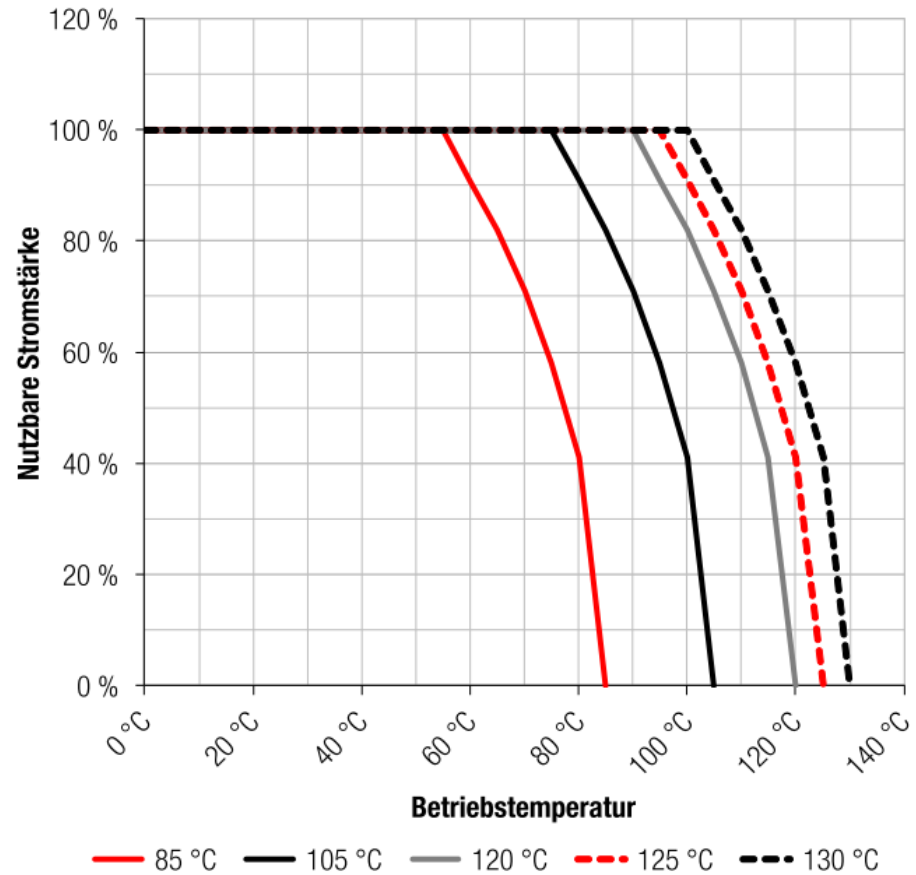


So passen Sie den Strom an hohe Temperaturen an

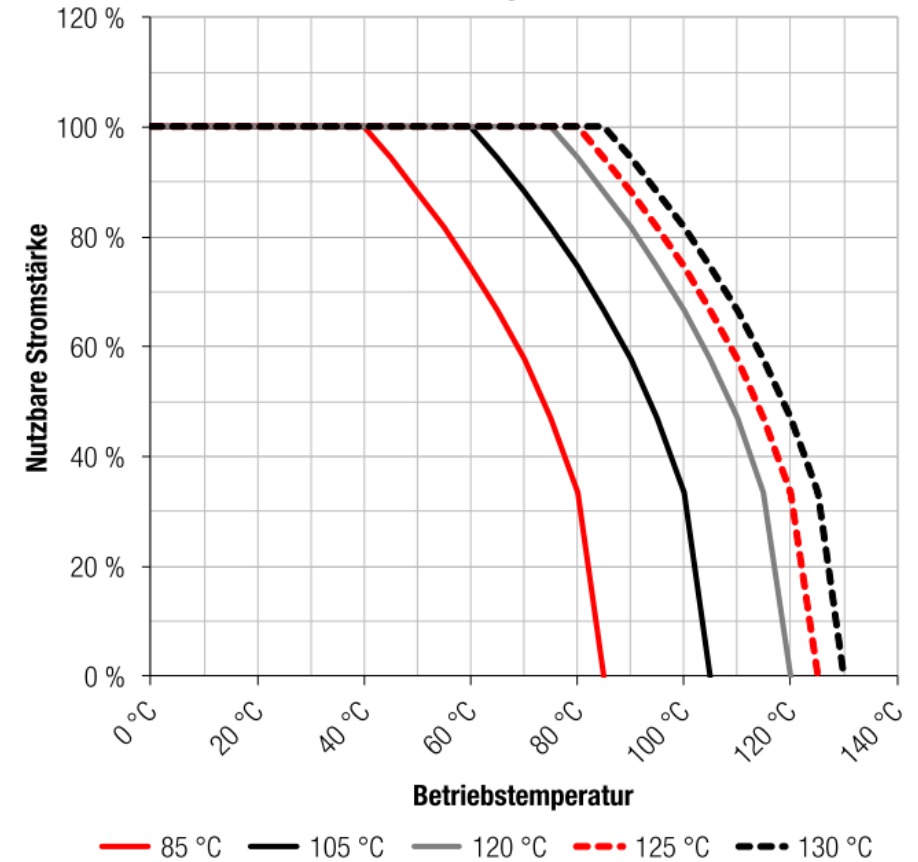


# Derating Kurven

## UL Derating Kurven



## VDE Derating Kurven



# Salzsprühnebel

## **Salzsprühnebel** *IEC60068-2-52*

+40°C – kein Kabel

5% NaCl

48h

R<sub>c</sub>,  
Auszugskraft,  
visuell

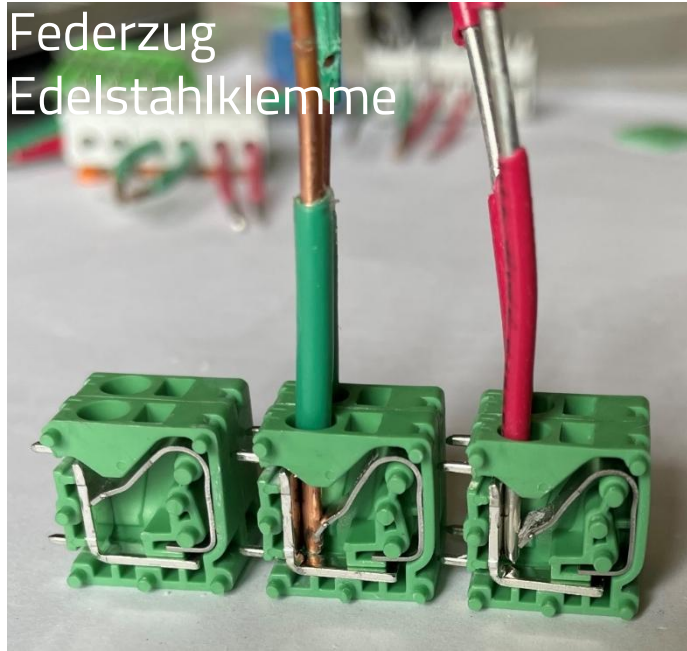
Salzsprühofen



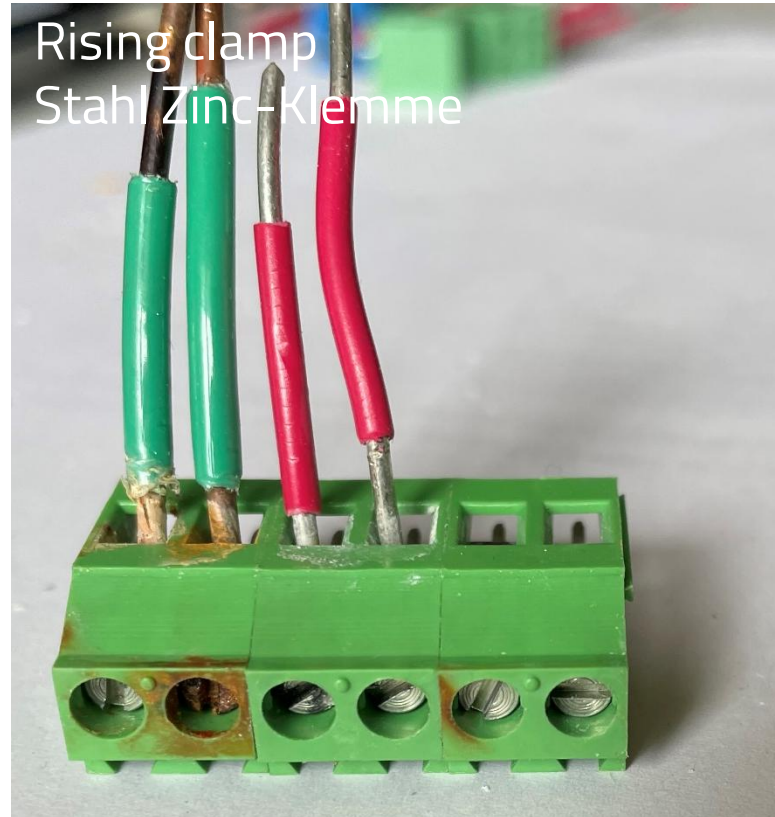
# Salzsprühnebel-Missbrauchstest

2 Tage

Federzug  
Edelstahlklemme



Rising clamp  
Stahl/Zinc-Klemme



Wire protector  
Verzinktes Messing



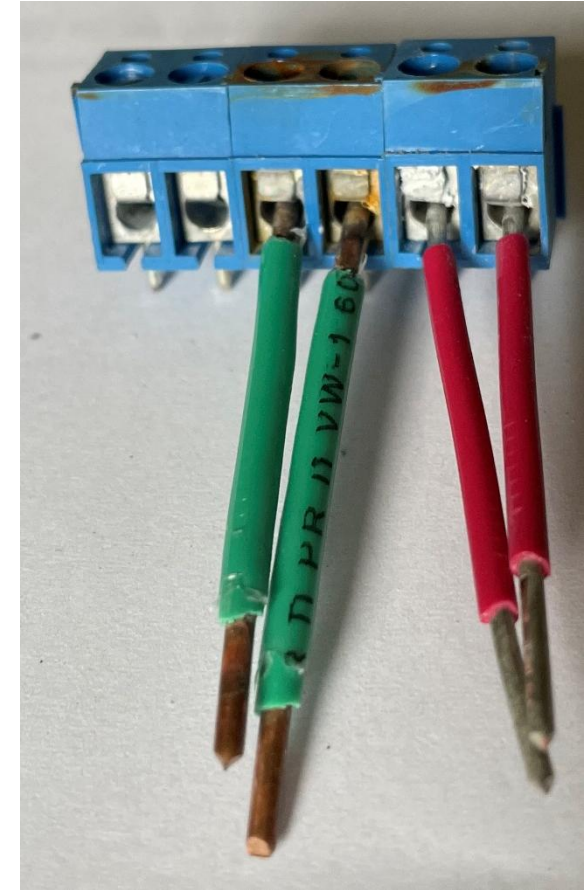
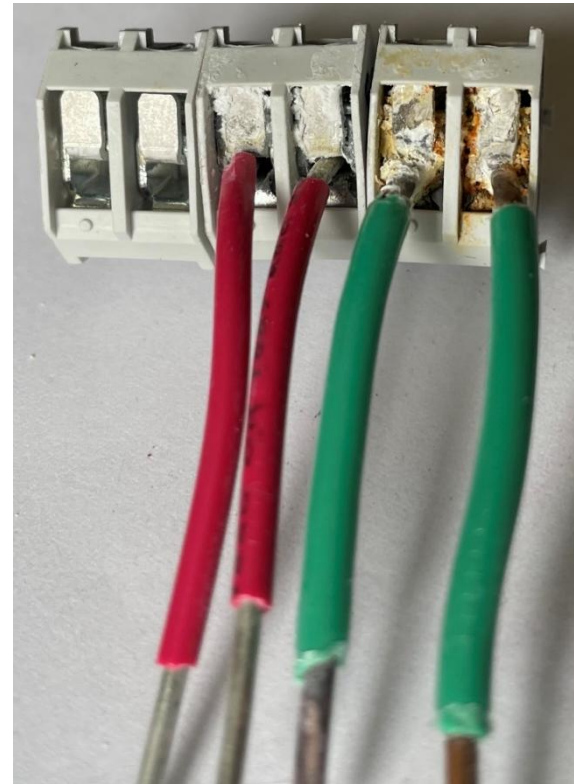
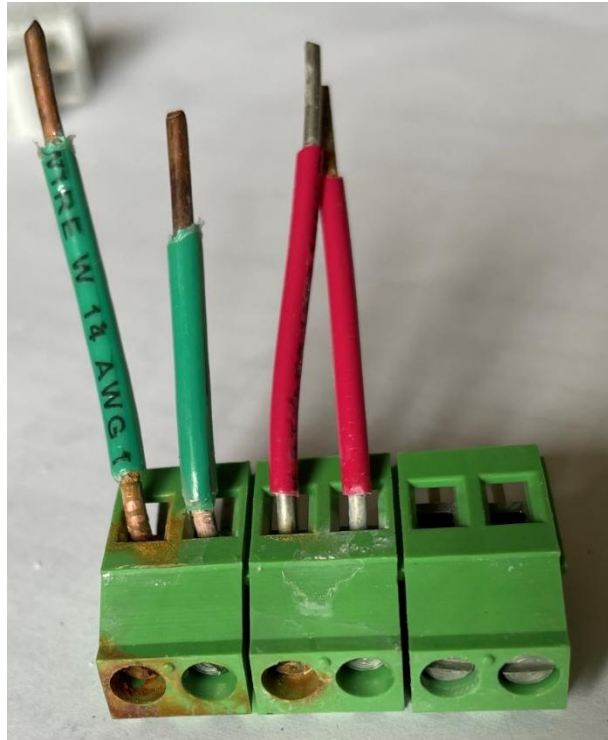
