



## Sensing and Control

Sensing and Control

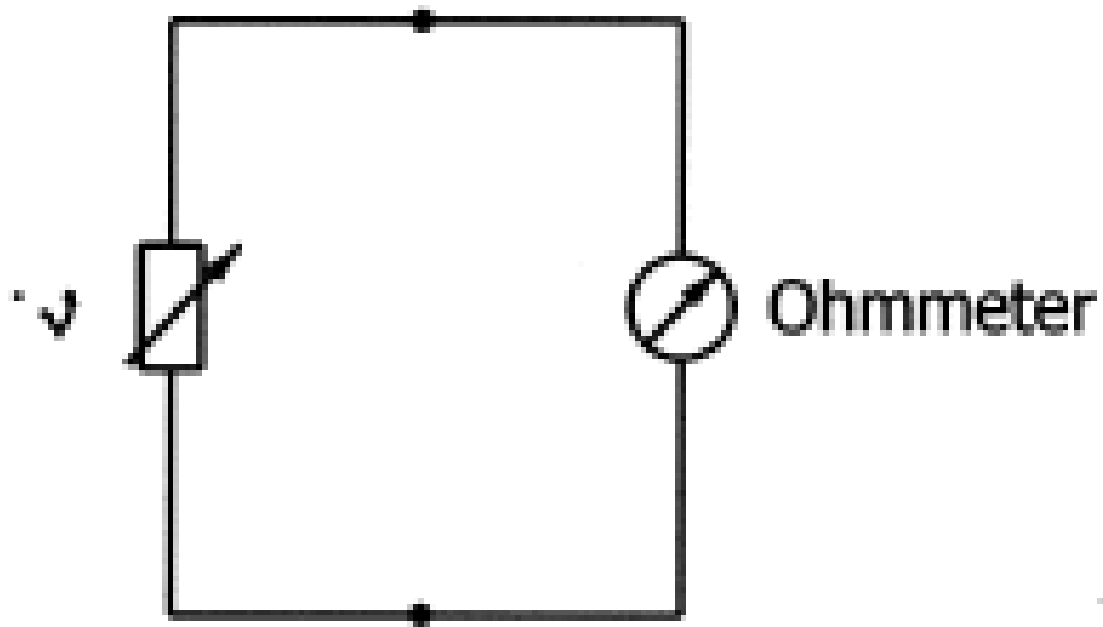


# Verbindung des Kabels an einem Hochtemperatursensor mit Pt200 Messelement



Werner Fichte  
Ralph Robert Sauer  
Kai Lippmann  
Uwe Eifler  
Aldo Bojarski

## Funktionsprinzip



## Kennlinie TK = 3,85

Widerstandsprüfwerte (nach DIN EN60751):  
Resistance test values (acc. to DIN EN60751):  
Kennlinie

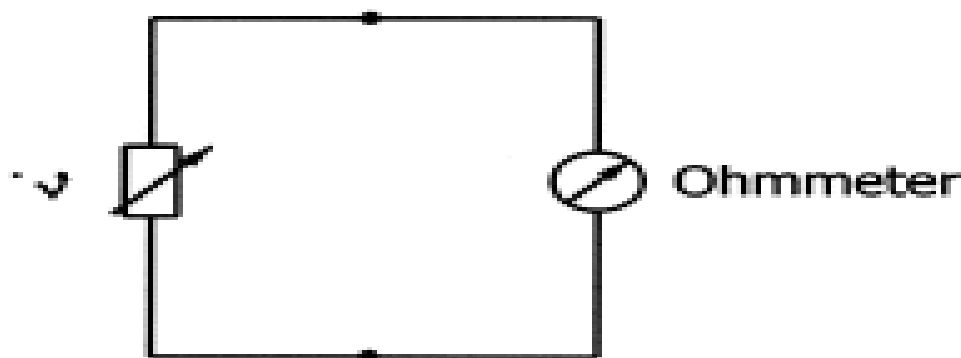
T [°C]	R <sub>0</sub> [Ω]	R [Ω]	T [K]
-50	160,63	± 3,6	± 4,5
-40	168,55	± 3,6	± 4,5
-20	184,32	± 3,5	± 4,5
0	200,00	± 3,5	± 4,5
25	219,5	± 3,5	± 4,5
200	351,7	± 3,3	± 4,5
400	494,1	± 4,1	± 6,0
600	627,2	± 5,8	± 9,0
800	751,0	± 7,1	± 12,0

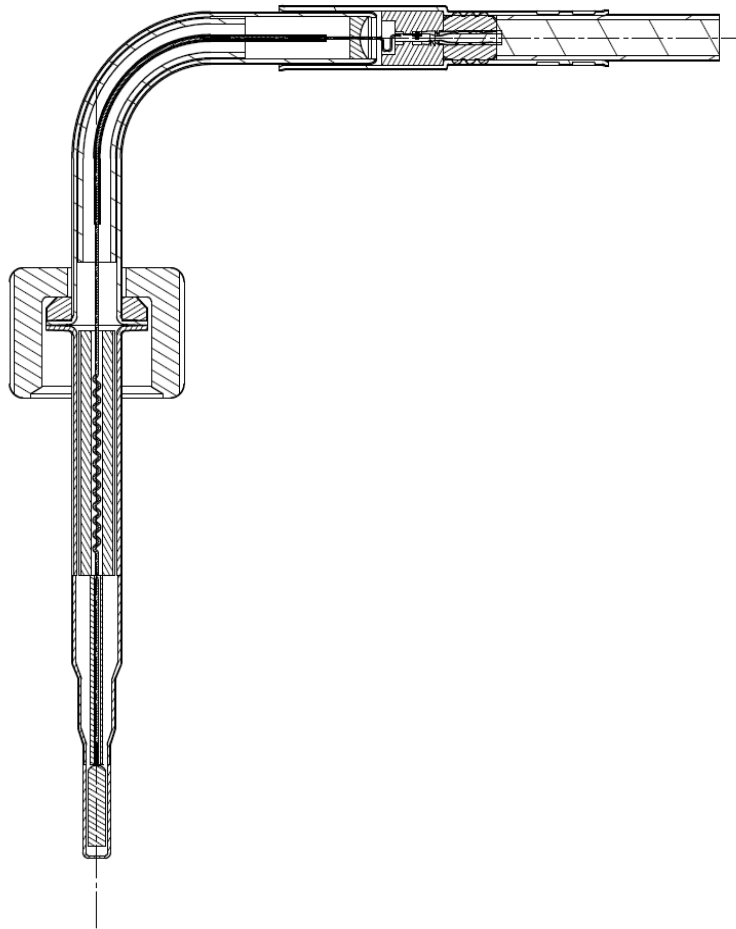
Kennlinie

$$R_T [\Omega] = 200 (1 + \alpha T + \beta T^2) + R_d$$

mit  $\alpha = 3,90802 \cdot 10^{-3} \text{°C}^{-1}$

$$\beta = -5,802 \cdot 10^{-7} \text{°C}^{-1}$$





## Anforderungen an die Kabelverbindung

- Kontaktwiderstand      dauerhaft kleiner 100 mOhm
- Lebensdauer              15 Jahre
- Temperaturbereich      -40°C....200°C, 1h/250°C oder 300°C
- Zugfestigkeit Kabel      100N
- Elektrische Verbindung abgedichtet gegen Feuchtigkeit

800°C

|

500°C

|

200°C (250°C) |

200°C

→



## Aufbau Kabel:

Litze:	19 x 0,15 (0,75qmm)
Material:	Cu, Vernickelt oder versilbert
Isolation	PFA (260°C)
Schmelzpunkt Cu	1083°C

## Aufbau Sensordrähte:

Volldraht:	∅ 0,3mm (0,75qmm)
Material:	Ni95Si4,5 (Nisil)
Isolation	ohne
Schmelzp. NiSil	1340°C





