

# Kontaktierungslösungen für Leiterplatten auf Basis der Einpresstechnik



**Regionalgruppenveranstaltung  
FED bei Taube Electronic  
am 17. April 2018**

**Referent: Martin Janku**

**Würth Elektronik ICS GmbH & Co. KG  
Intelligent Power & Control Systems**

# Würth Elektronik ICS Agenda



Würth und  
Würth Elektronik



Würth Elektronik ICS



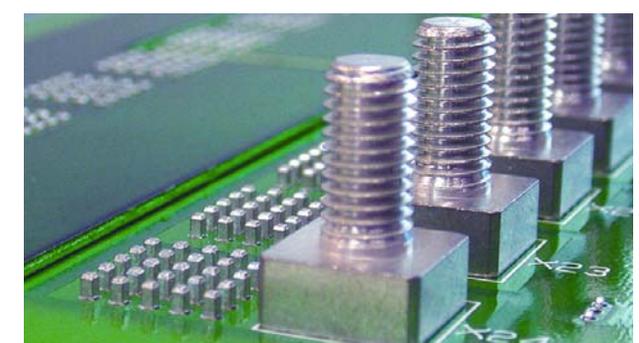
Grundlagen der  
Einpresstechnik



Anwendungsbereiche



Produktlösungen



Praxiserfahrungen

# Würth Elektronik ICS Agenda



Würth und  
Würth Elektronik



Würth Elektronik ICS



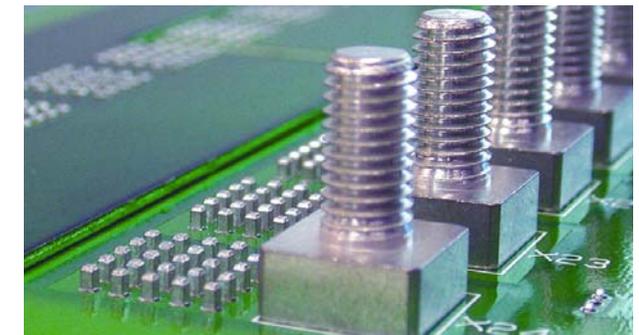
Grundlagen der  
Einpresstechnik



Anwendungsbereiche



Produktlösungen



Praxiserfahrungen

# Die Würth Gruppe

## Eine starke Familie

# WÜRTH GROUP



- Weltmarktführer im Handel mit Montage- und Befestigungsmaterial
- Mehr als 74.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter weltweit
- Mehr als 32.000 Außendienstmitarbeiter kontaktieren jeden Tag 300.000 Kunden
- Kernsortiment umfasst ca. 125.000 Produkte
- 12,7 Mrd. Euro Jahresumsatz 2017\*
- Über 400 selbstständige Einzelgesellschaften in mehr als 80 Ländern



\*gemäß vorläufigem Jahresabschluss



## Geschäftsfelder der Würth Gruppe



**Würth-Linie**



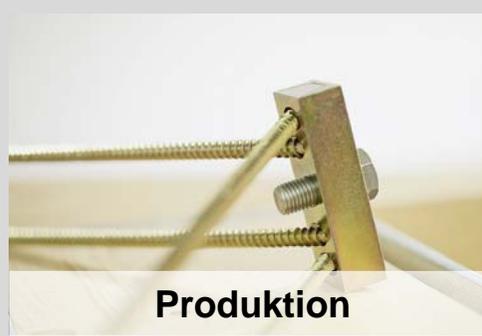
**Elektrogroßhandel**



**Handel**



**reca Group**



**Produktion**



**Werkzeuge**



**Elektronik**



**Schrauben & Normteile**



**Finanzdienstleistungen**

# Würth Elektronik ICS Agenda



Würth und  
Würth Elektronik



Würth Elektronik ICS



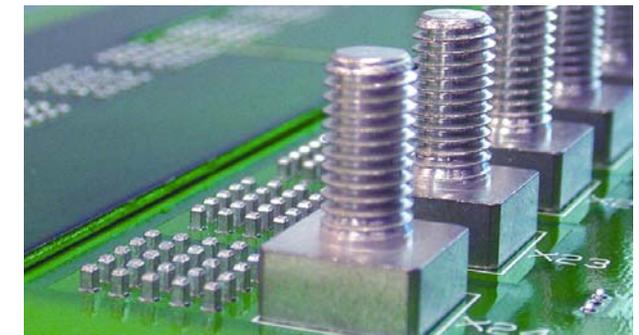
Grundlagen der  
Einpresstechnik



Anwendungsbereiche



Produktlösungen



Praxiserfahrungen

# Die Unternehmensgruppe Würth Elektronik Geschäftsbereiche



Die Würth Elektronik Unternehmensgruppe

926 Mio. Euro Umsatz & 8.300 Mitarbeiter in 2017

**Leiterplatten**  
Würth Elektronik CBT

**Intelligente Power- & Steuerungssysteme**  
Würth Elektronik ICS

**Elektronische & Elektromechanische Bauelemente**  
Würth Elektronik eiSos

# Würth Elektronik ICS Intelligente Power- & Steuerungssysteme



**Zentralelektriken**

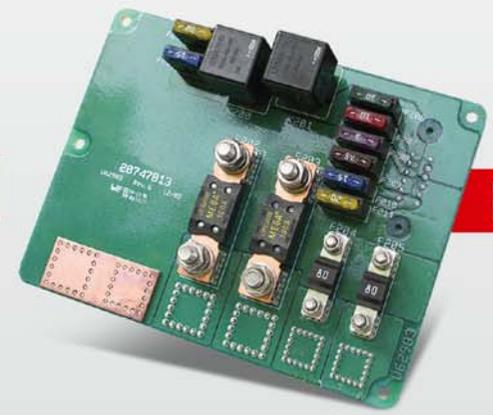
**Steuerungen**



**Steckverbinder-  
Technologie**



**Powerelemente**



**Powerboards**

## Lösungen und Technologien für:

- Powermanagement
- Signalübertragung
- Steuerung
- Anzeige und Eingabe
- Steckverbindungen



**Anzeige & Bedienfelder/  
HMI Lösungen**



**Powerboxen**

# Würth Elektronik ICS Unsere Kunden



*Sonderfahrzeuge*



*Landwirtschaftliche  
Maschinen*



*Industrie*



*Medizintechnik*



*Materialtransport*



*Bau  
maschinen*



*Erneuerbare  
Energien*



*Bahn-technik*



*Nutzfahrzeuge*



*Telekom-  
munkation*



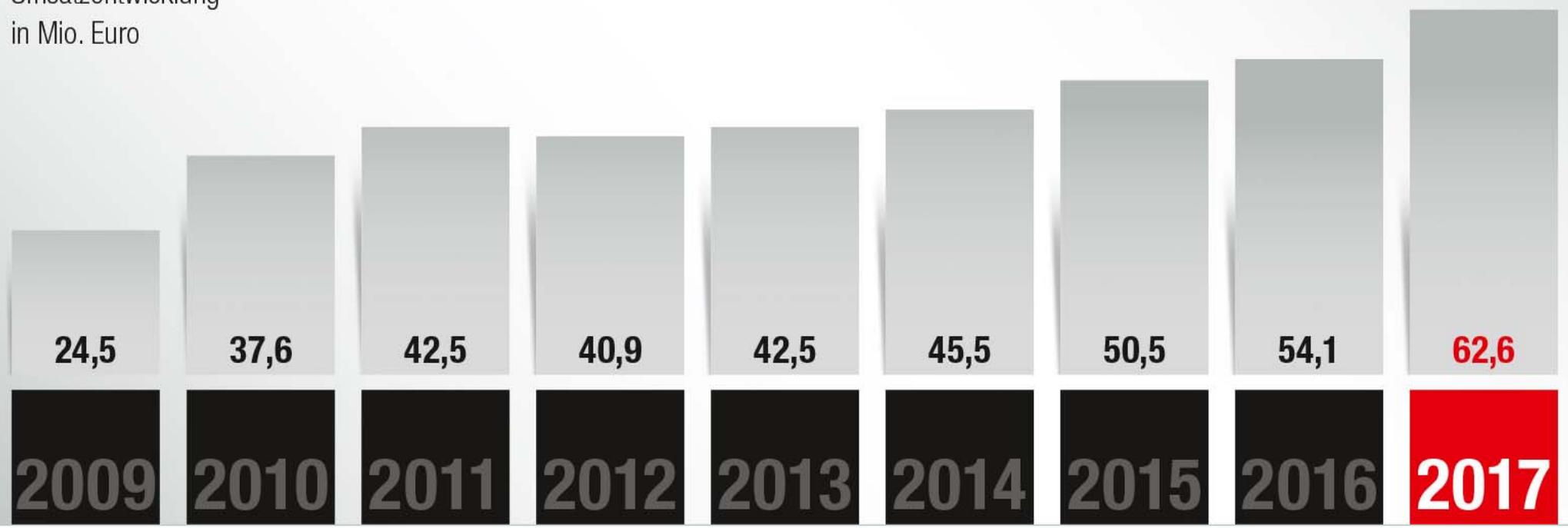
*Schiffsbau*

# Würth Elektronik ICS ...in Zahlen



**315  
Mitarbeiter**  
(Stand: 2017)

Umsatzentwicklung  
in Mio. Euro



# Würth Elektronik ICS Standorte



# Würth Elektronik ICS Standorte



## Technologie- und Produktionszentrum in Niedernhall-Waldzimmern

- Fertigstellung: Mai 2014
- Grundstücksfläche: ca. 28.400 m<sup>2</sup>
- Gesamtnutzungsfläche: ca. 11.000 m<sup>2</sup>