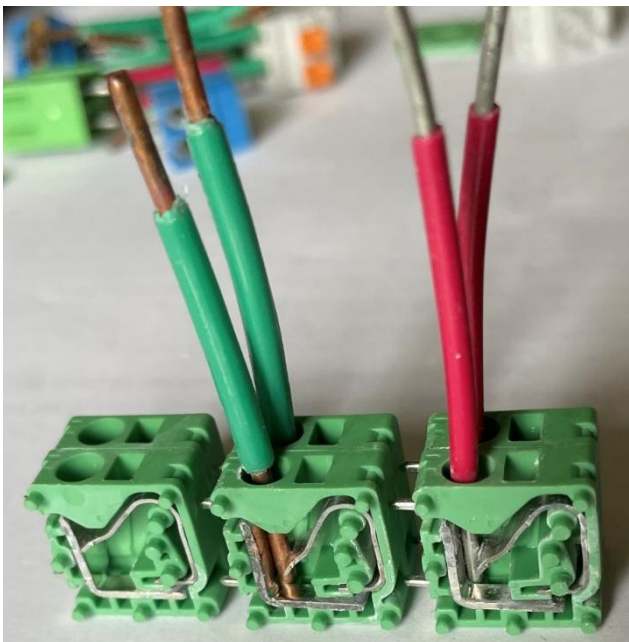
Metal A Metal B	Platine	Gold	Stainless steel	Silver	Nickel	Copper	Brass	Tin	Lead	Steel	Aluminium	Iron	Chrome	Zinc
Platine														
Gold														
St. steel						0,32		0,55						
Silver														
Nickel														
Copper														
Brass														
Tin						0,23								
Lead														
Steel						0,43		0,2						
Al														
Iron														
Chrome														
Zinc						0,83		0,6						

- Metal A is attacked
- Metal B is attacked
- Risk of galvanic corrosion
- No galvanic corrosion



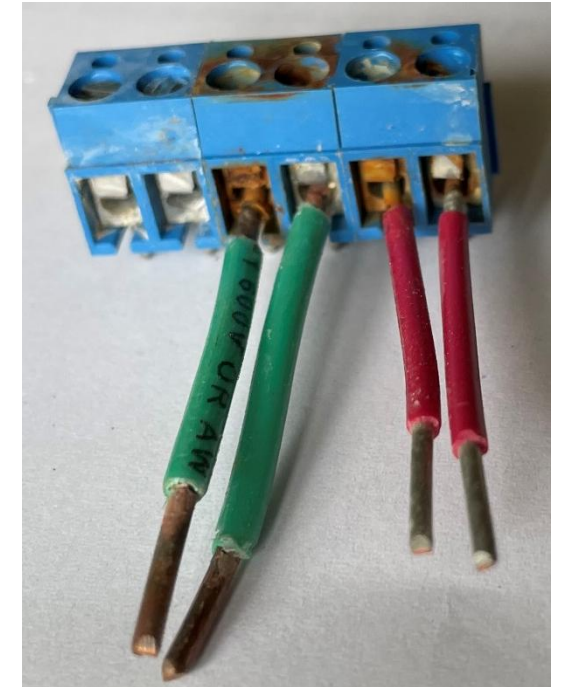
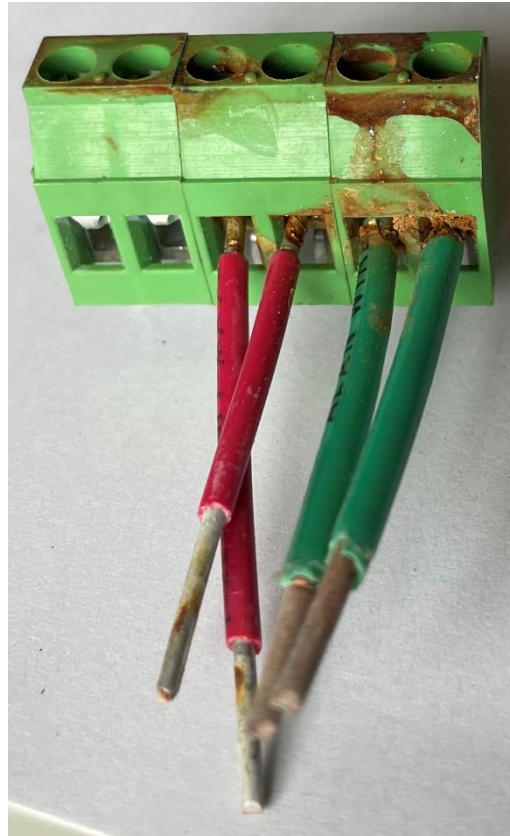
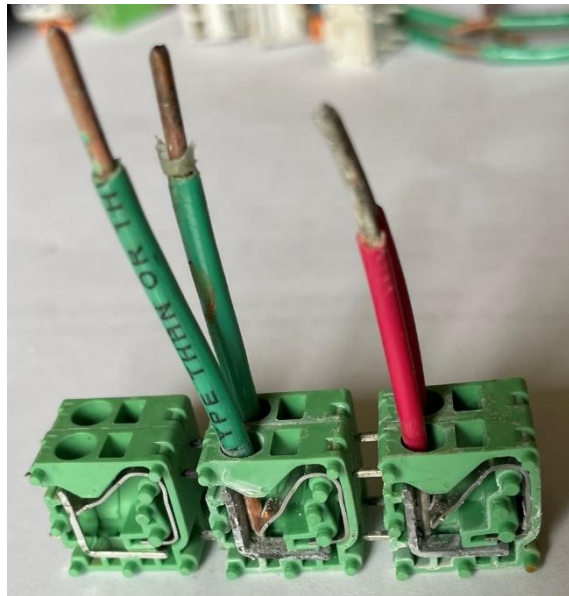
# Salzsprühnebel-Missbrauchstest