## Lösungsansatz

Crimpen

Löten

Schweißen Ultraschall

Widerstandsschweißen

Laserschweißen

## Anforderungen

Sicherer Prozess

Temperaturbereich

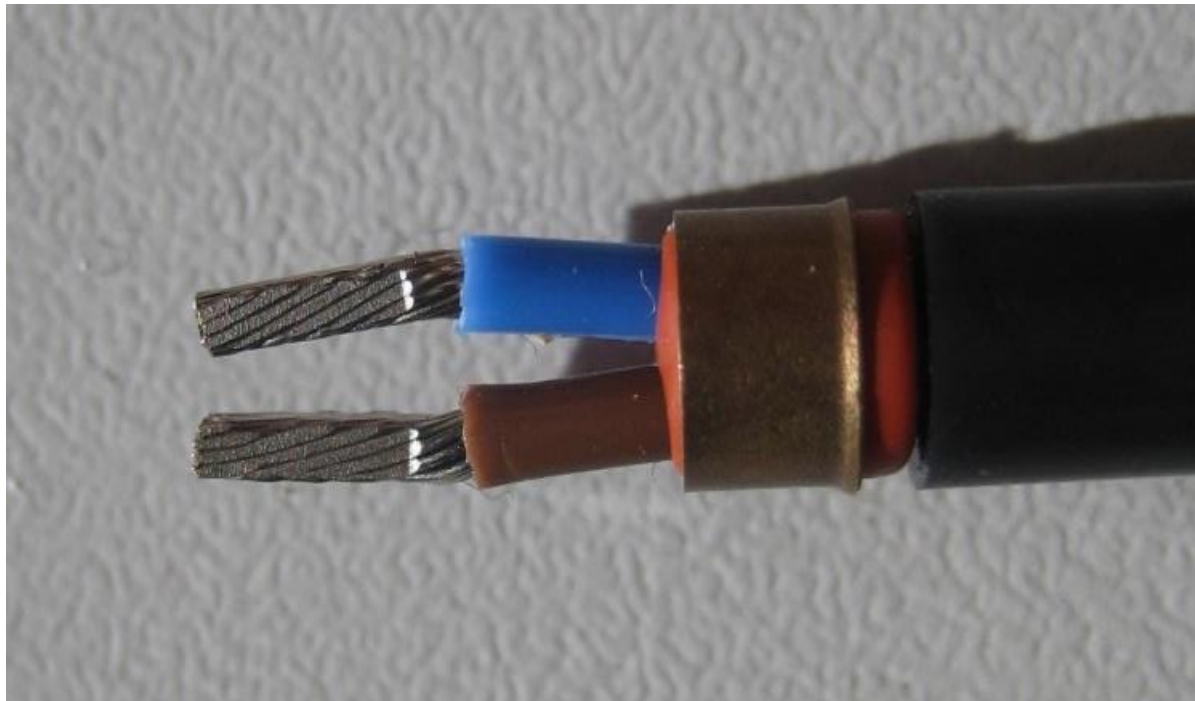
Zugkraft >100N

Kosten

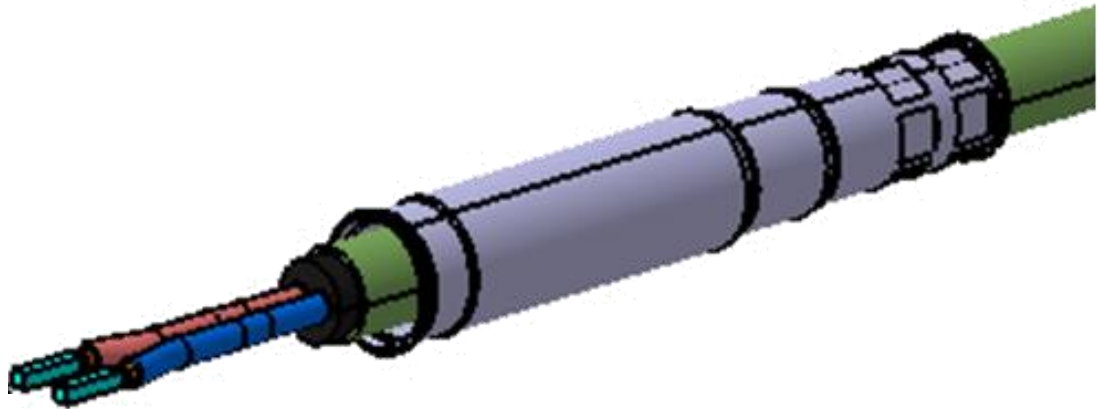
Bauraum d=5mm

l=12mm

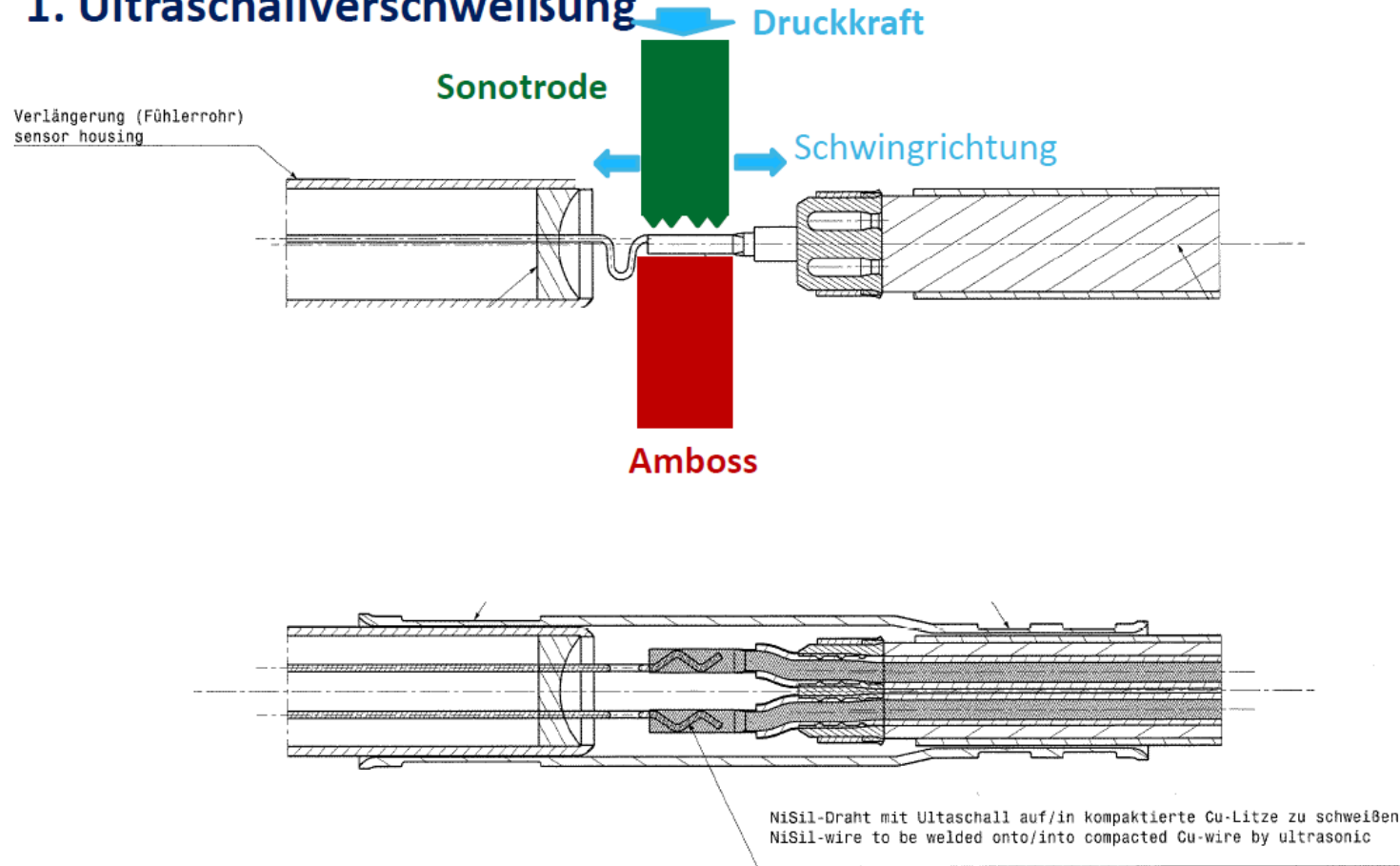