# Würth Elektronik ICS Produktion



**Bestückung von rund 30.000 SMT-Bauteilen pro Stunde**

**Produktion von über 1,4 Millionen Baugruppen pro Jahr**



**Bis zu 6.000 Einpressvorgänge pro Stunde**



**Bestückkapazität bis zu 15 Millionen Sicherungen pro Jahr**

**Millionen von Baugruppen mit Milliarden von Einpresszonen im täglichen Einsatz**

# Würth Elektronik ICS Agenda



Würth und  
Würth Elektronik



Würth Elektronik ICS



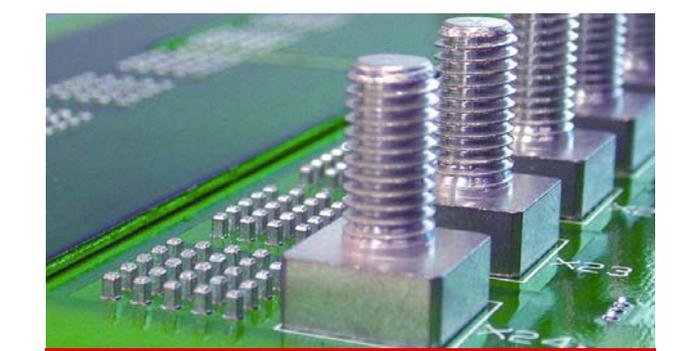
Grundlagen der  
Einpresstechnik



Anwendungsbereiche



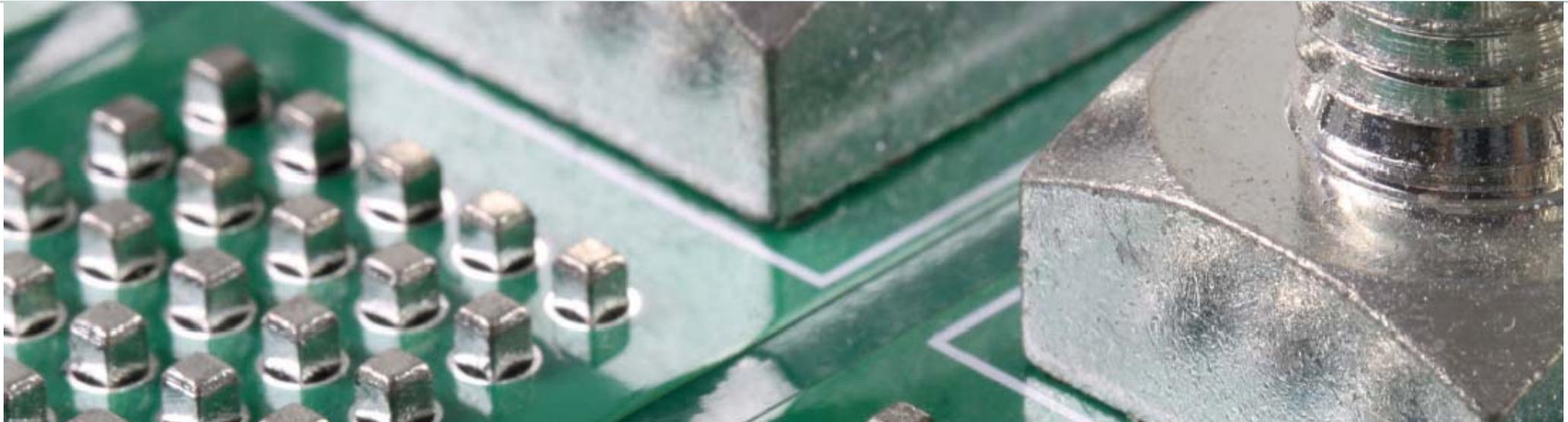
Produktlösungen



Praxiserfahrungen

# Grundlagen der Einpresstechnik

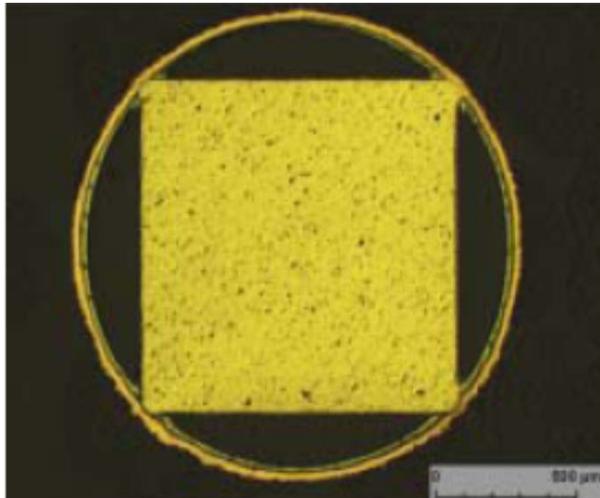
## Was ist Einpresstechnik?



- **Verbindungstechnologie**, bei der ein Einpresspin in das durchkontaktierte Loch einer Leiterplatte gepresst wird
- Dabei entsteht eine gasdichte **leistungsfähige elektrische Verbindung** mit einem extrem **niedrigen elektrischen Widerstand**
- Man unterscheidet zwischen **massiver, flexibler und Miniatur** Einpresstechnik

# Grundlagen der Einpresstechnik

## Massive und flexible Einpresstechnik



Schliffbild einer Einpresszone mit massivem Pin



Schliffbild einer Einpresszone mit flexiblem Pin

### Massive Einpresstechnik

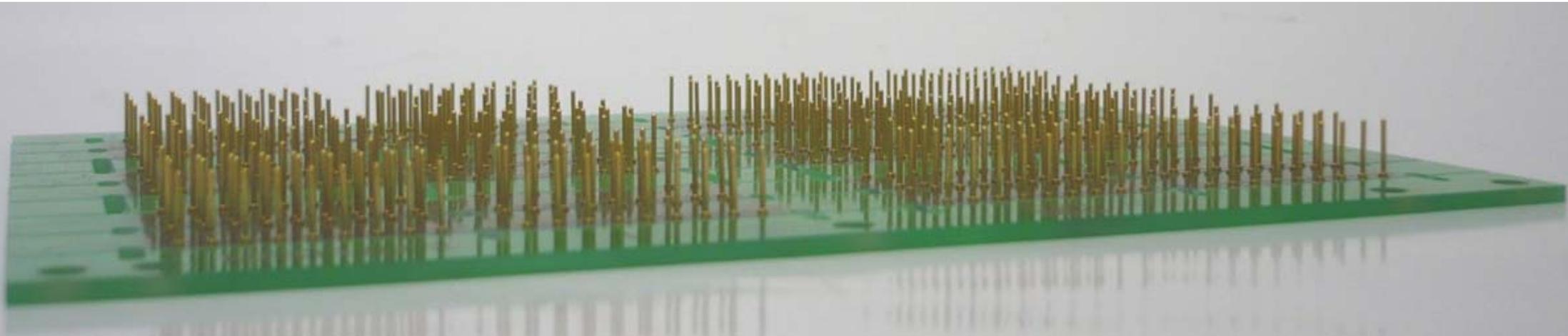
- Verarbeitung von dicken Hochstrom-Leiterplatten mit hoher Kupferbelegung
- Einpressen von Kupferschienen zur Verarbeitung sehr hoher Ströme
- Aufnahme der mechanischen Kräfte durch die Deformation der Leiterplatte und/oder der durchkontaktierten Bohrung
- Geeignet für kleine Polzahlen
- Höhere Haltekräfte als bei flexiblen Pins

### Flexible Einpresstechnik

- Verarbeitung von mehr als zehn verschiedenen Einpresszonen
- Entwicklung eigener flexibler Einpresszonen (Fork Press, U-Press)
- Aufnahme der mechanischen Kräfte hauptsächlich durch den Einpresspin
- Geeignet für hochpolige Steckverbindungen
- Geringere Einpresskräfte als bei starren Pins notwendig
- Größere Lochtoleranz der durchkontaktierten Bohrungen in den Leiterplatten

# Grundlagen der Einpresstechnik

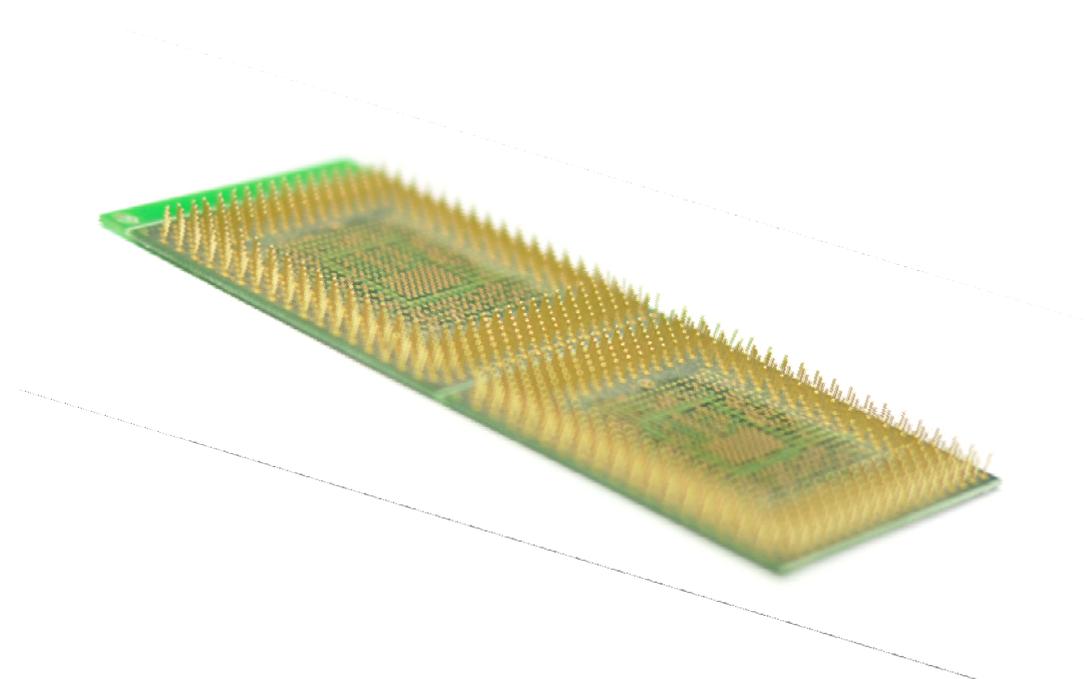
## Miniatur Einpresstechnik



### Miniatur Einpresstechnik

#### Technische Möglichkeiten

- Verarbeitung von Stiftdiagonalen ab 0,50mm für Leiterplattendicke von 1,6mm ohne Überstand
- Haltekräfte pro Pin von mind. 30N
- Stiftabstände im Rastermaß von 1,27mm
- Adaptierung von Polzahlen bis 370 Pins
- Realisierung von kundenspezifischen Anforderungen bezüglich der Stiftlänge, Stiftdiagonale, Oberfläche, Rastermaß etc.

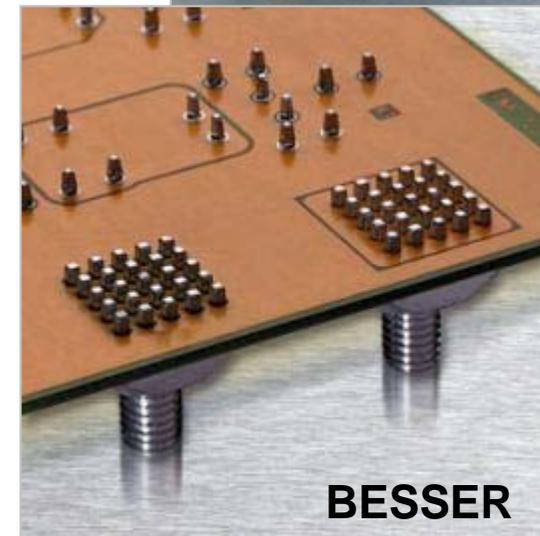


# Grundlagen der Einpresstechnik

## Massive Einpresstechnik vs. Löttechnik

### Als eine vorteilhafte Alternative zur reinen Löttechnik ermöglicht die Einpresstechnik:

- Einfache Verarbeitung von sehr dicken (Hochstrom-) Leiterplatten mit hoher Kupferbelegung
- Problemlose zweiseitige Bestückung der Leiterplatte, dadurch kompakte Auslegung von Baugruppen
- Thermisch vorteilhafte Verarbeitung hoher Ströme aufgrund der verkürzten Leiterbahnen bei kompakter Auslegung von Baugruppen
- Elektrische und außerordentlich stabile mechanische Verbindung zwischen Einpress-Komponenten und Leiterplatte