3 Tage



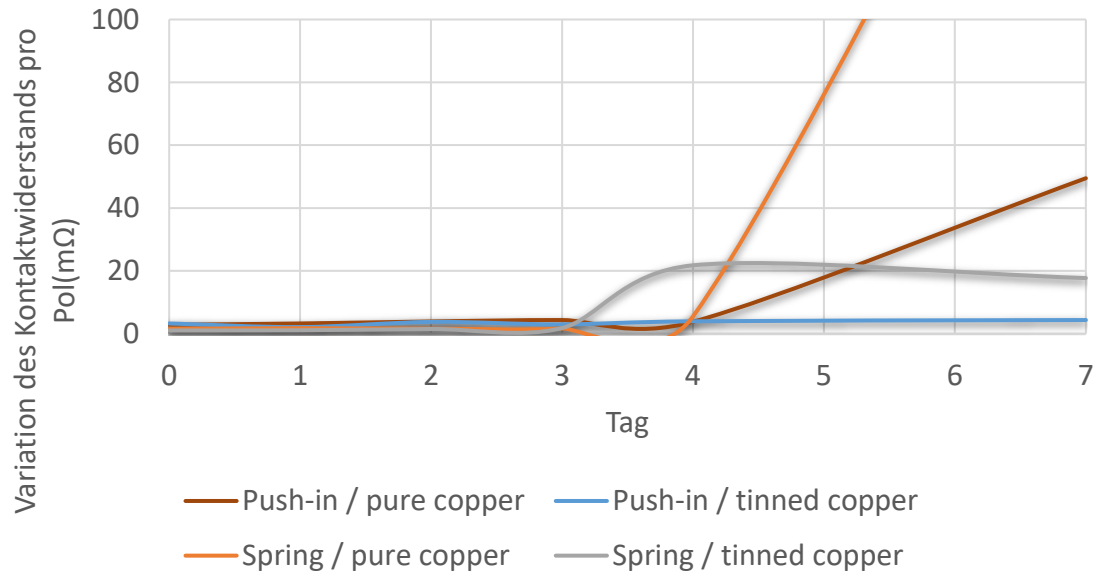
# Salzsprühnebel-Missbrauchstest

7 Tage

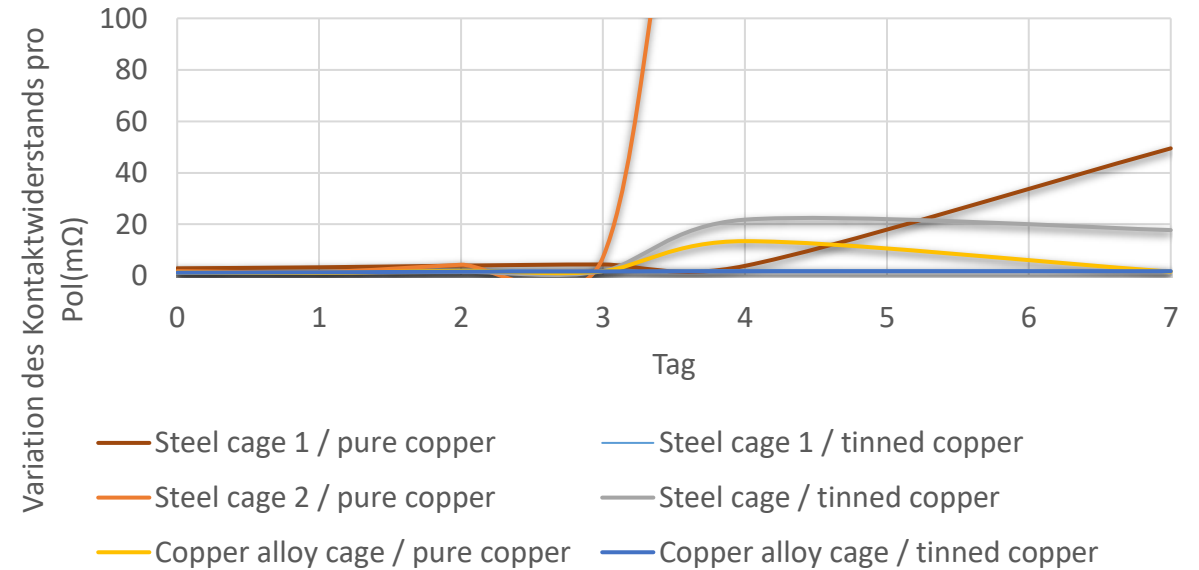


# Salzsprühnebel-Missbrauchstest

## TBL Salzsprühbeständigkeit schraublos

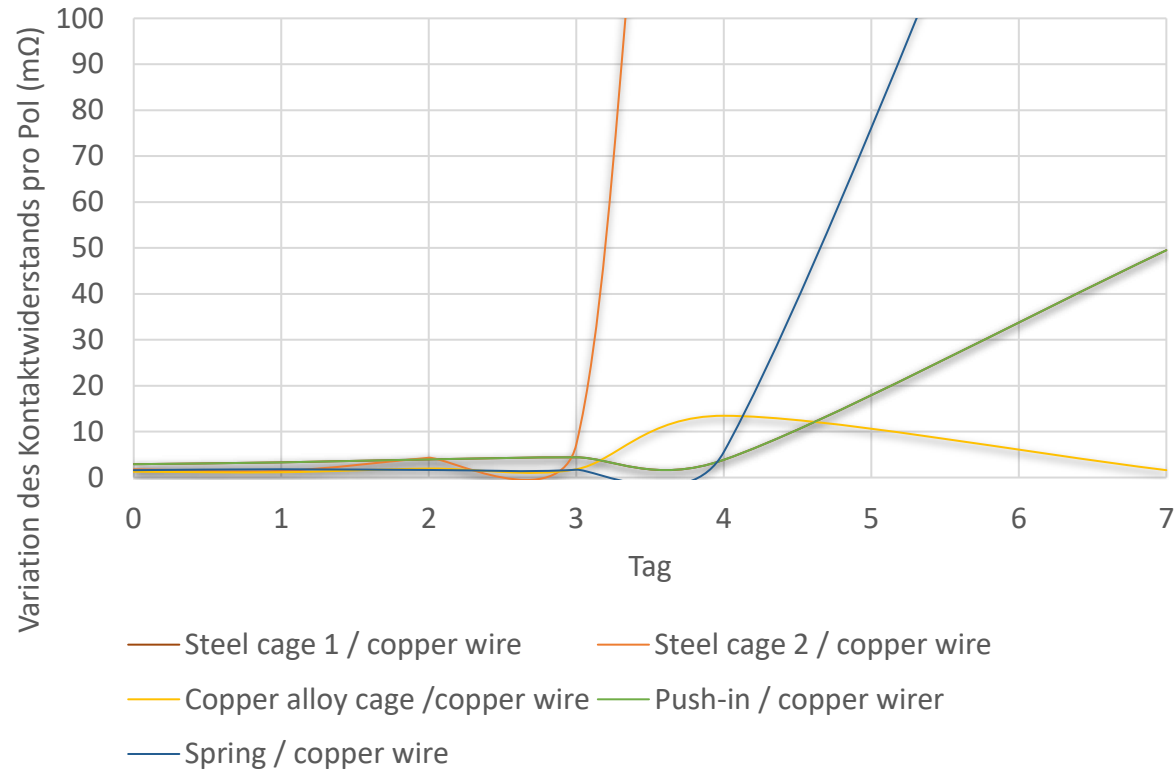


## TBL Salzsprühbeständigkeit Schrauben

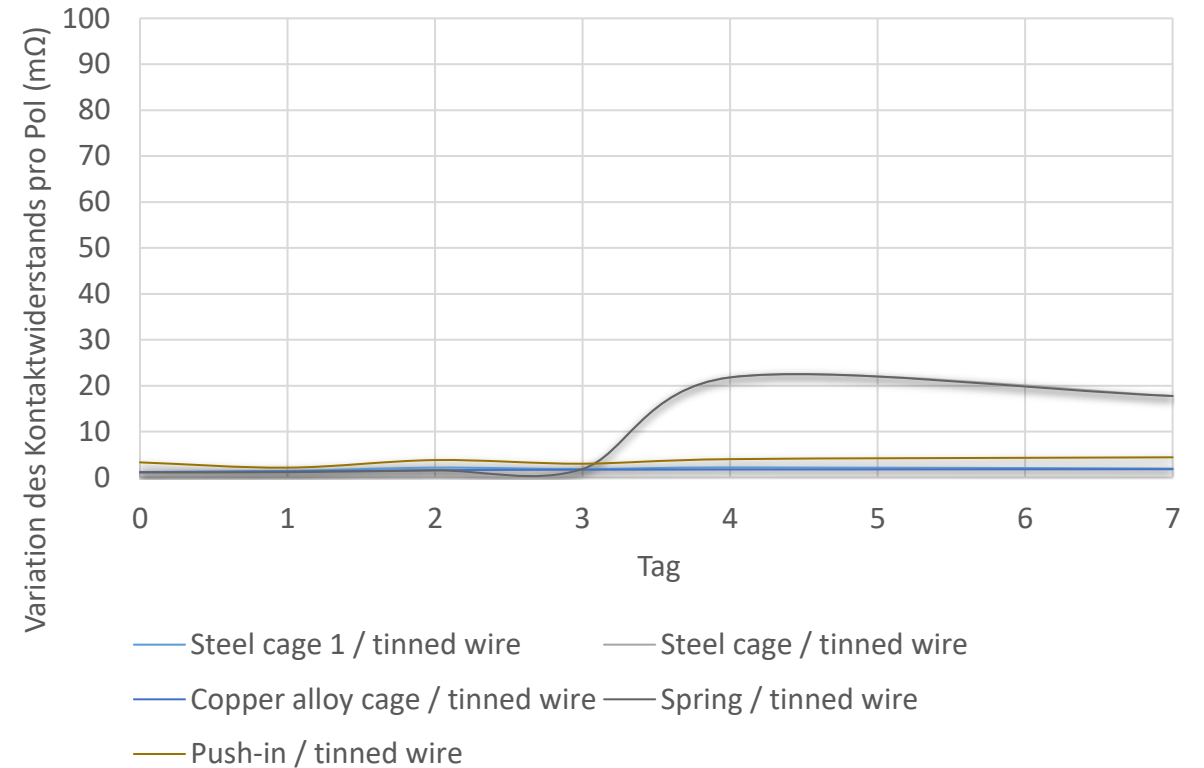


# Salzsprühnebel-Missbrauchstest

TBL Salzsprühbeständigkeit  
Kupferader