# 1. Ultraschallverschweißung



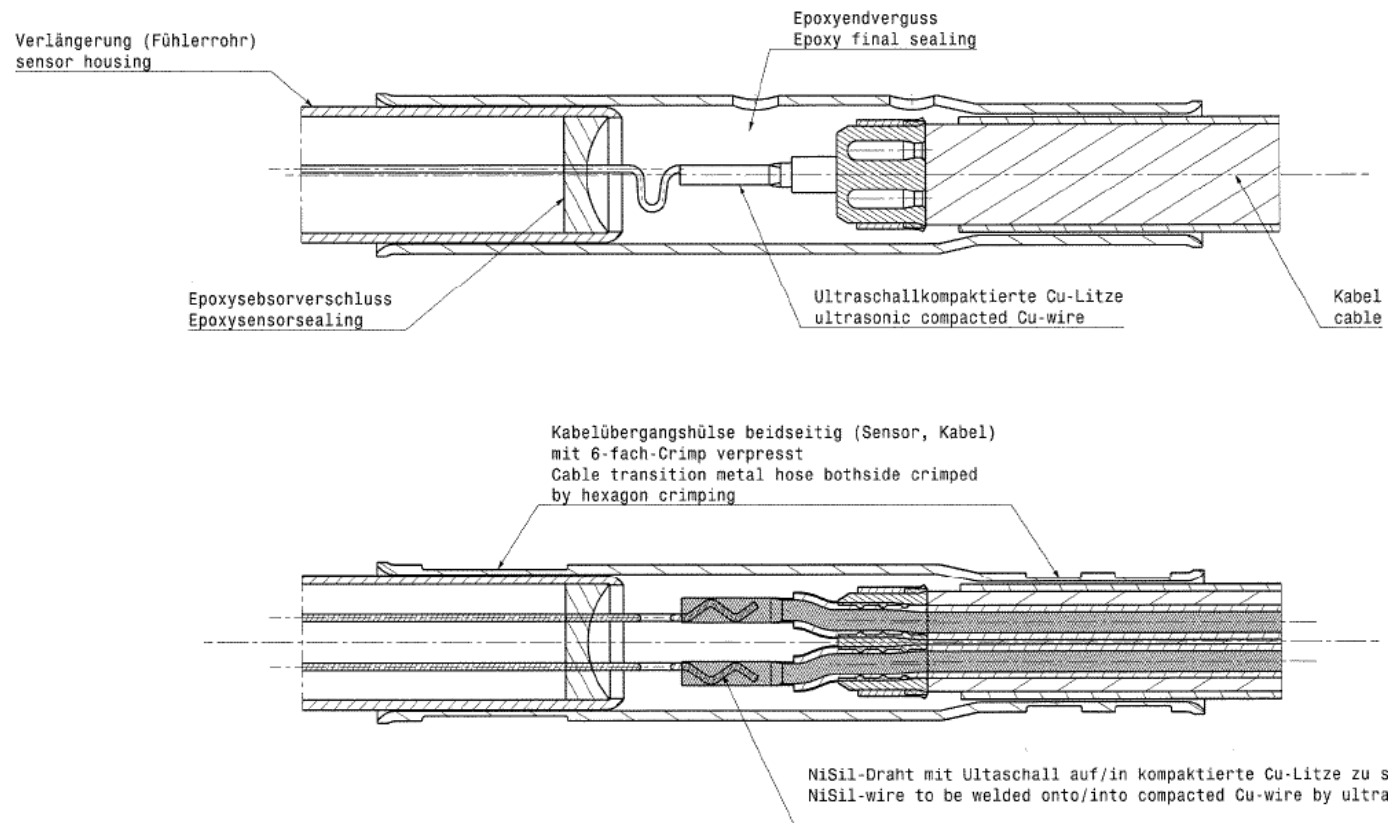
# 1. Ultraschallverschweißung

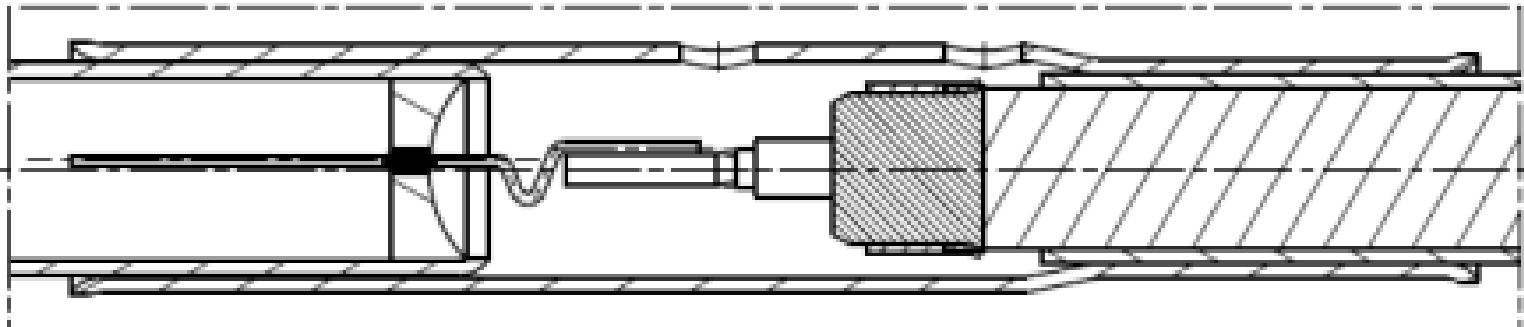


# 1. Ultraschallverschweißung

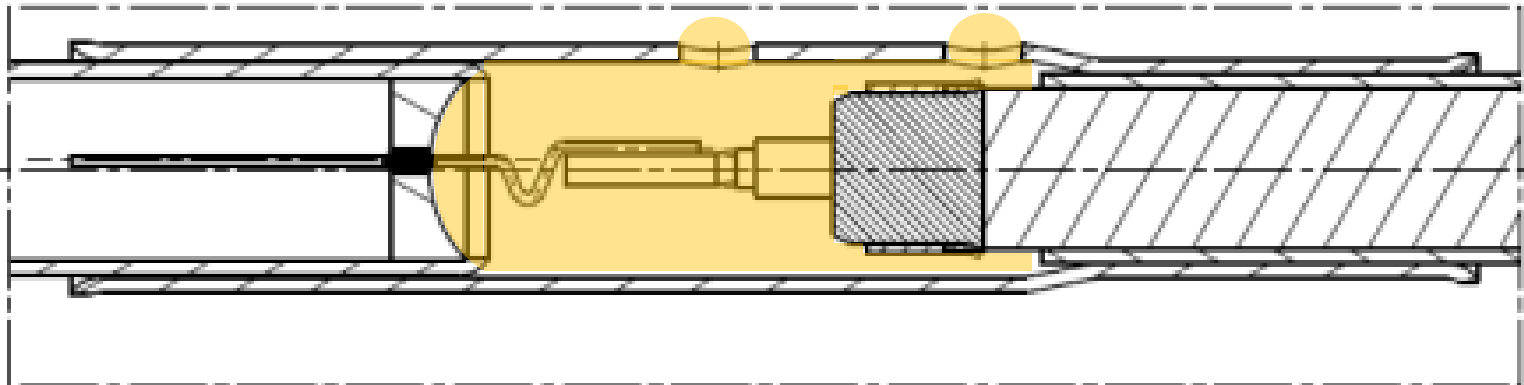


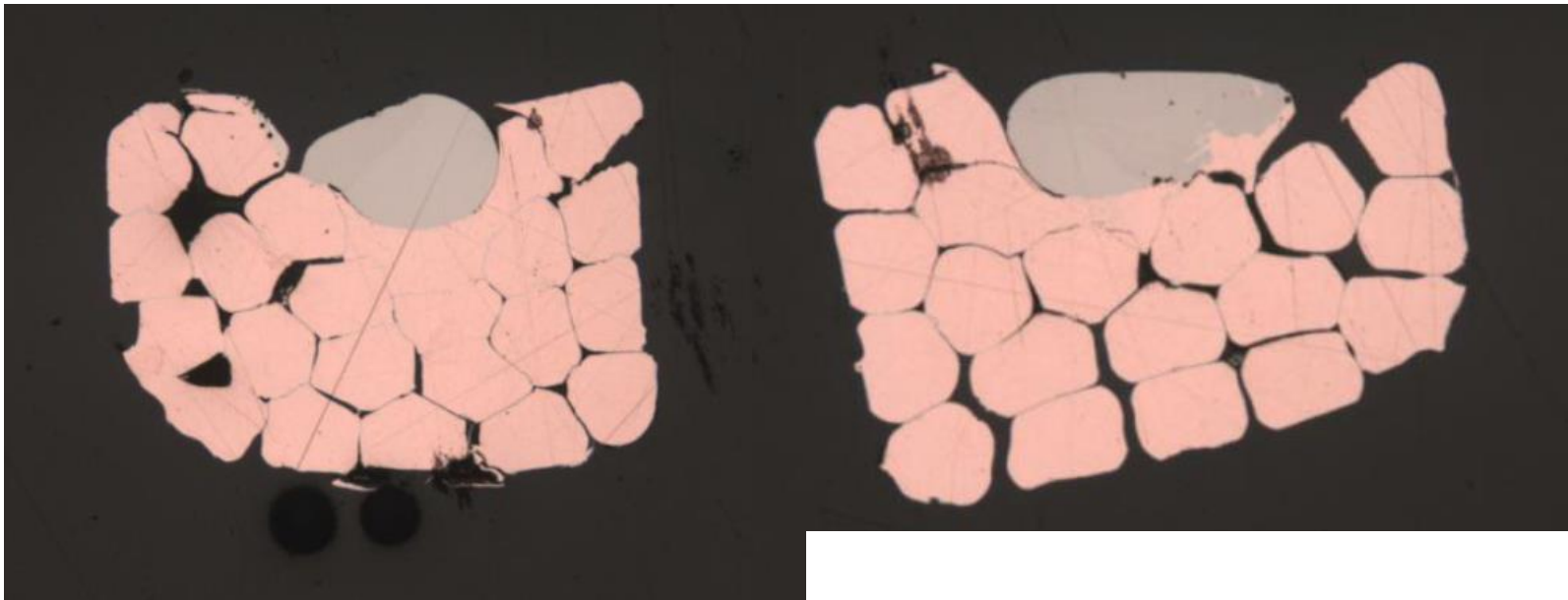
# 1. Ultraschallverschweißung





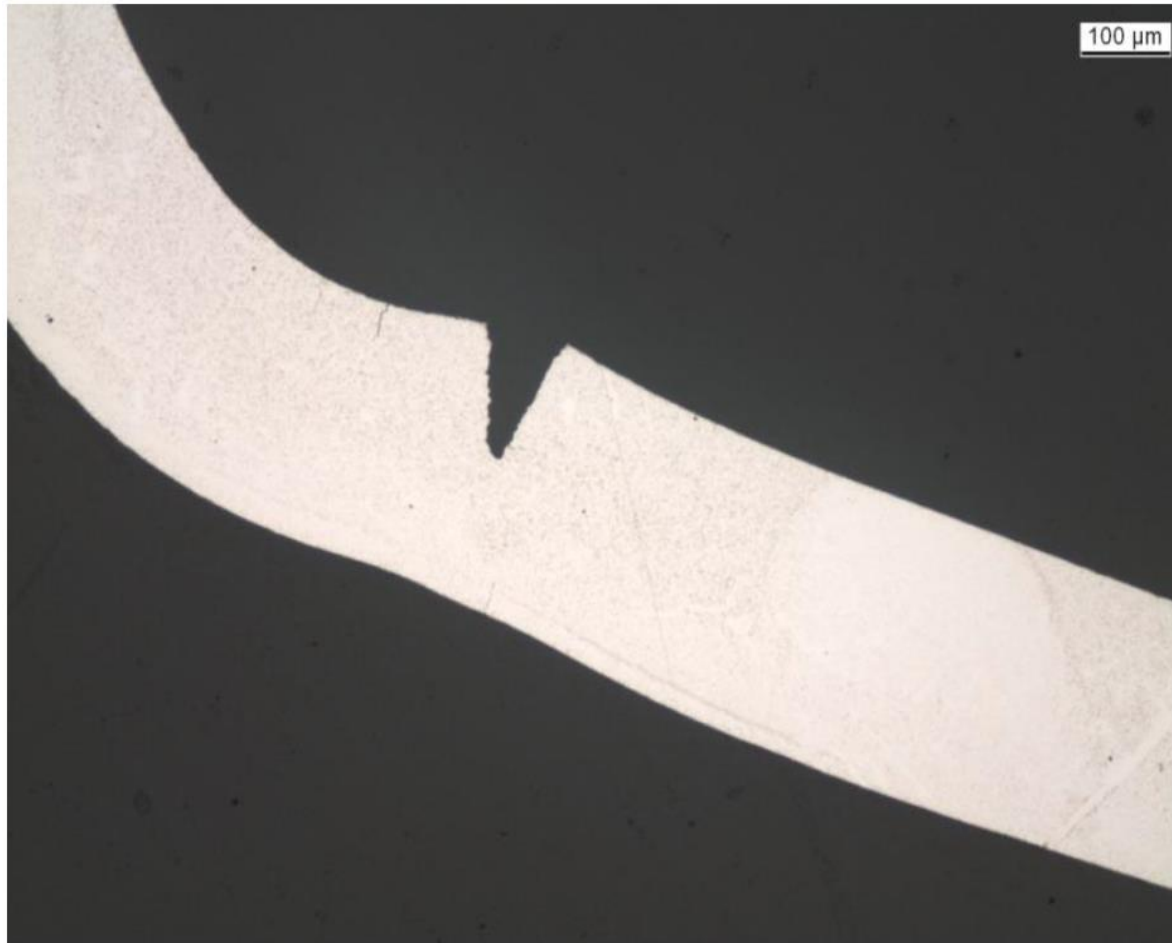