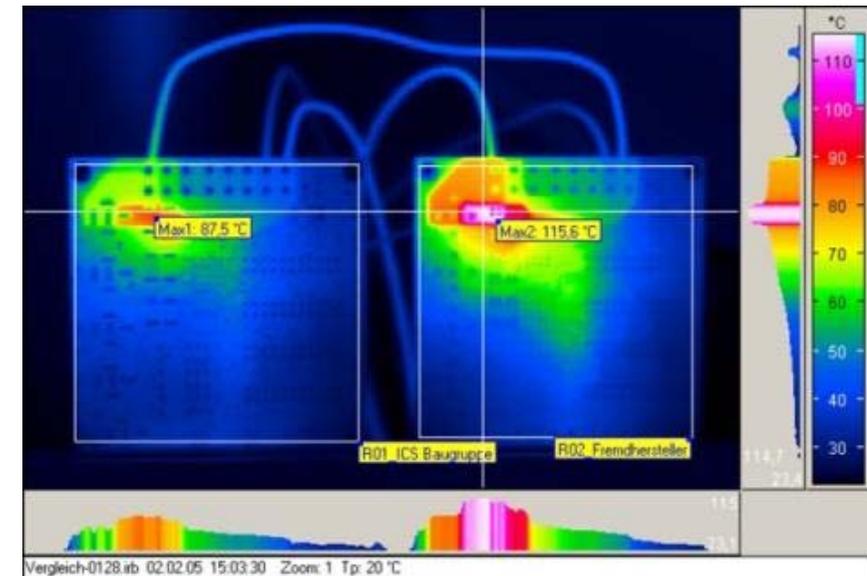


# Grundlagen der Einpresstechnik

## Massive Einpresstechnik vs. Löttechnik

### Als eine vorteilhafte Alternative zur reinen Löttechnik ermöglicht die Einpresstechnik:

- Keine thermische Belastung der Leiterplatte
- Durch kaltschweißende Verbindung wesentlich geringer Übergangswiderstand zwischen dem Einpresspin und der Leiterplattenhülse
- Keine Gefahr von kalten Lötstellen
- Gute Haftung von Beschichtungen, da keine Flussmittelreste
- Hohe mechanische Belastbarkeit und Vibrationsbeständigkeit
- Wirtschaftlichere Möglichkeit der beidseitigen Bestückung
- Möglichkeit der 100%-igen elektrischen Prüfung



**Thermografiebild:** links Baugruppe in Einpresstechnik; rechts Baugruppe in Löttechnik

# Grundlagen der Einpresstechnik

## Elektrische Eigenschaften

- **Behauptung:** Die Einpressverbindung hat eine geringe Verlustleistung und damit auch eine sehr hohe Stromtragfähigkeit.
- **Voraussetzung:** Übergangswiderstand der Einpressverbindung (Pin+Leiterplatte)  $\leq$  Eigenwiderstand des Pins
- **Mindestbedingung für Erfüllung\*:**

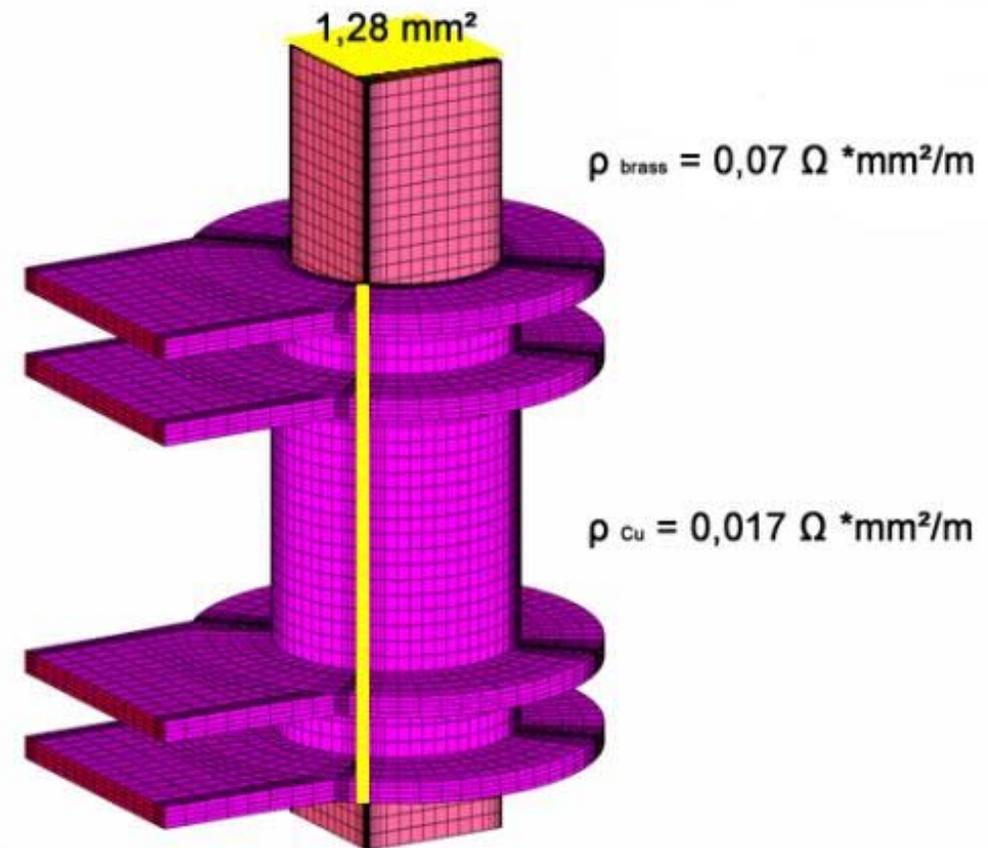
Anbindungsfläche zwischen Pin und Hülse  $\geq$   
Querschnittsfläche des Pins ( $1,28\text{mm}^2$ )

$$1,28\text{mm}^2 = 4 \times 2,4\text{mm} \times \varphi \times 0,725\text{mm}$$

$$\varphi = 0,184 \text{ oder } \varphi = 10,5^\circ \text{ im Winkelmaß}$$

D.h. wenn der **Anbindungswinkel** zwischen dem Einpresspin und der Hülse **mindestens  $10^\circ$**  beträgt, dann ist die obere **Voraussetzung erfüllt**.

\***Annahmen:** 2,4 mm dicke Leiterplatte; Cu-Hülsen-Innendurchmesser von 1,45mm; Pin und Leiterplattenhülse aus gleichem Material (Cu)



Schematische Darstellung einer Einpresszone mit massivem Pin in einer 4-Lagen Schaltung

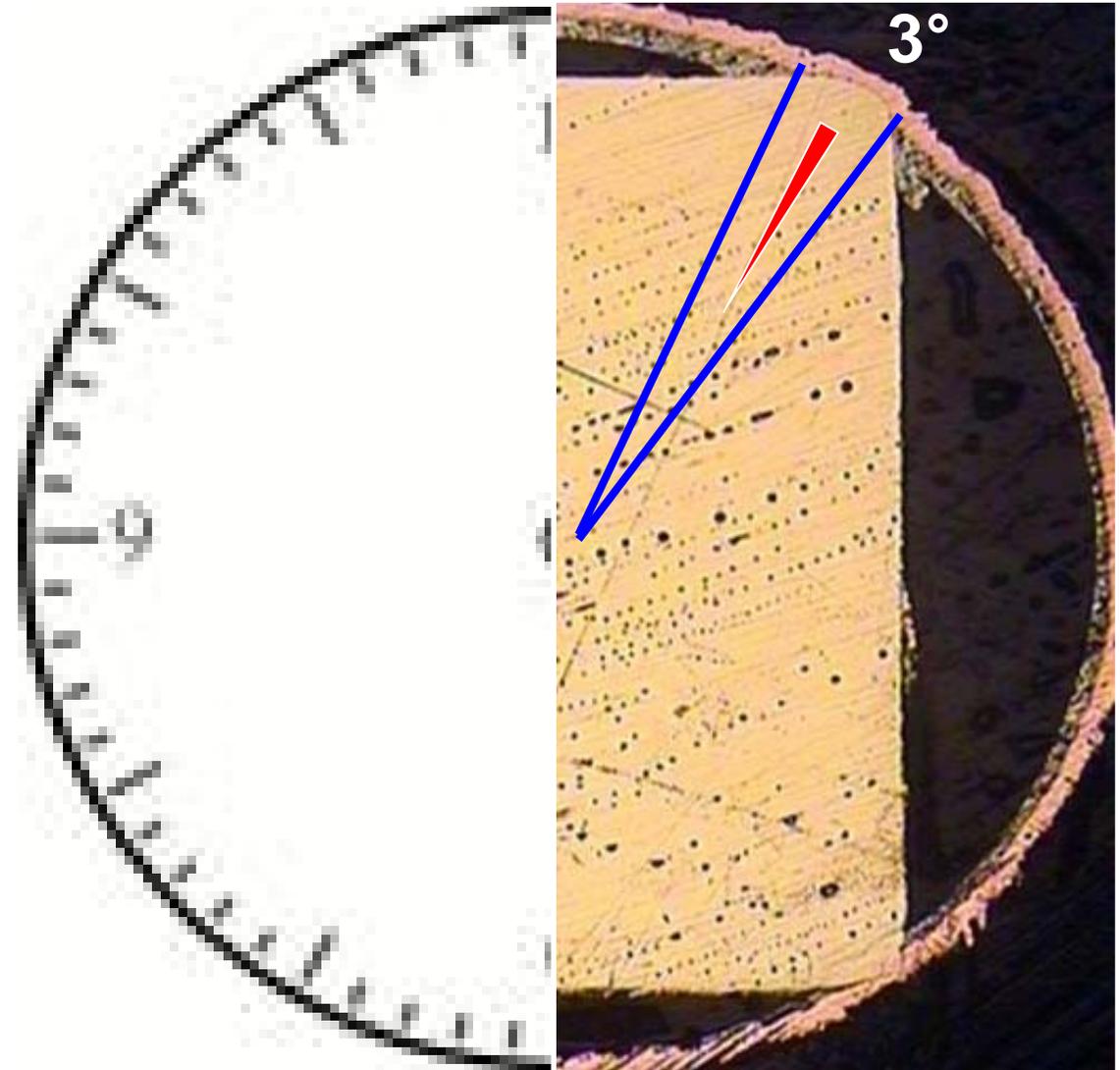
# Grundlagen der Einpresstechnik

## Elektrische Eigenschaften

- **In der Realität:** Pin-Material ist Messing mit dem spezifischen Widerstand um den Faktor 4 größer als Kupfer
- **Nach ohmschem Gesetz:** die an den Einpress-Pin angebundene Kupferfläche wirkt elektrisch wie eine 4-fach größere Messingfläche