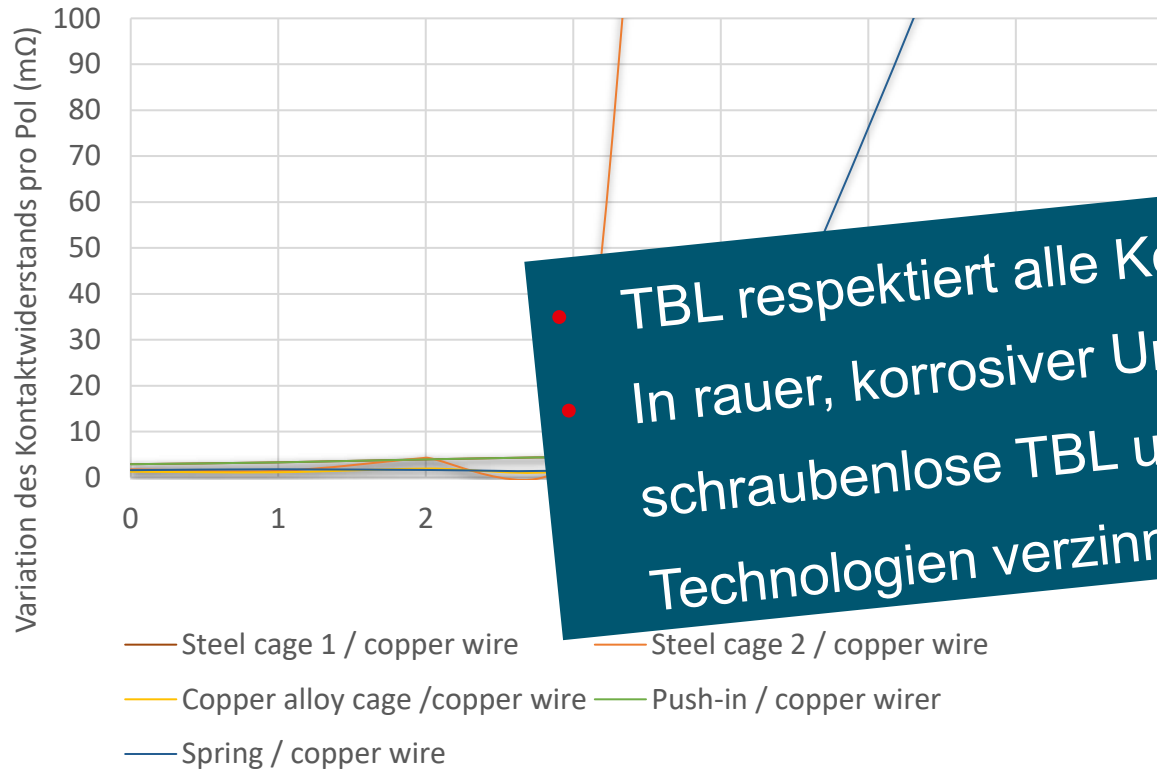


TBL Salzsprühbeständigkeit  
Verzinnte Ader

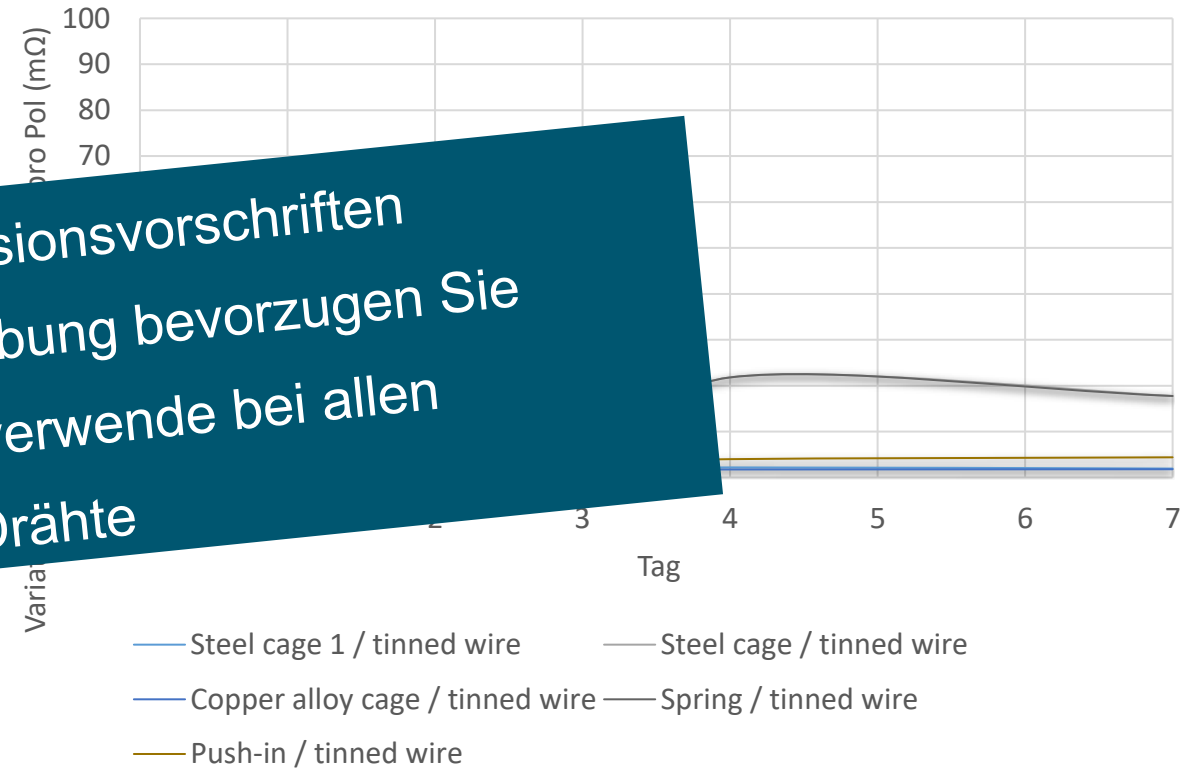


# Salzsprühnebel-Missbrauchstest

TBL Salzsprühbeständigkeit  
Kupferader



TBL Salzsprühbeständigkeit  
Verzinnte Ader



• TBL respektiert alle Korrosionsvorschriften  
 • In rauer, korrosiver Umgebung bevorzugen Sie schraubenlose TBL und verwende bei allen Technologien verzinnte Drähte