Epoxidharzverguß

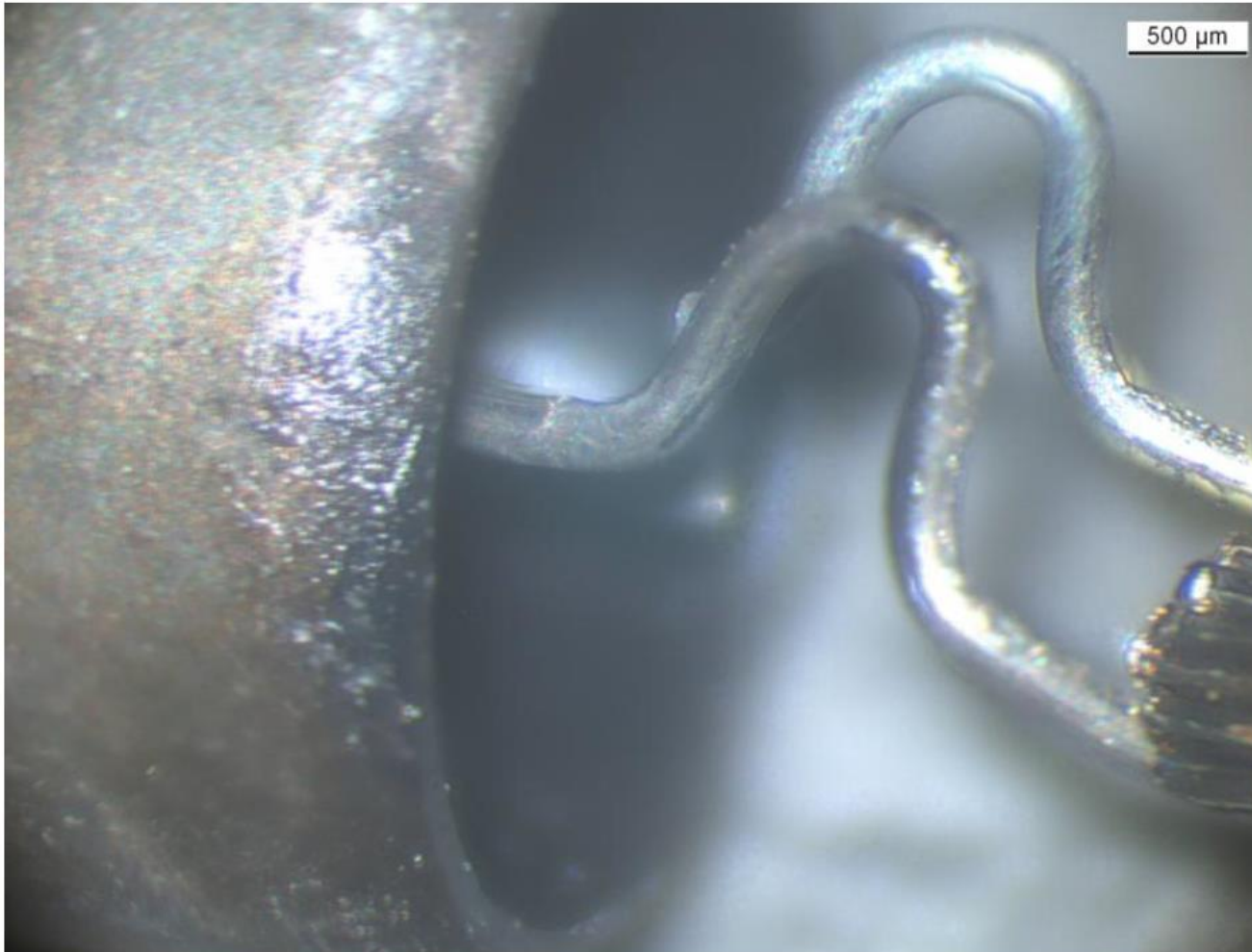


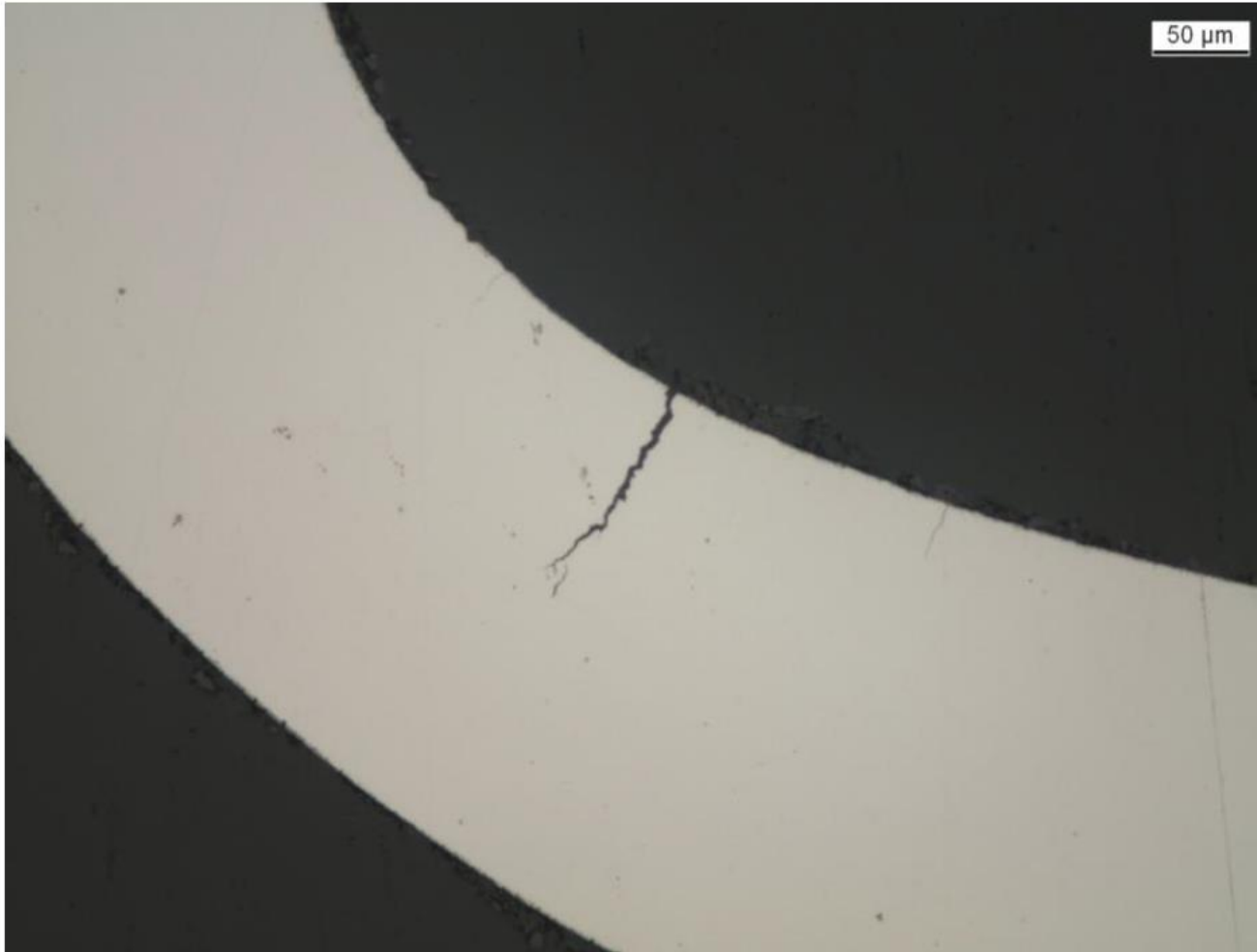












## Positiv

- Fügen der Schweißpartner erfolgt im Schweißprozess
- geringe Temperaturbelastung
- Gut geeignet für vorhandene Materialpaarung

## Negativ

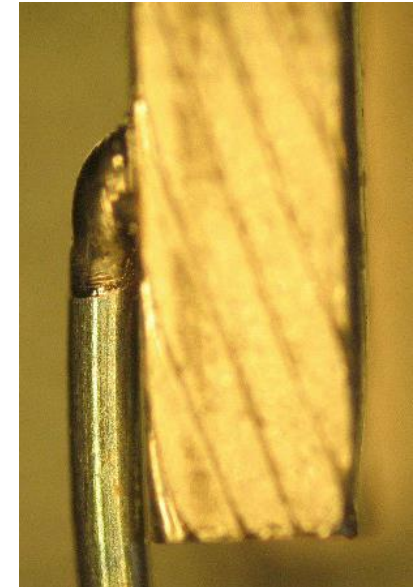