Der erforderliche Anbindungswinkel  
nur 3°



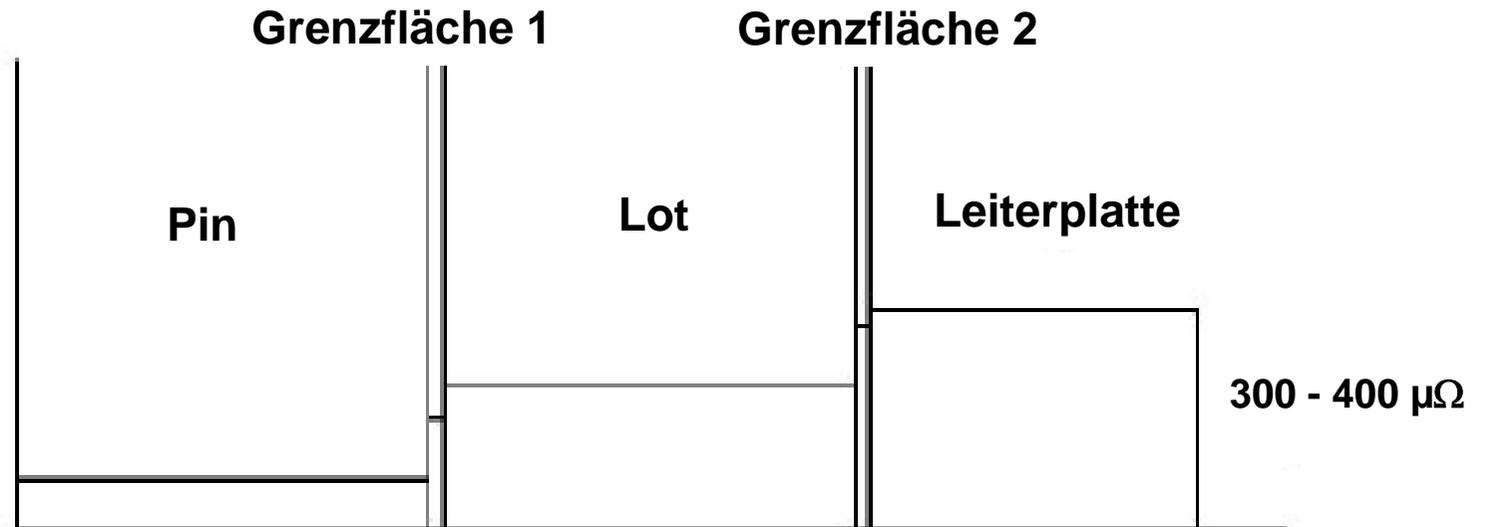
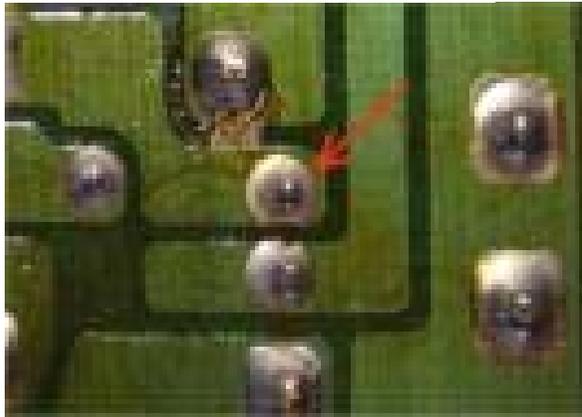
Mindestanbindung des Pins im Vergleich zur realen Einpresszone

# Grundlagen der Einpresstechnik

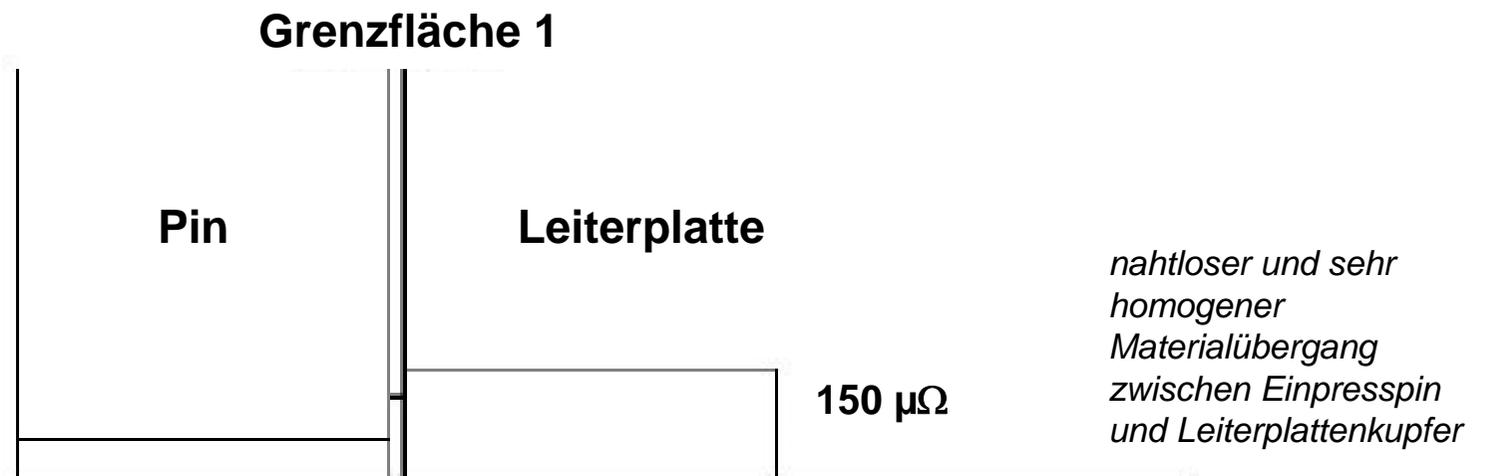
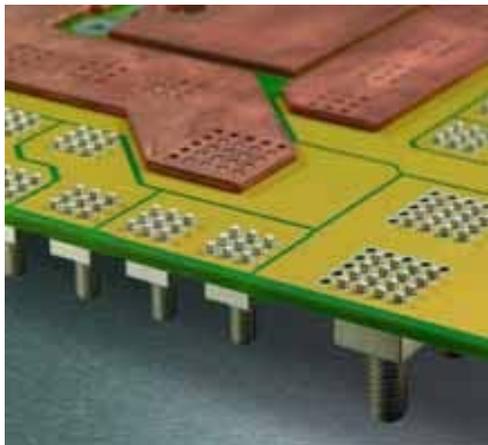
## Elektrische Eigenschaften