## Korrosionstipp



- Liefern Sie dem Kunden vorab abisolierte Kabel mit Isolator, um Kabelkorrosion zu vermeiden

# Löttest

## *Löttests*

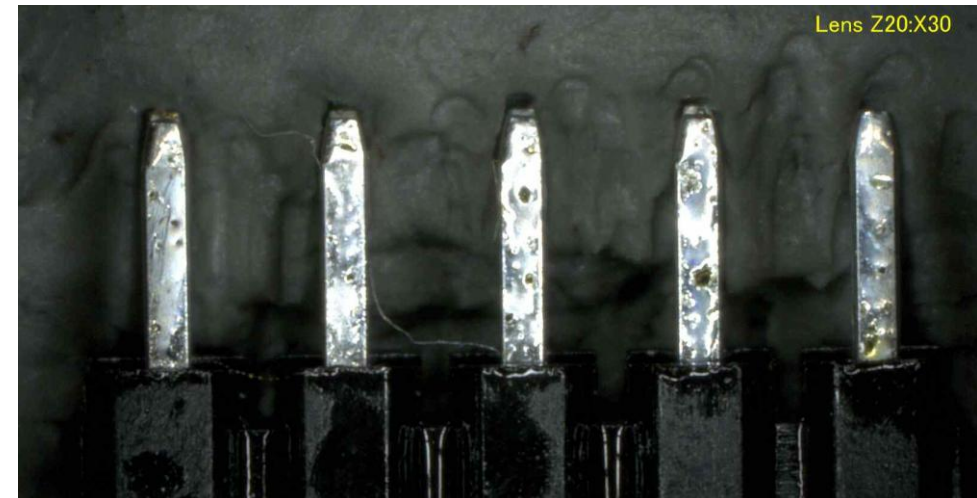
Eigenschaften

Test

Üblich

THT: Pin eintauchen  
5s in Zinn mit 245°C

Stifte mit Zinn bedeckt  
95% der Oberfläche



# Umwelttests

## Hitze- und Kältebeständigkeit IEC60068-1

Eigenschaften

üblich

-40°C 96h

+105°C 168h

Test

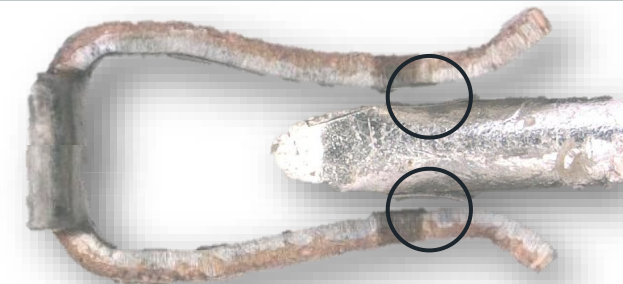
Visuell,  
Isolationswiderstand,  
Spannungsfestigkeit



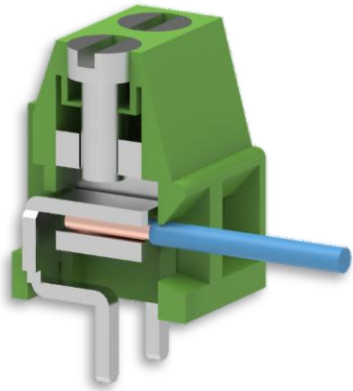
Initial  
Guter Druck = guter Kontakt



Final  
Zu viel Entspannung = schlechter Kontakt



# Umwelttests



## *Feuchte Hitze* IEC60068-1

Eigenschaften

Test

üblich

+30°C

**+95% Feuchte**

48h

Visuell,  
Isolationswiderstand,  
Spannungsfestigkeit

# Umwelttests

- **Temperatureinfluss**



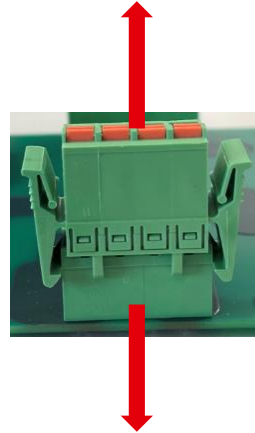
All pictures WE eiCan

# Umwelttests

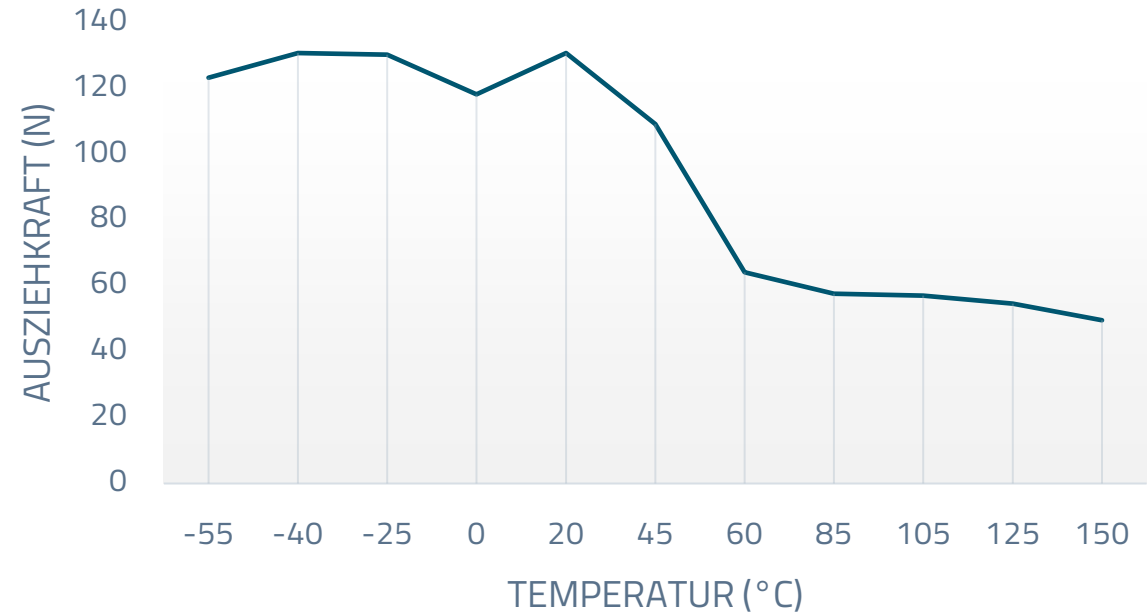
## ■ Temperatureinfluss



Flexible Verriegelung für alle Standardumgebungen geeignet



Kraftaufwand beim Herausziehen des Steckverbinders im Verhältnis zur Temperatur  
Verschlussvorrichtungen aus Kunststoff