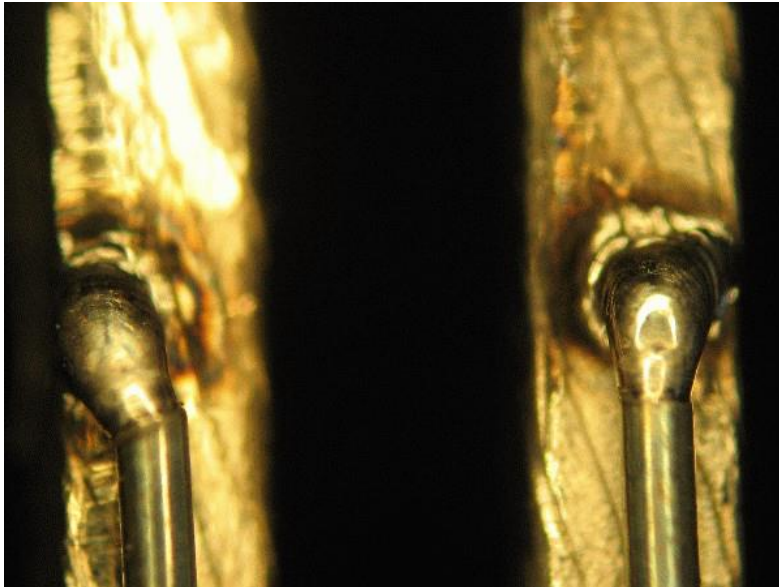
- Schwingungsbelastbare Konstruktion erforderlich
- Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit und –reinheit auf Schweißergebnis
- Einfluß Sonotrodenqualität
- Teure Sonotroden (15k€ für 15k..50k Schweißungen)
- 100% Prozesskontrolle nur schwer möglich.