Übergangswiderstände bei einer Einpress- und einer Lötverbindung

### Lötverbindung



### Einpressverbindung



# Würth Elektronik ICS Agenda



Würth und  
Würth Elektronik



Würth Elektronik ICS



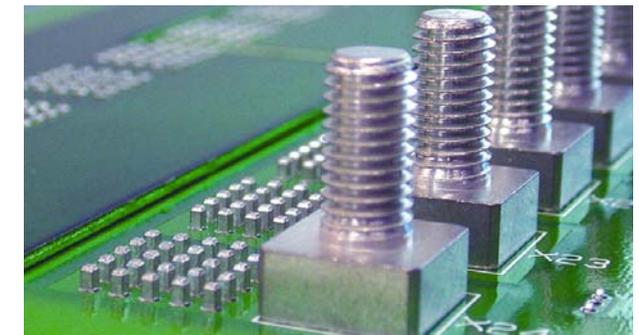
Grundlagen der  
Einpresstechnik



Anwendungsbereiche



Produktlösungen



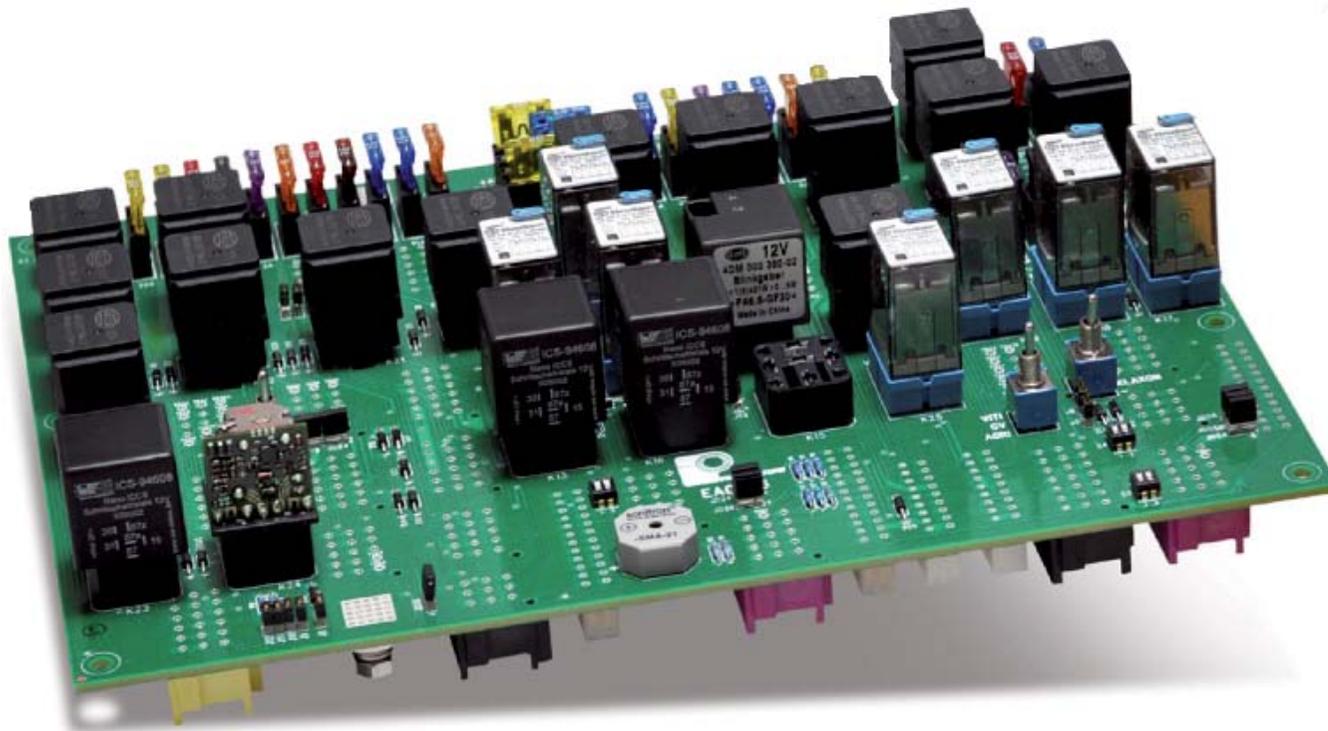
Praxiserfahrungen

# Anwendungsbereiche

## Praktische Anwendungen



### Beidseitige Bestückung der Leiterplatte

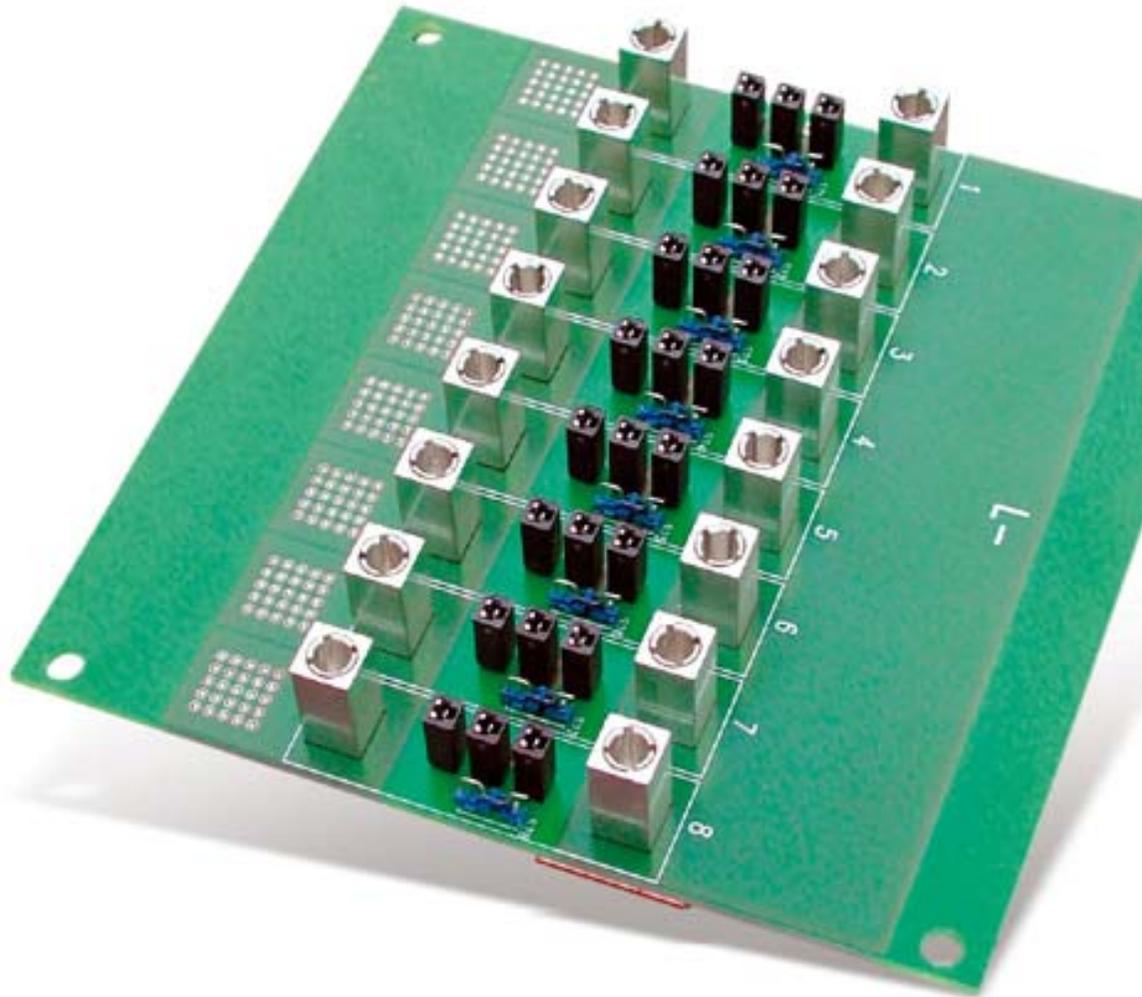


# Anwendungsbereiche

## Praktische Anwendungen



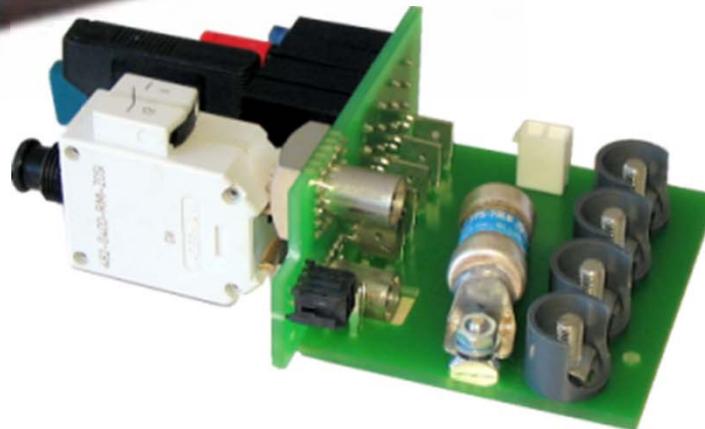
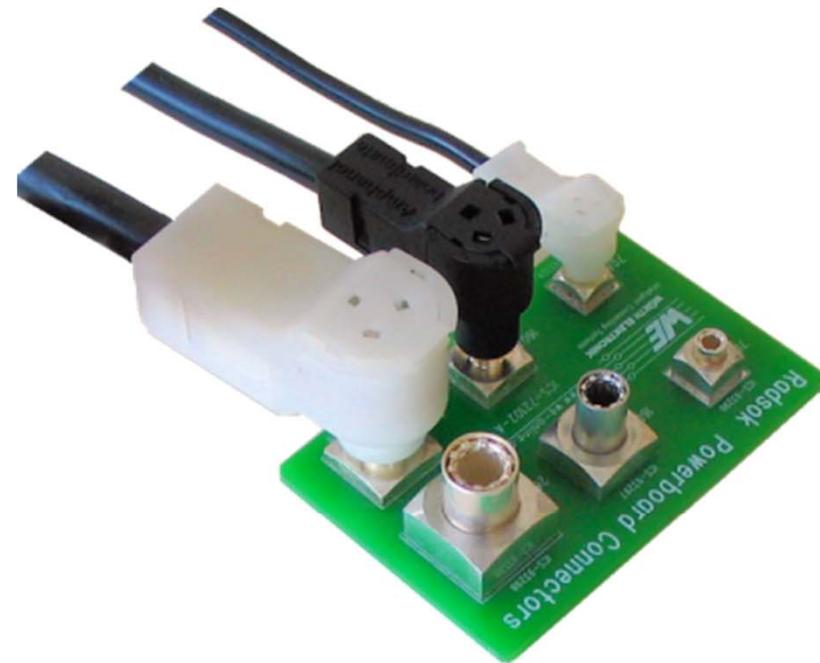
### Einfache Realisierung von Plug & Play Systemen



# Anwendungsbereiche

## Praktische Anwendungen

**Einfache Realisierung von Plug & Play Systemen mit PowerRadsok oder PowerLamella bzw. Power Basket**

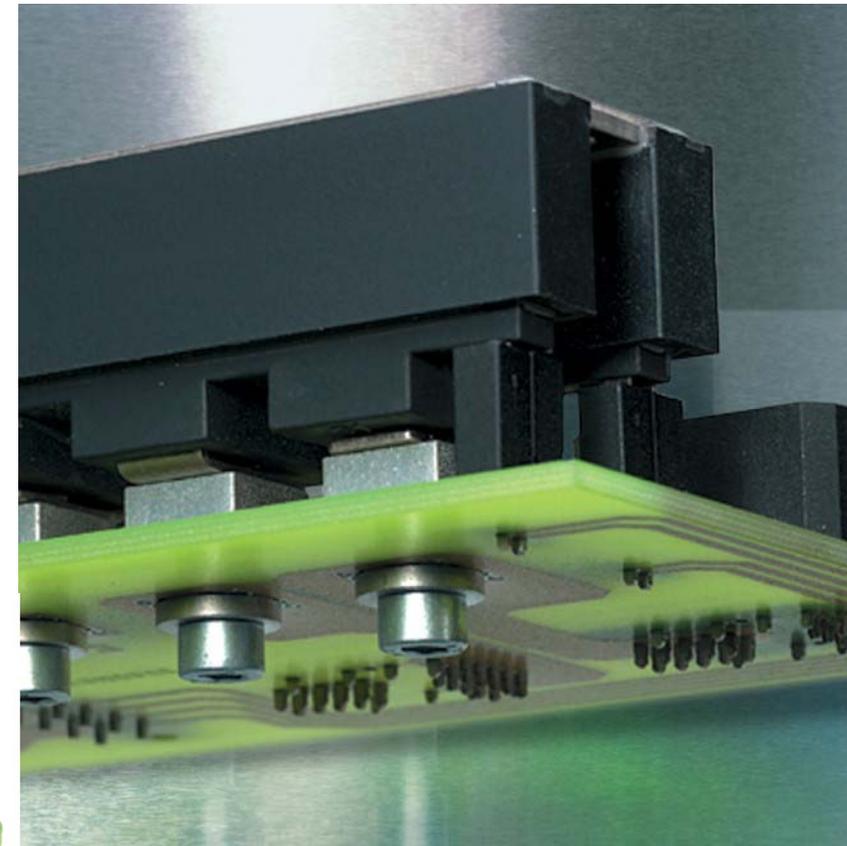
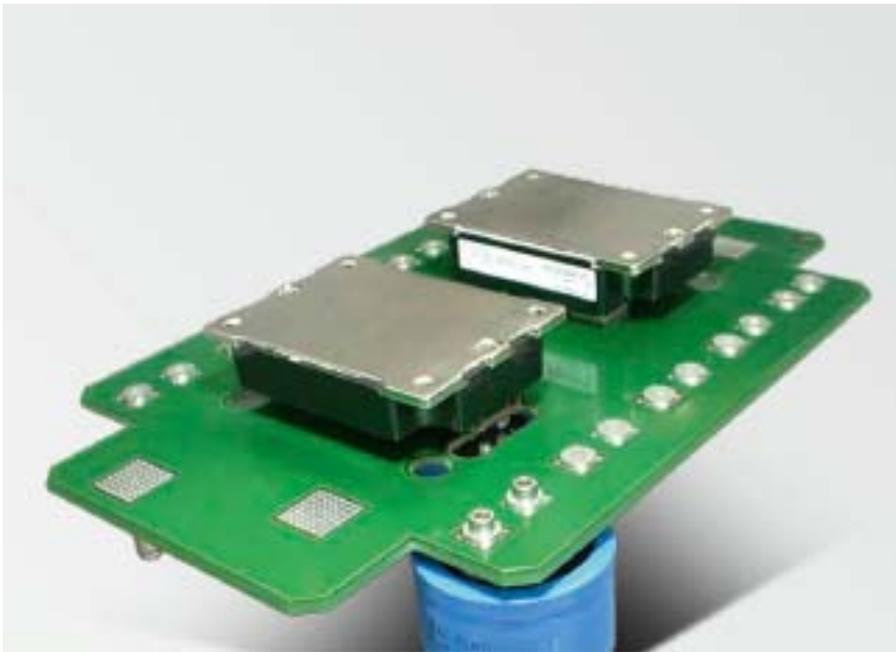