— TBL5,08mm

All pictures WE eiCan

# Umwelttests

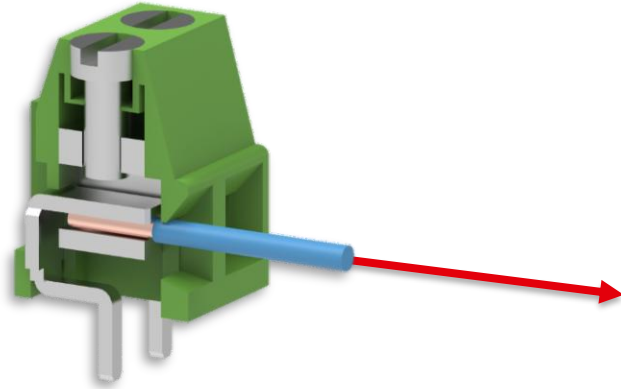
- **Temperatureinfluss**



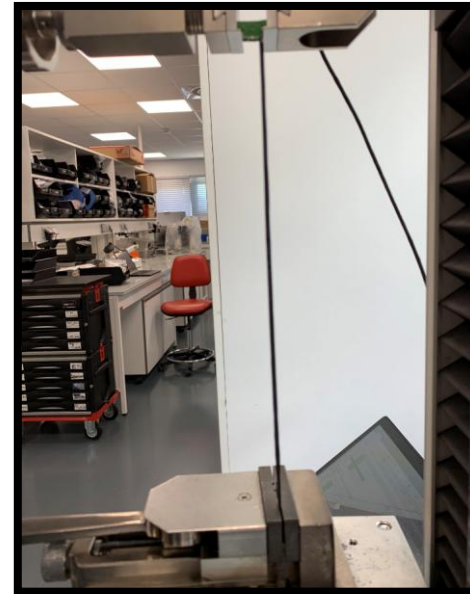
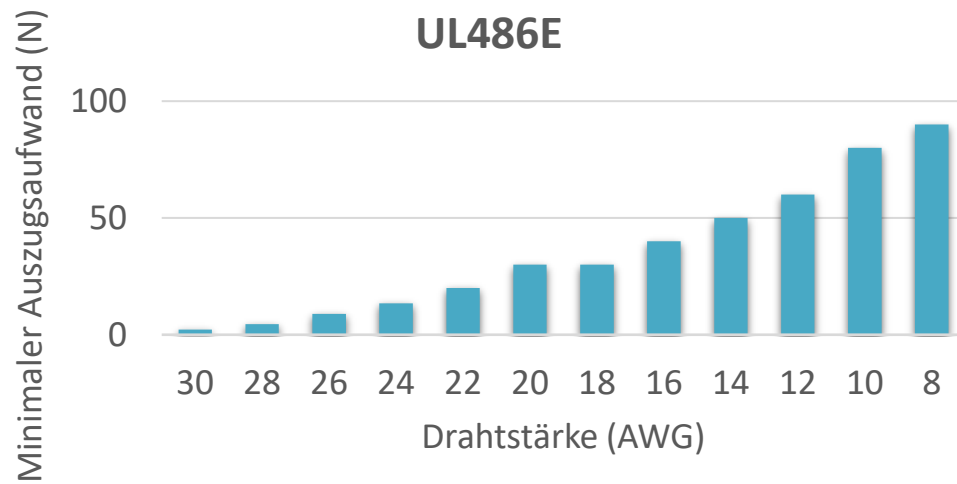
Bei hohen Temperaturen und hoher Sicherheit verwenden Sie eine Schraubensicherung aus Stahl

All pictures WE eiCan

# Mechanisch

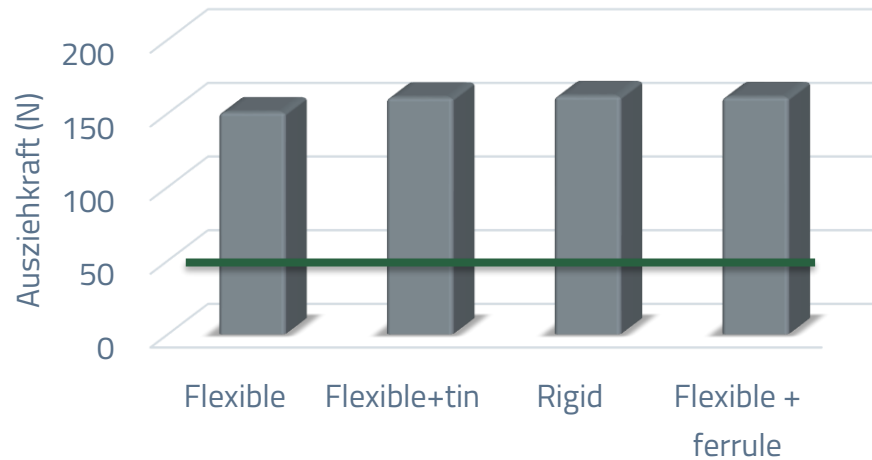
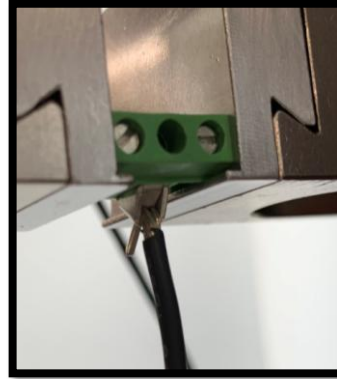


Minimaler Kraftaufwand beim  
Herausziehen des Kabels - TBL  
UL486E



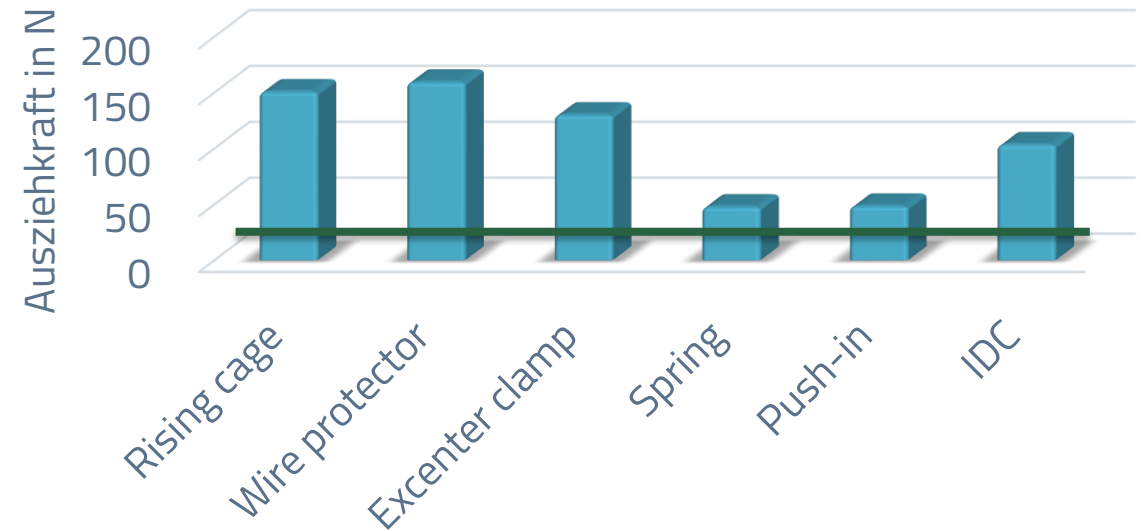
# Auszugstest

Auszugstest im Vergleich zum Drahttyp (14AWG)



Alle Kabeltypen halten gleich

Auszugswert vs. Klemmtechnik (18AWG)



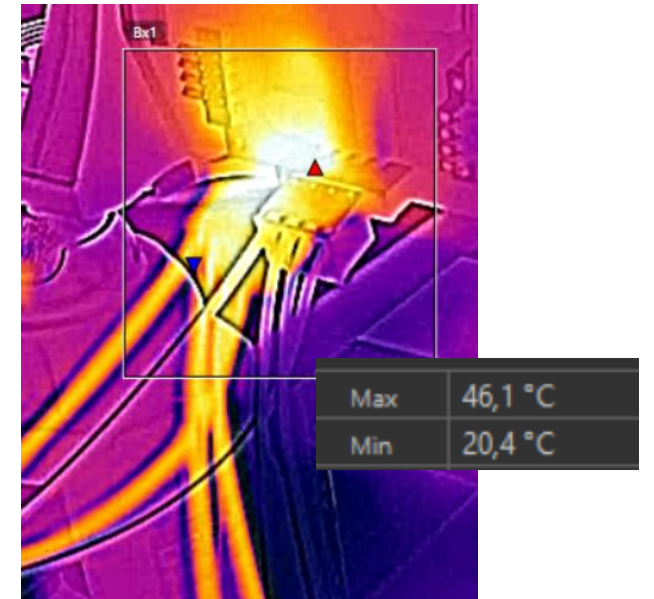
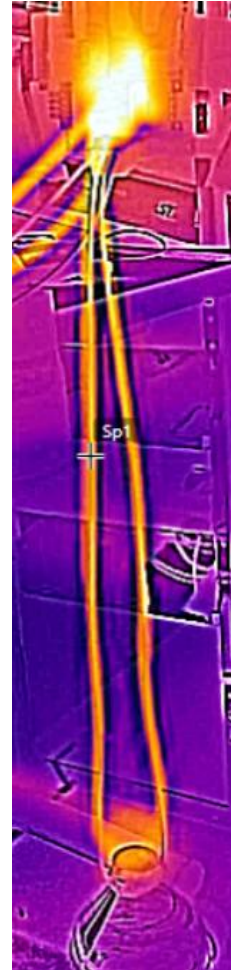
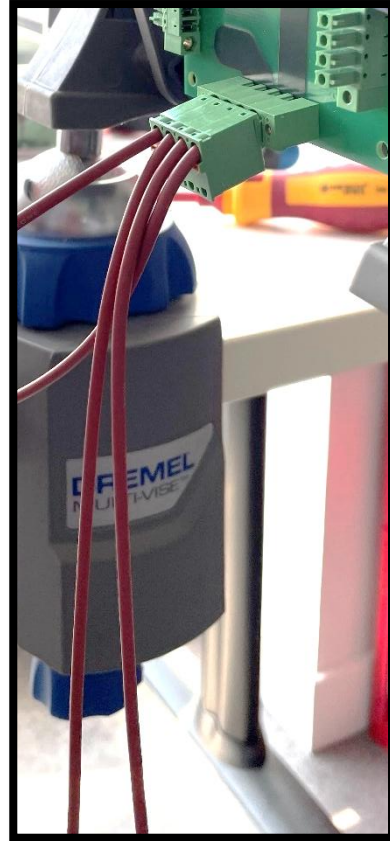
Alle Arten von Klemmen liegen über dem Standard