## 2. Laserschweißen

- Beibehalten der kompaktierte Litze
- Möglichst ohne Zusatzteil zur Fixierung auskommen.  
(Bauraum) Zusatzteil muss auch montiert werden!
- Ziel: Verbesserung der Prozesssicherheit und Zuverlässigkeit

## 2. Laserschweißen

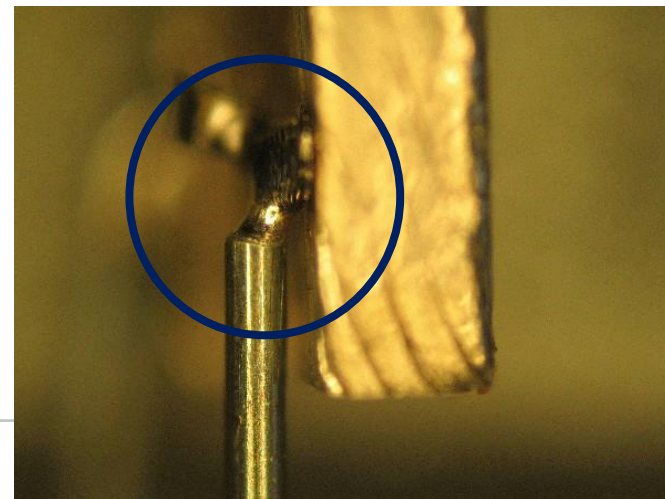
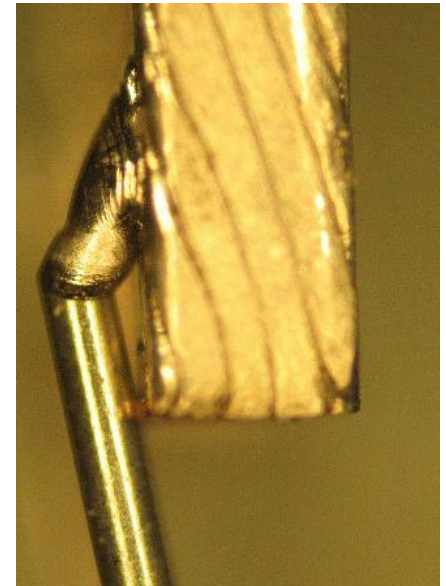
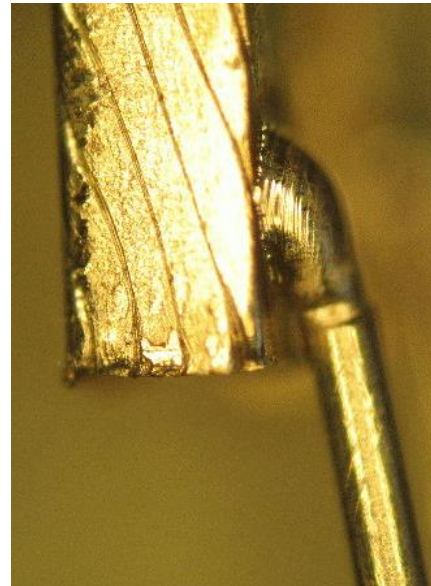
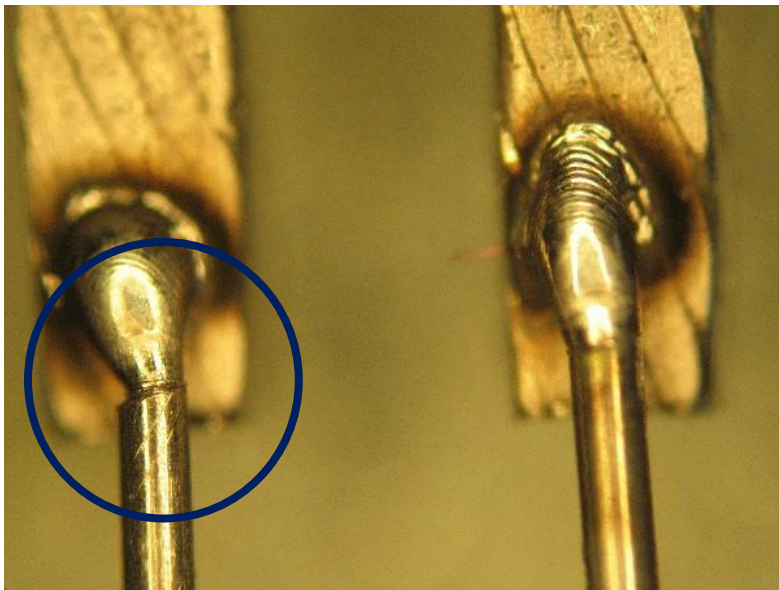
### Erste Versuche





## 2. Laserschweißen

### Erste Versuche



## 2. Laserschweißen

→ Vorbereiten der kompaktierten Kupferlitze mit Aufnahmenut





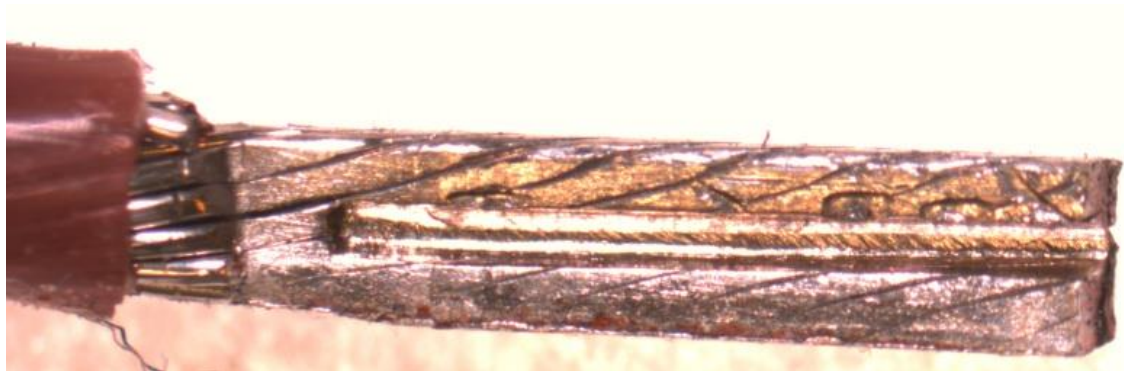
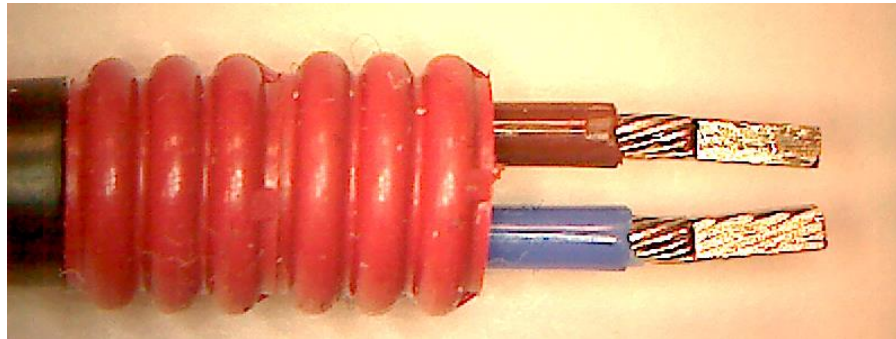
## 2. Laserschweißen