# Anwendungsbereiche

## Praktische Anwendungen



### IGBT Kontaktierung auf Leiterplatte mit massiven Powerelementen

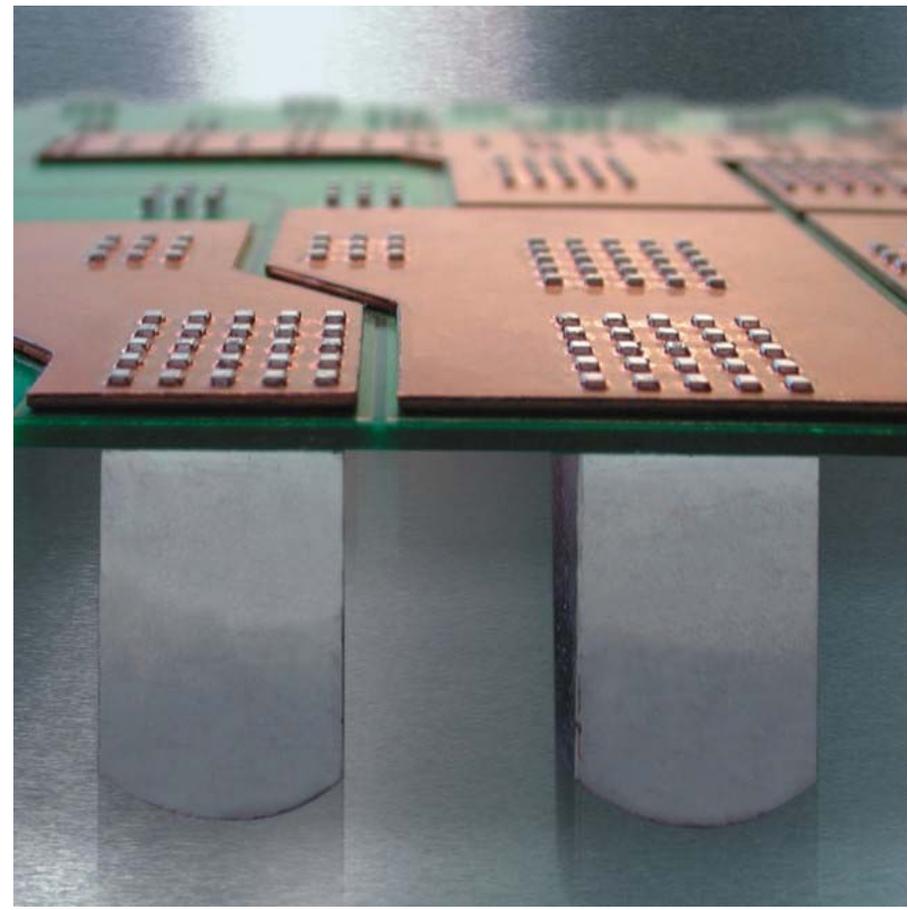
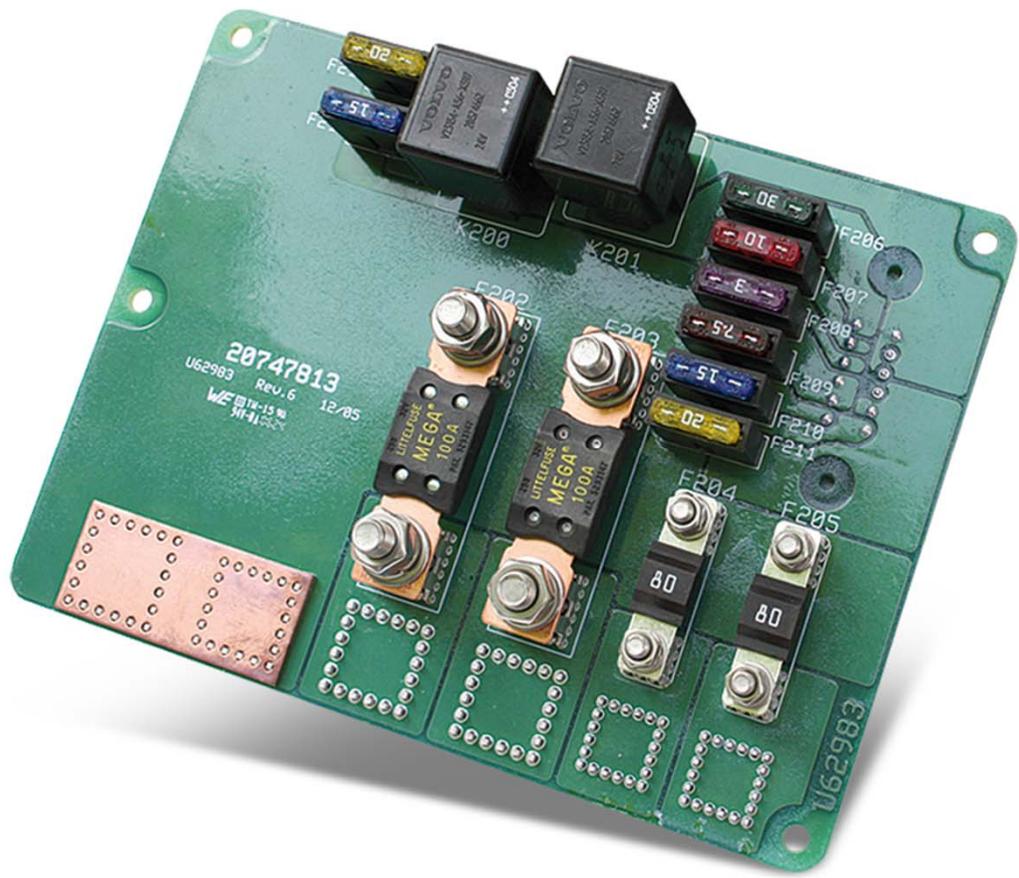


# Anwendungsbereiche

## Praktische Anwendungen



### Verpressen der Stromschiene mit der Leiterplatte zur Verarbeitung hoher Ströme

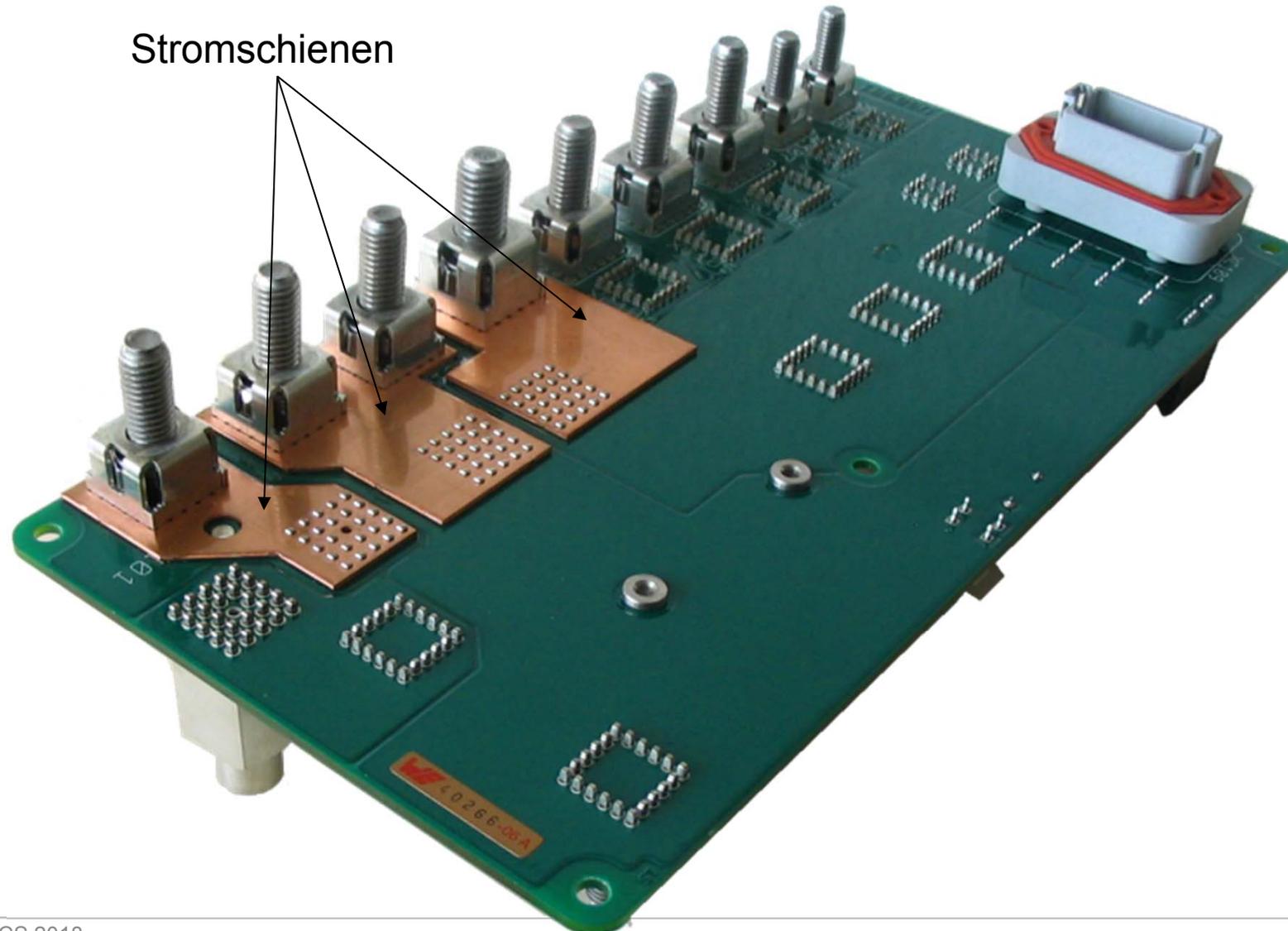


# Anwendungsbereiche

## Praktische Anwendungen



### Stromschienen funktionieren nebenbei auch als Wärmeableiter

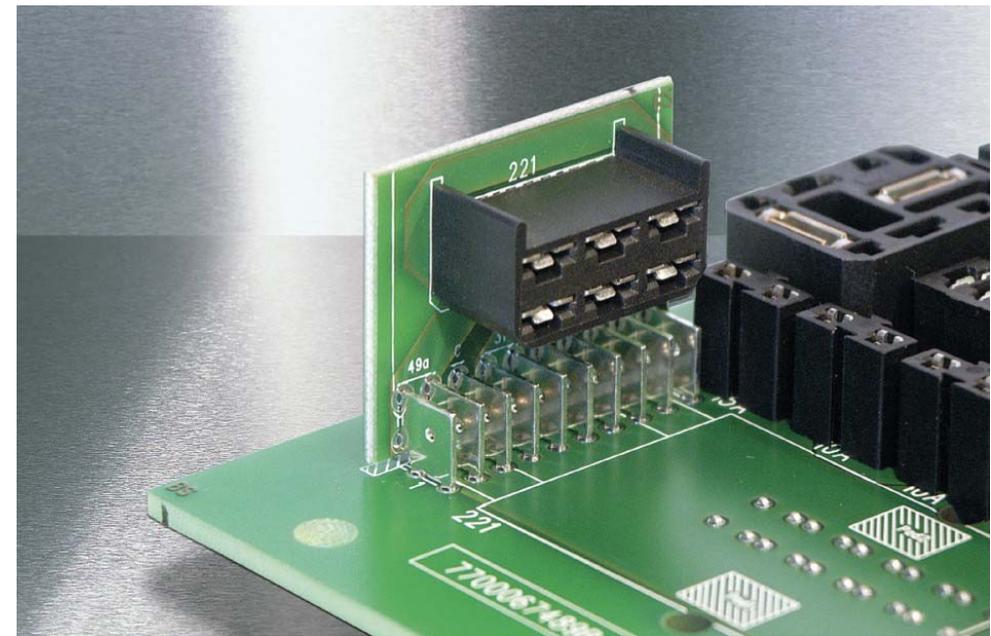
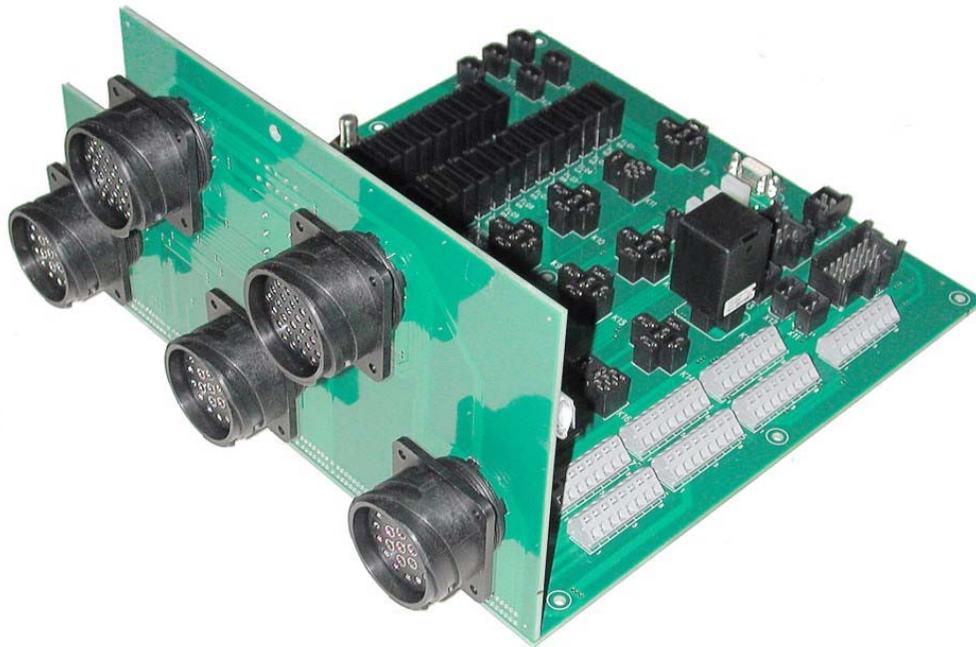


# Anwendungsbereiche

## Praktische Anwendungen



### Einfache Realisierung dreidimensionaler Anordnungen durch gewinkelte Einpressverbinder



# Würth Elektronik ICS Agenda



Würth und  
Würth Elektronik



Würth Elektronik ICS



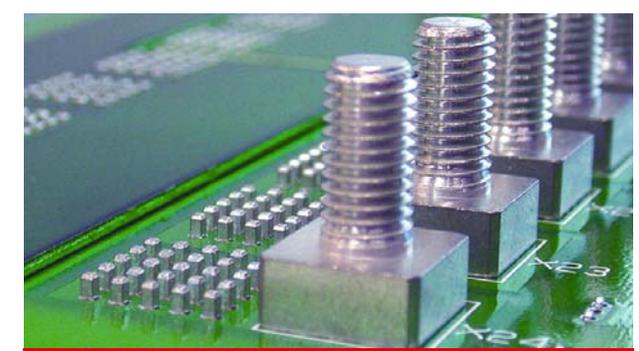
Grundlagen der  
Einpresstechnik



Anwendungsbereiche



Produktlösungen



Praxiserfahrungen



## Powerelemente

Hochstromkontakte zur Einspeisung bzw. Verteilung von hohen Strömen in leiterplattenbasierten Systemen.