# TBL unter Gewicht

1,5kg – 4 polig  
12 AWG



Arbeitsstrom 16A



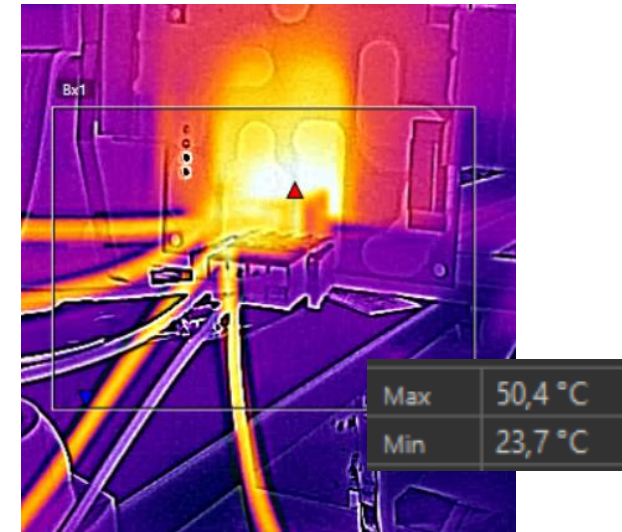
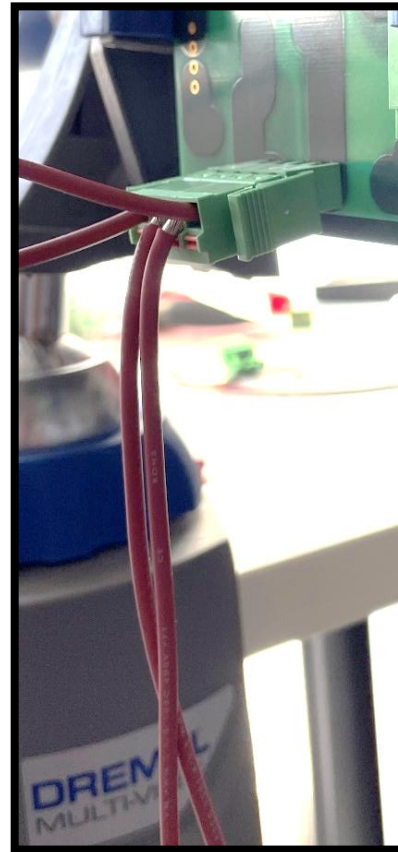
$\Delta T = 25,7K$

# TBL unter Gewicht

1,5kg – 4 polig  
12 AWG



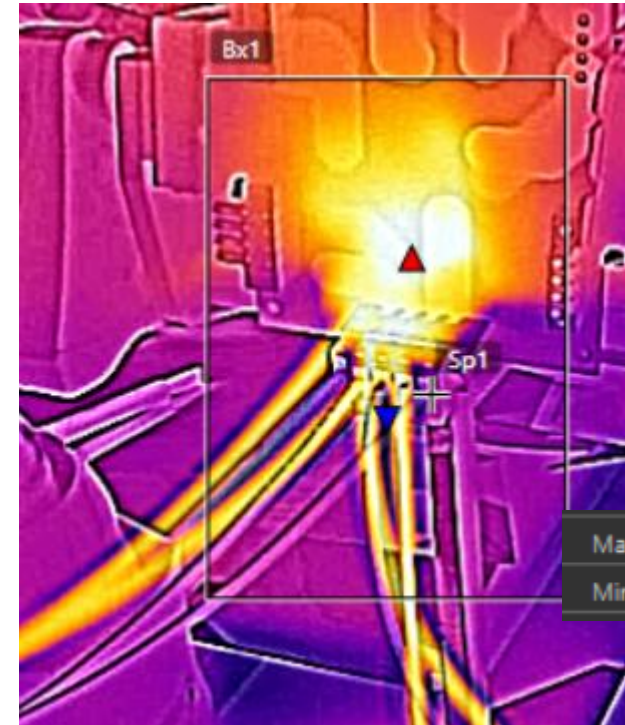
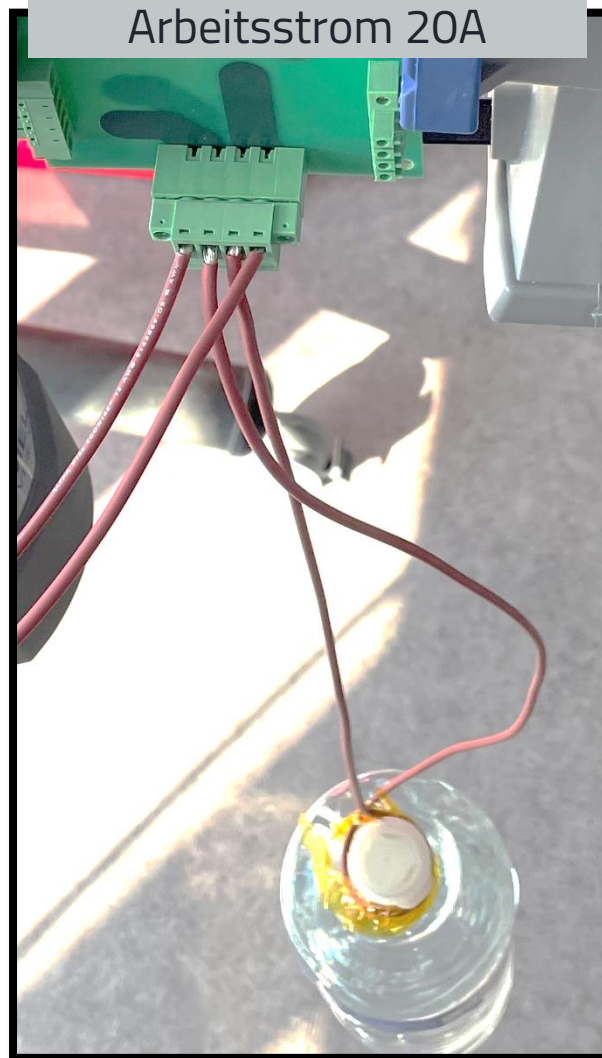
Arbeitsstrom 16A