→ Vorbereiten der Kupferlitze mit Aufnahmenut

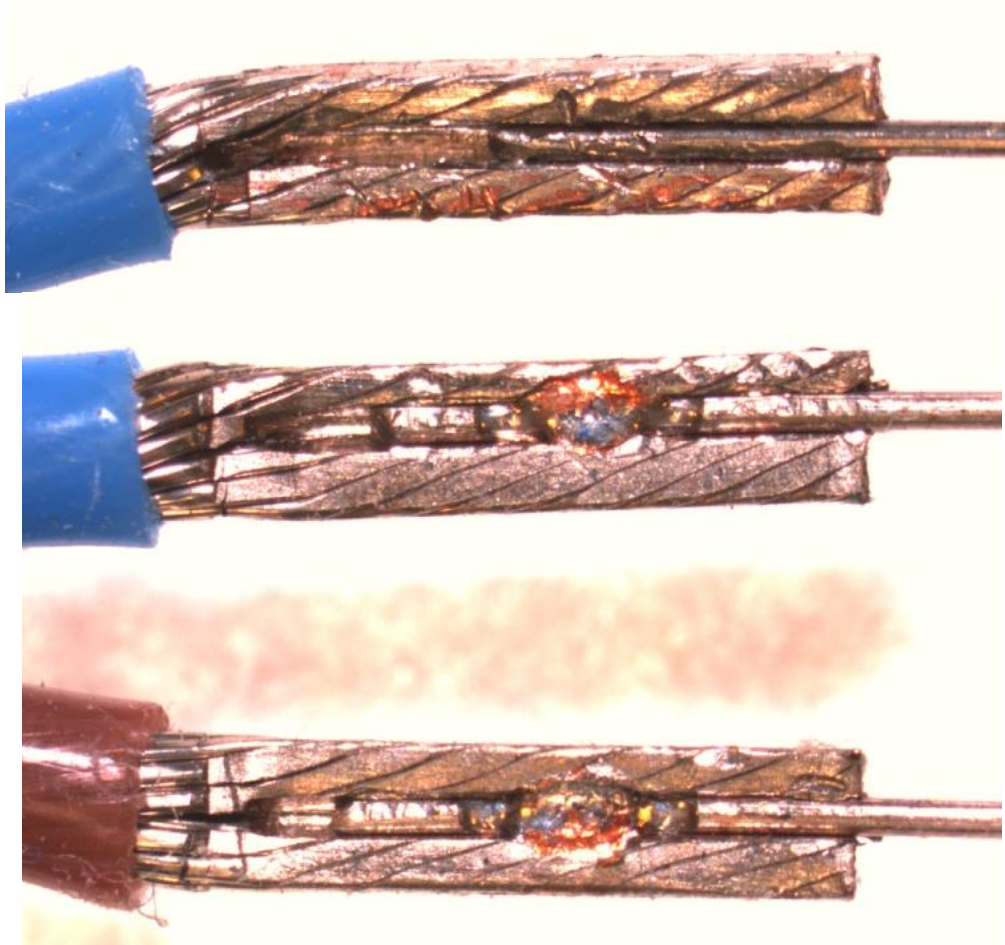


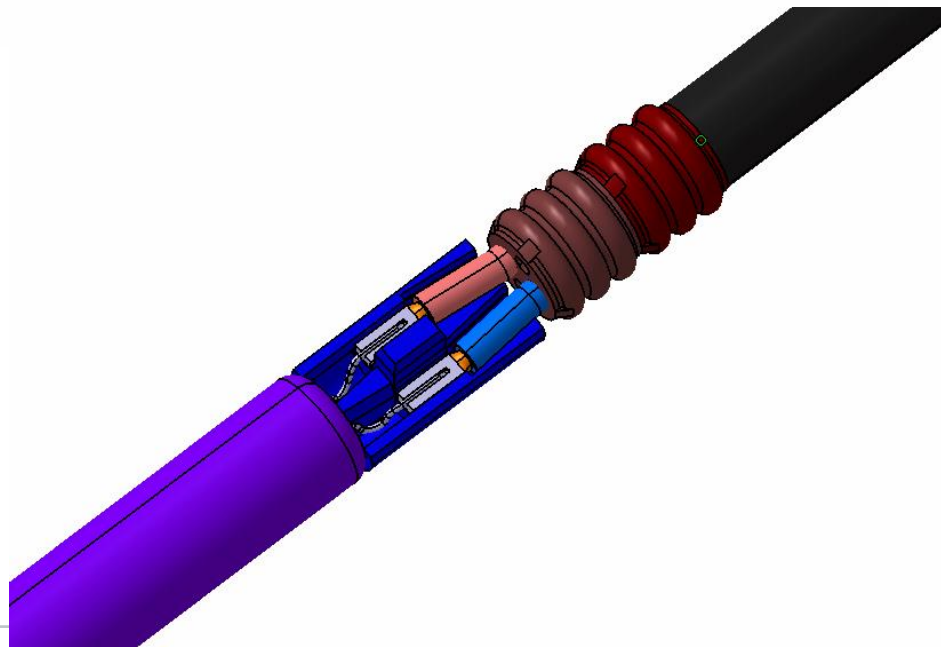
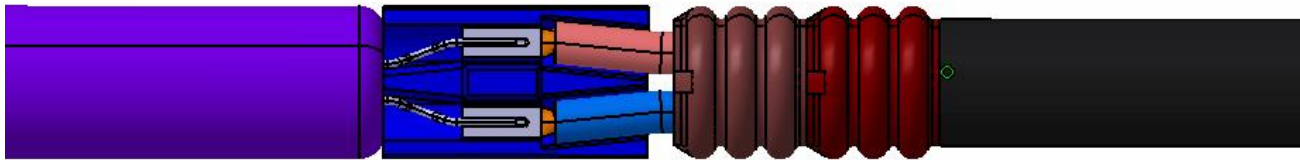
**Kupferlitze kompaktiert;**  
**NiSi Draht eingedrückt**