- Zuverlässige und langlebige Verbindungen
- Hohe Stromtragfähigkeit
- Flexible Einsatzmöglichkeiten durch Vielzahl verschiedener Hochstromkontakte

# Produktlösungen Powerelemente



**PowerOne** konfigurierbar · configurable



**PowerTwo** konfigurierbar · configurable



**PowerPlus**



**PowerOne SMD**



**PowerBasket**



**PowerLamella**



**PowerRadSok**



**PowerFlex**



**PowerCover**



**PowerSupplies**

Original  
**POWER  
ELEMENT**  
Intelligent Systems

[www.we-online.com/pe](http://www.we-online.com/pe)

# Produktlösungen Powerelemente



## Der Powerelement Online Shop der Würth Elektronik ICS bietet Ihnen:

- ... das komplette umfangreiche Powerelement Produktsortiment
- ... in Einpress- und SMD-Bauweise
- ... Standard- und kundenspezifische (konfigurierbare) Powerelemente
- ... einen kostenlosen Musterservice
- ... umfangreiche Downloadmöglichkeiten
- ... individuell gefertigt ab 1 Stück



[www.we-online.com/pe](http://www.we-online.com/pe)



# Würth Elektronik ICS Agenda



Würth und  
Würth Elektronik



Würth Elektronik ICS



Grundlagen der  
Einpresstechnik



Anwendungsbereiche



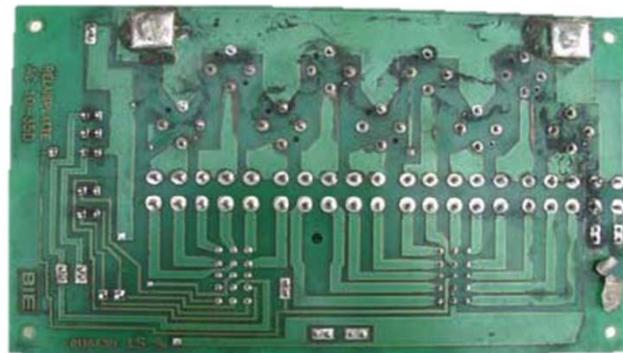
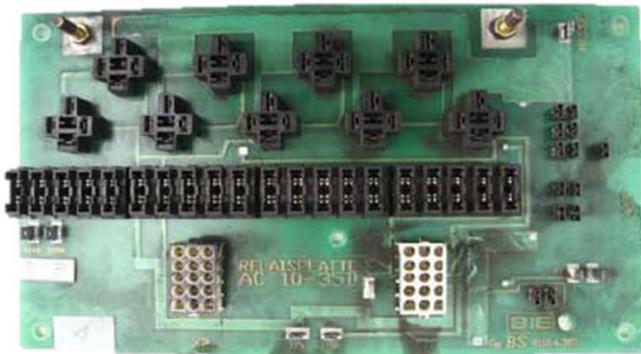
Produktlösungen



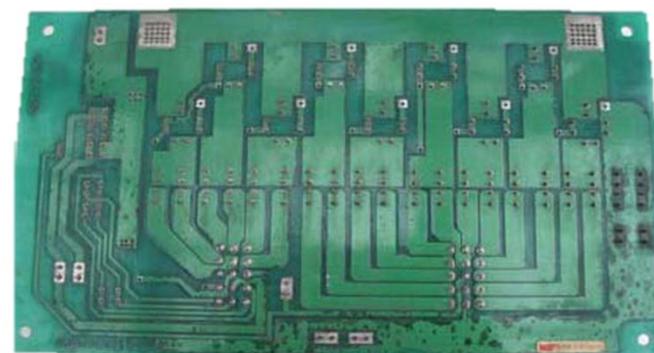
Praxiserfahrungen

# Praxiserfahrung Tests

## Gelötete Baugruppe



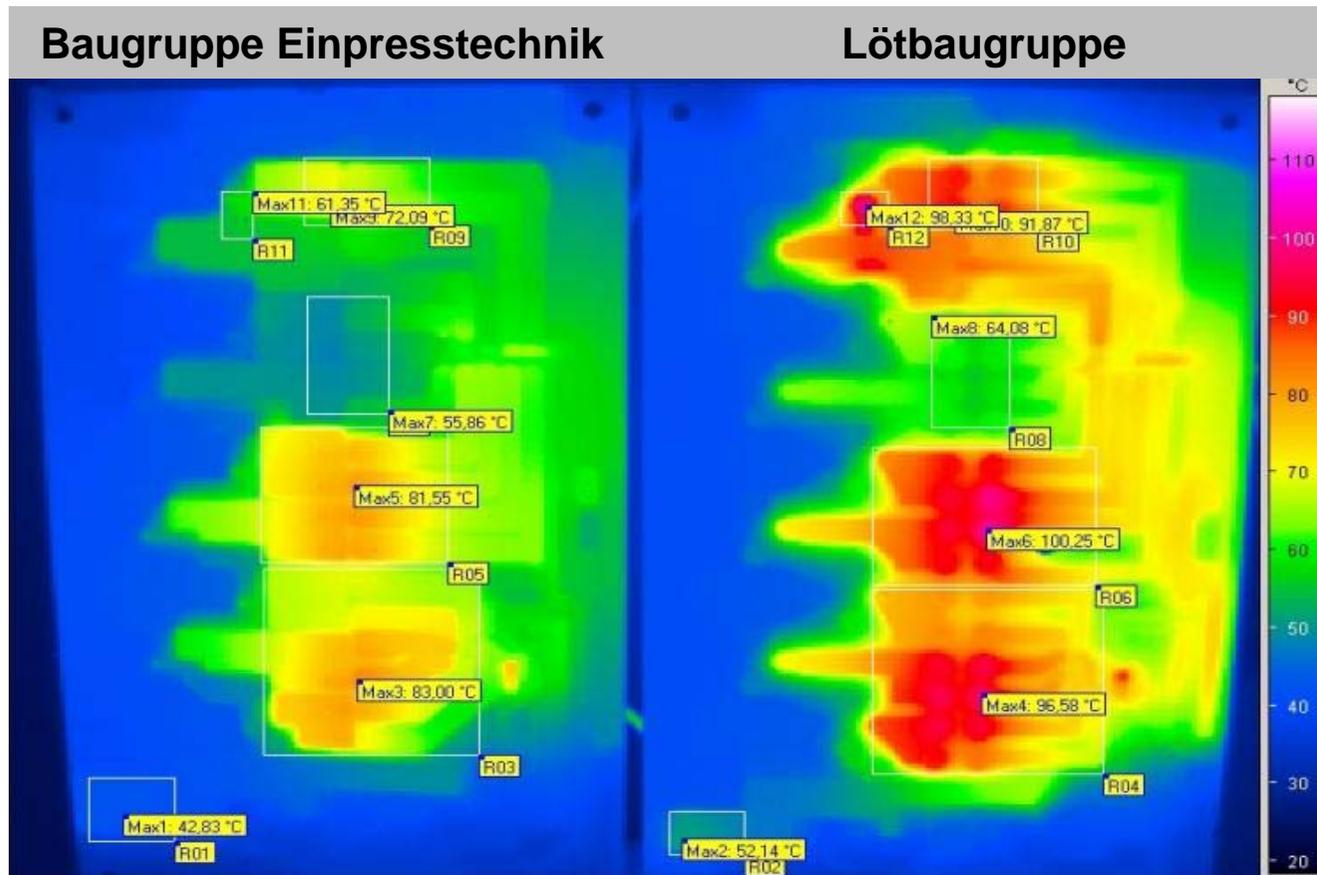
## Baugruppe in Einpresstechnik



## Thermografietest

- Identische Zentralelektriken in Löt- und Einpresstechnik
- Eingebaut in einem Klimagerät
- In Betrieb von 1998 bis 2008
- Leiterplatte mit 4 Lagen und jeweils 105µm und 140µm Kupfer
- Belastung mit konstantem Strom von 20 A