$\Delta T = 26,7K$

# TBL unter Gewicht

1,5kg – 4 polig  
12 AWG



Max	40,3 °C
Min	19,1 °C

$\Delta T = 21,2K$

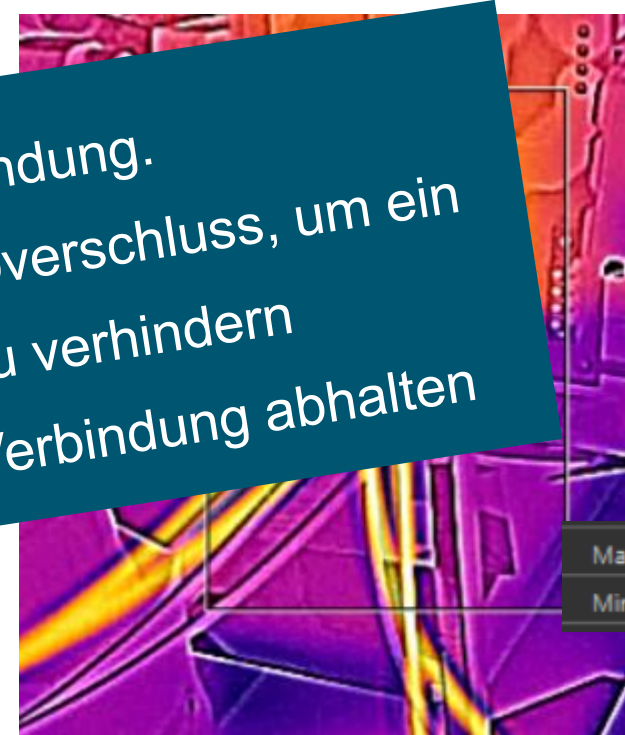
# TBL unter Gewicht

1,5kg – 4 polig  
12 AWG

Arbeitsstrom 20A

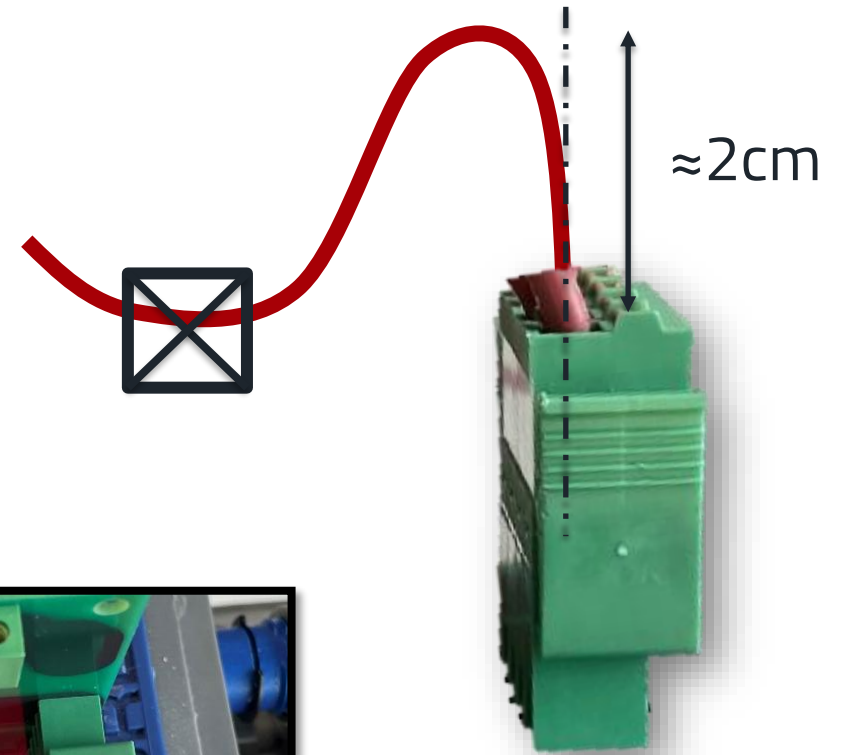
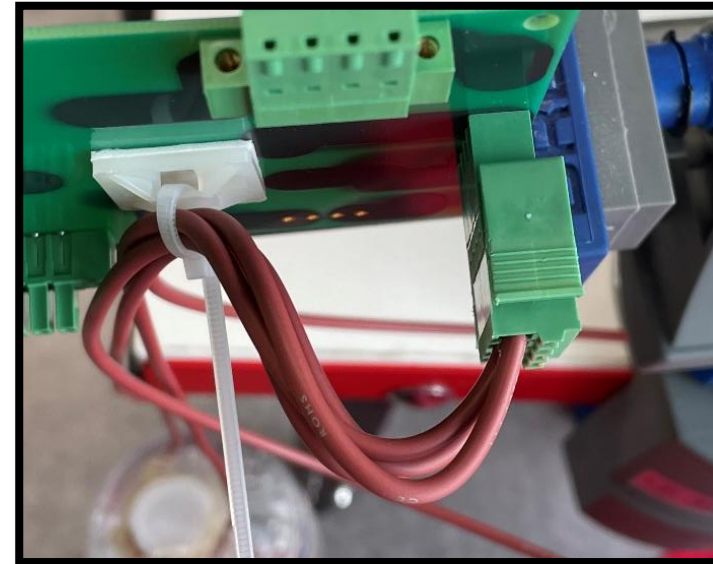
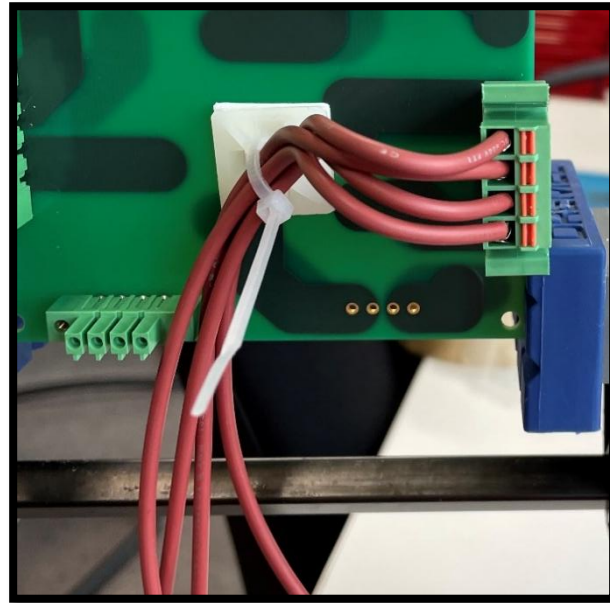


- Selbst unter Gewicht funktioniert die TBL-Verbindung.
- Verwenden Sie einen Kunststoff- oder Schraubverschluss, um ein versehentliches Herausziehen des Steckers zu verhindern
- Mechanische Kräfte besser von elektrischer Verbindung abhalten



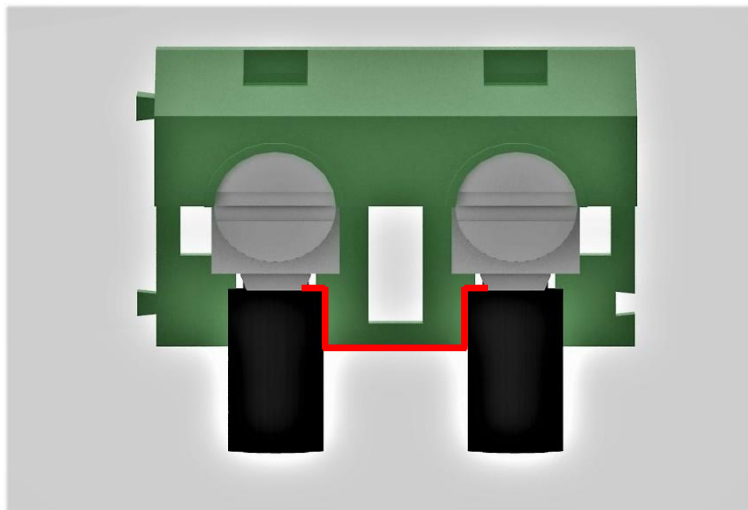
$\Delta T = 21,2K$

# So trennen Sie elektrische und mechanische Verbindungen



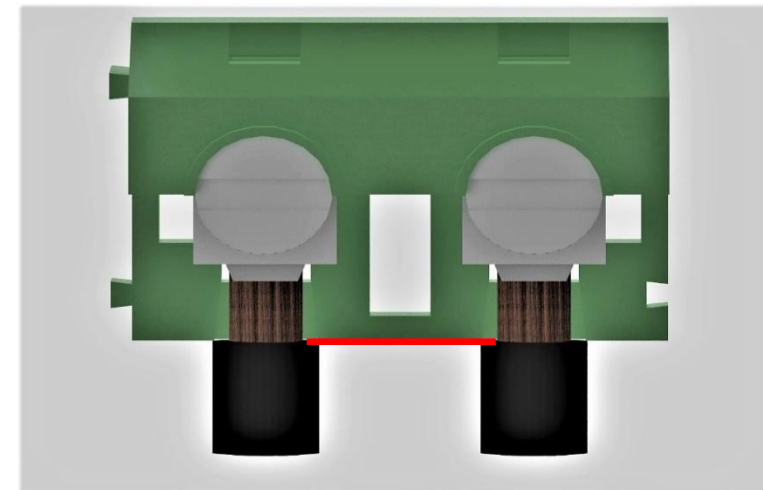
# Beachte die Abisolierlänge

Datenblatt Abisolierlänge



630V

Verlust von 50 % der  
Kriech- und  
Luftstrecke



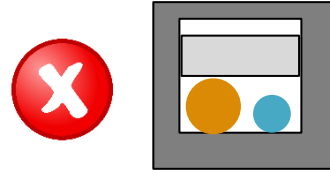
320V

# Wie viele Drähte in eine TBL-Klemme?

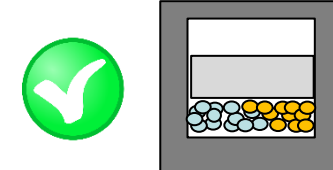
Massiver Draht und Aderendhülse

Litzendraht

Screw clamp

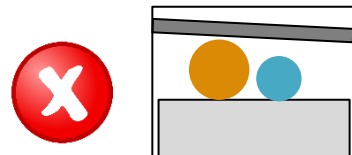


Nur 1 Einzeldraht  
zulässig

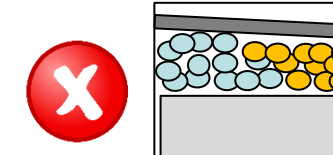


mehr als 1  
Einzeldraht zulässig

Spring clamp

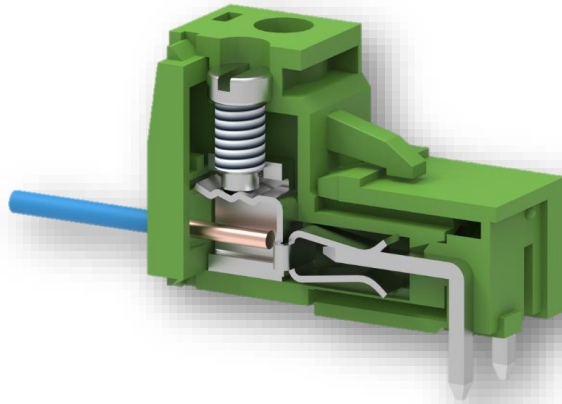


Nur 1 Einzeldraht  
zulässig



Nur 1 Einzeldraht  
zulässig

# Steckkompatibilität mit Mitbewerbern



- Kunststoffverträglichkeit
- Die Metalldicke ist genau gleich
- Ni/Sn-Beschichtung



## Und schlussendlich

- Schraubklemme ist stärker
- Ein höheres Anzugsdrehmoment ist nutzlos
- Schraubenlos ist schneller und erfordert keine Wartung
- Hot Plug ist standardmäßig nicht erlaubt, aber mit Signal möglich
- Vorverzinnte Drähte eignen sich besser für korrosive Umgebungen
- Verwenden Sie Leistungsreduzierungskurven bei hohen Umgebungstemperaturen