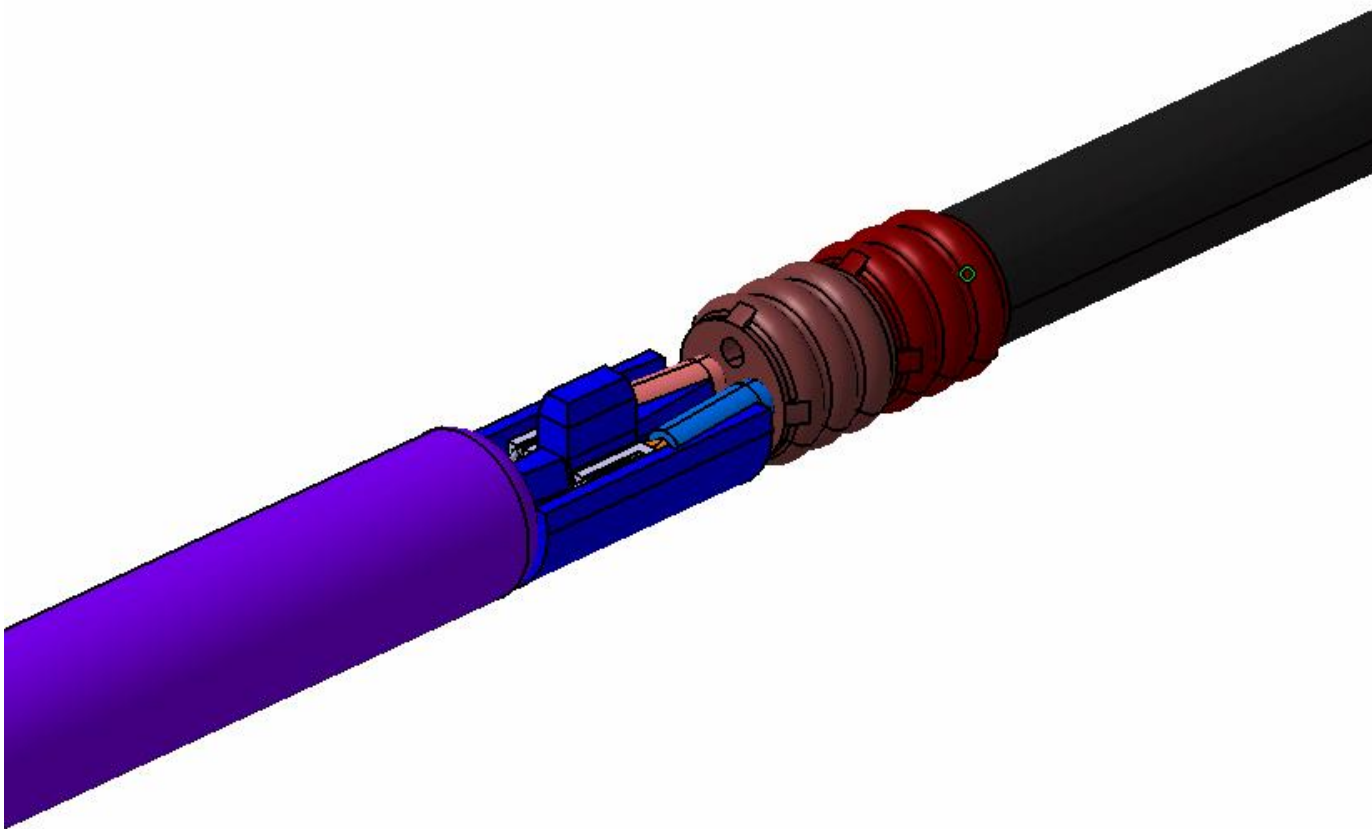
## 2. Laserschweißen

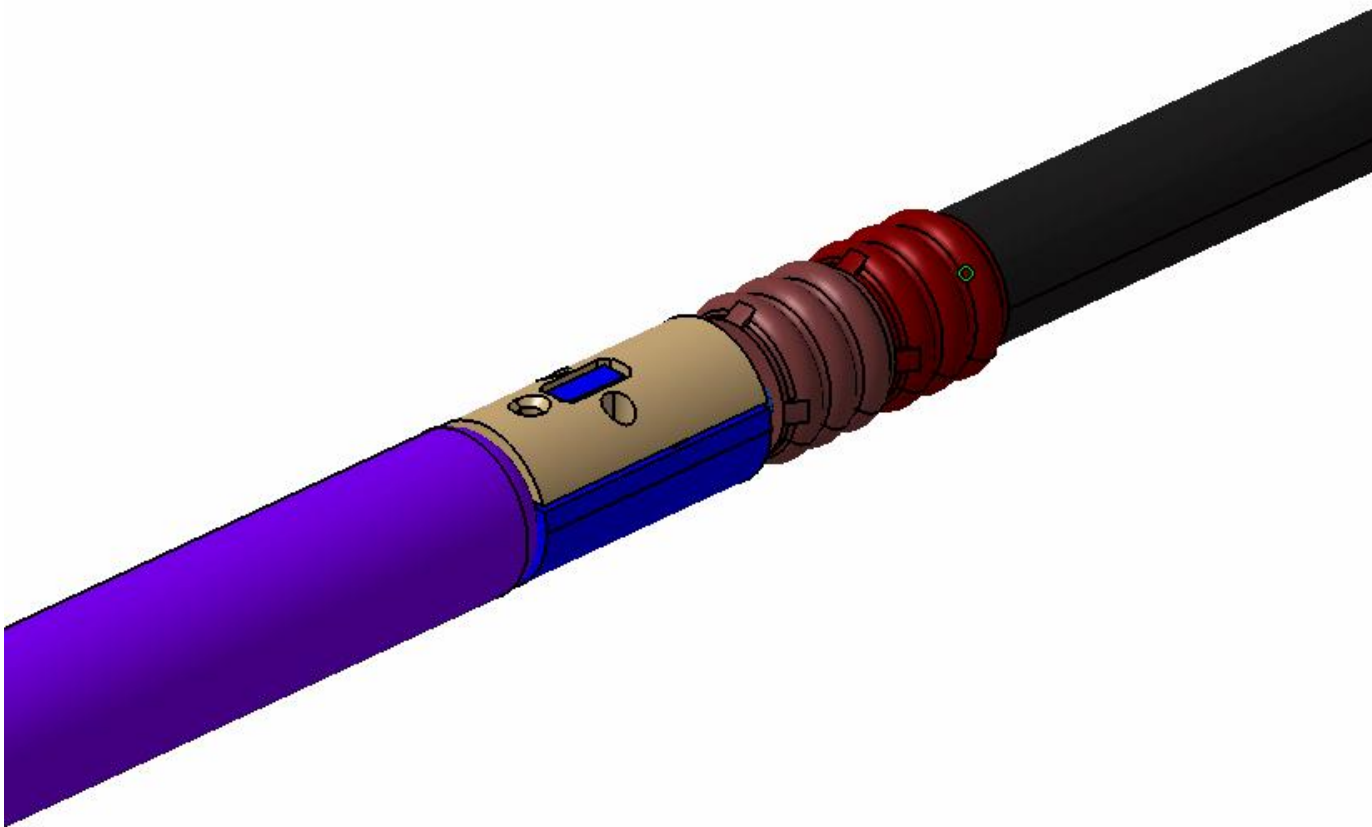


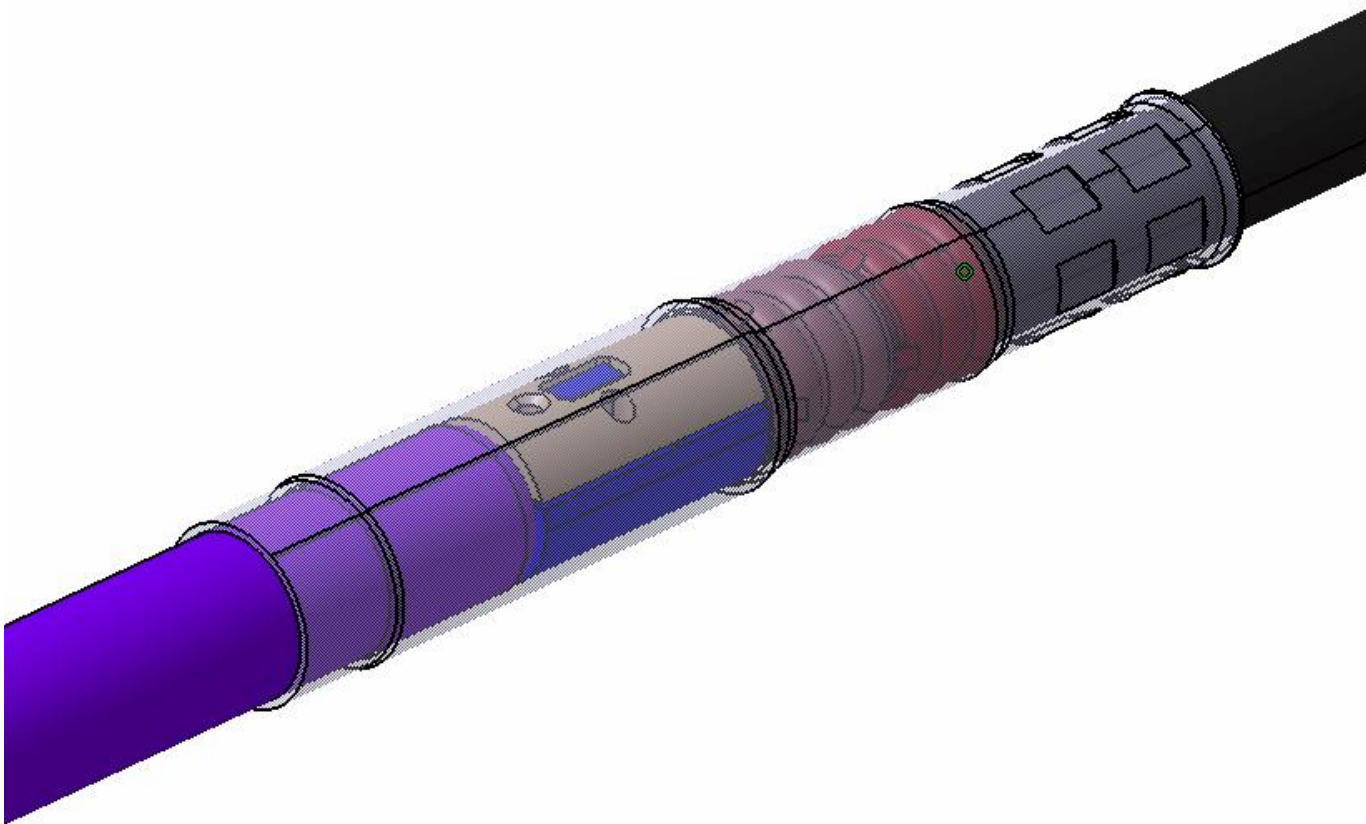
## 2. Laserschweißen











# Danke für ihre Aufmerksamkeit