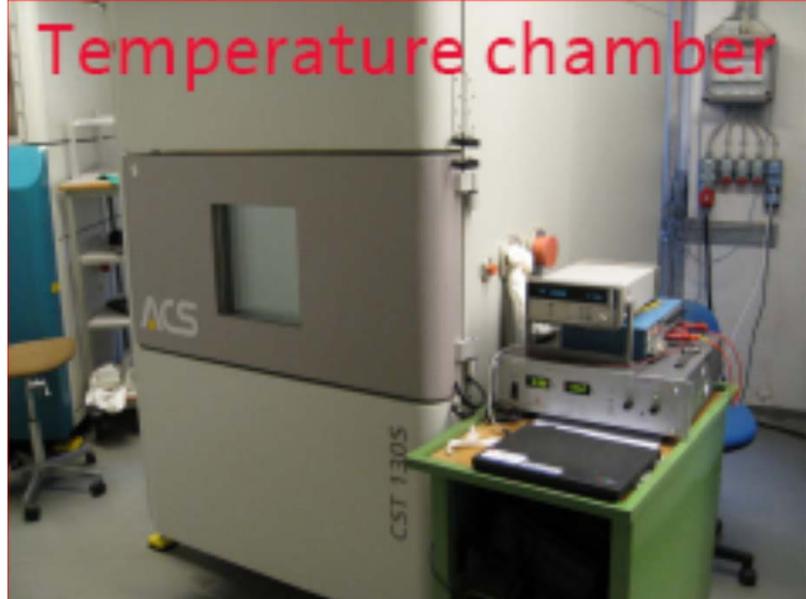
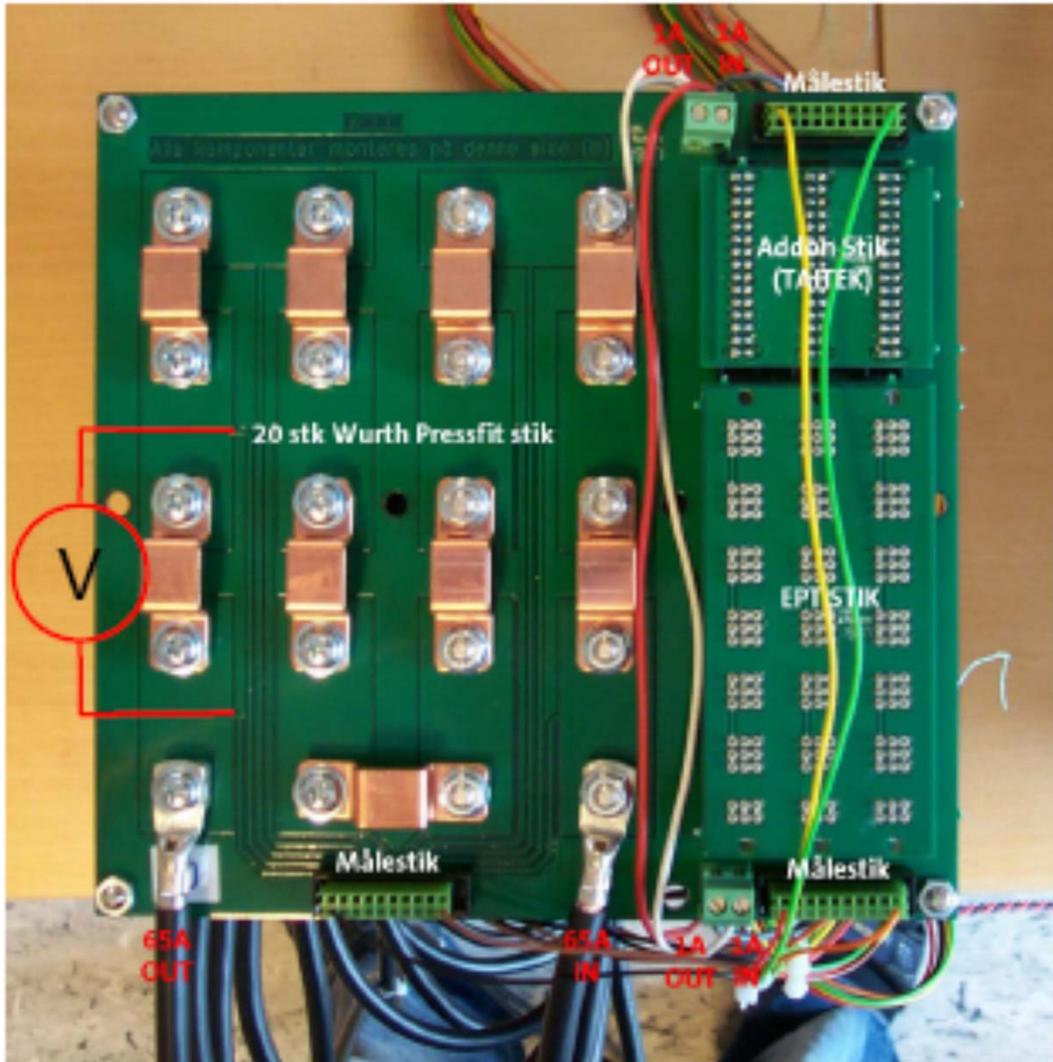
# Praxiserfahrung Tests



## Ergebnis

- Baugruppe in Einpresstechnik insgesamt 15 bis 20 °C kühler als die Baugruppe in Löttechnik
- Im direkten Vergleich: Einpressverbindung ca. 10 K kühler als Lötverbindung

# Praxiserfahrung Langzeitstabilität



# Praxiserfahrung

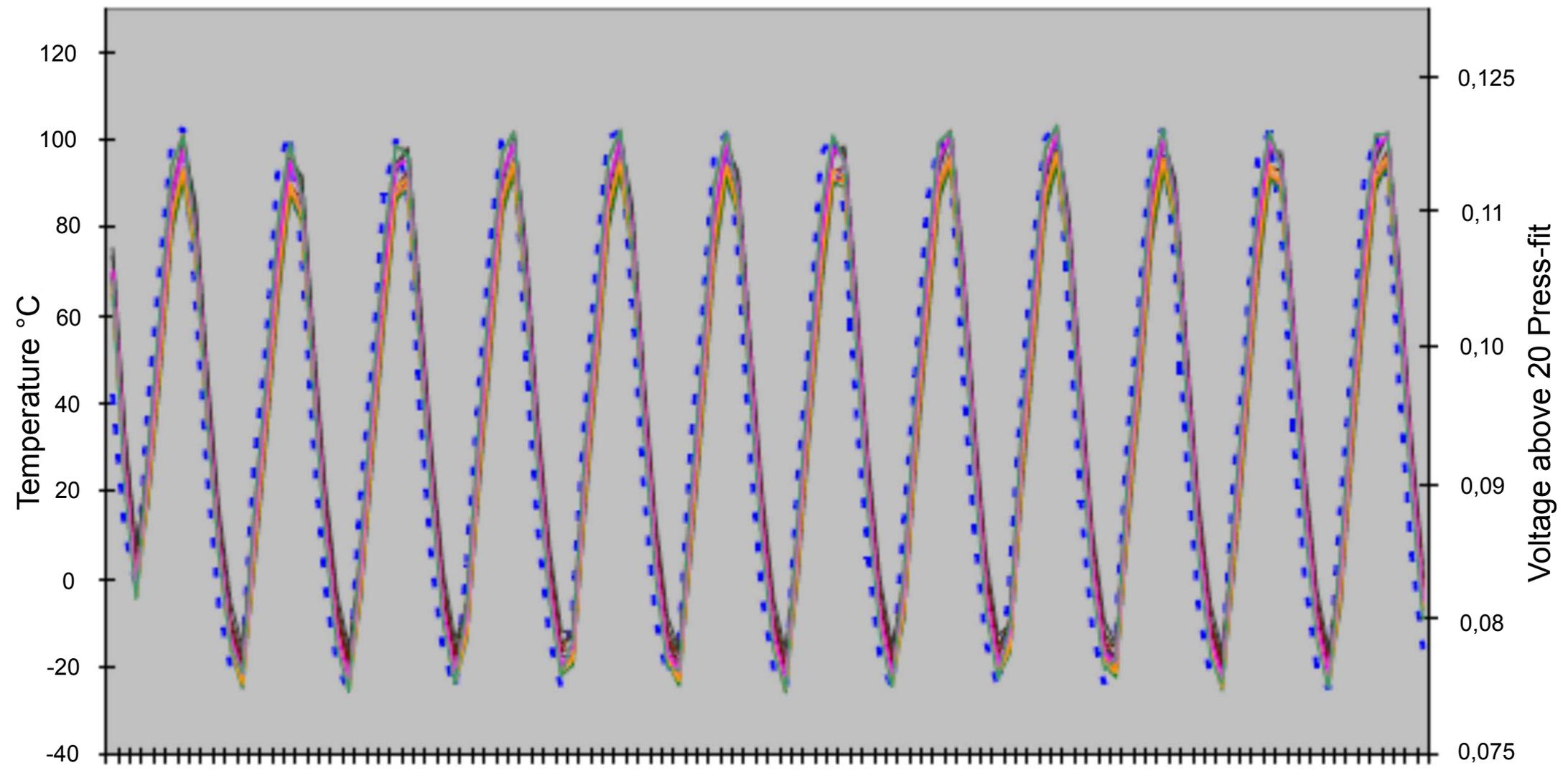
## Langzeitstabilität



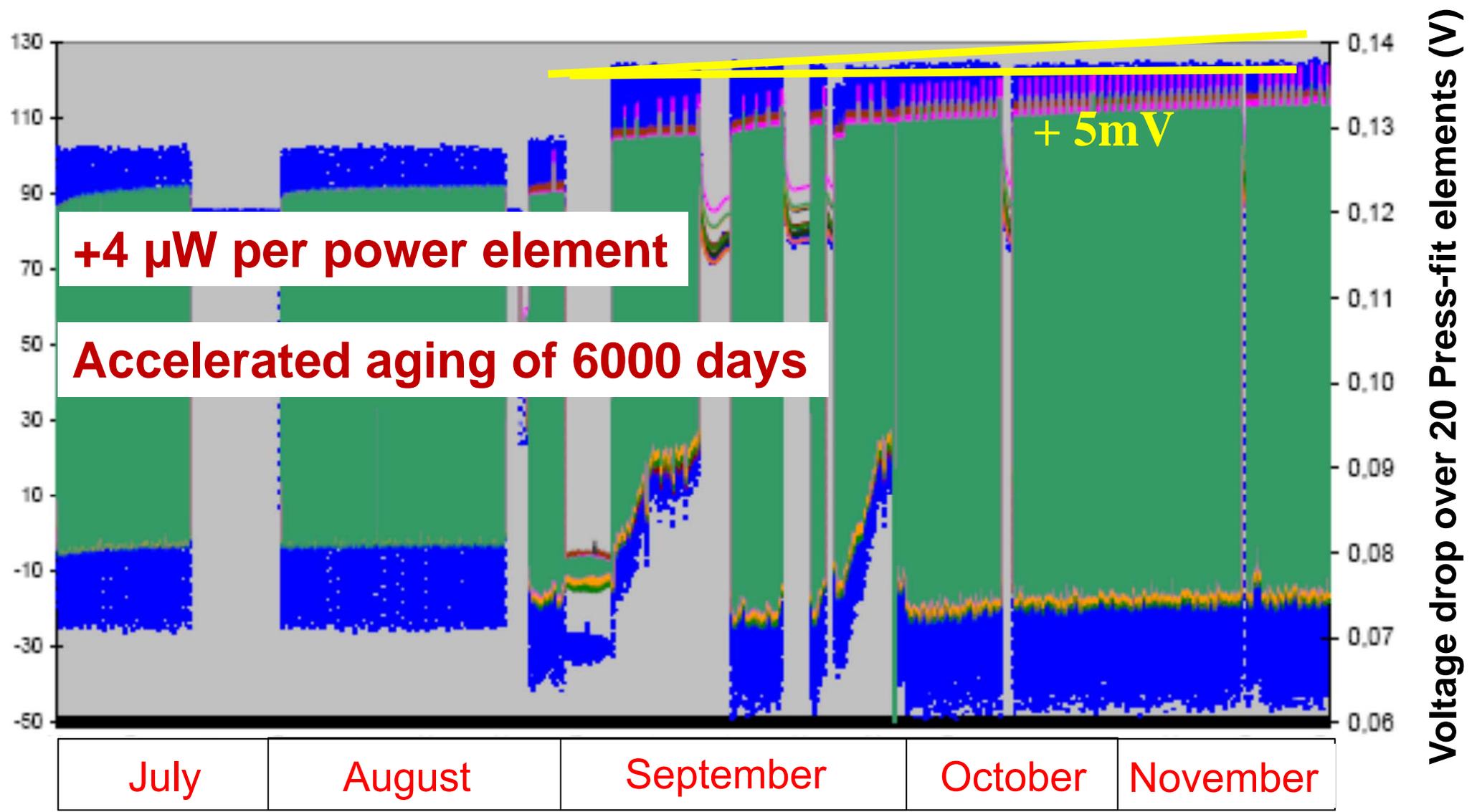
### Testprogramm

- 156 Temperaturzyklen (-30°C bis +105°C)
- 728 h in feuchter Atmosphäre bei 85°C
- 335 Temperaturzyklen (-30°C bis +105°C)
- 2000 Temperaturzyklen (-40°C bis +125°C)

# Praxiserfahrung Langzeitstabilität



# Praxiserfahrung Langzeitstabilität



# Praxiserfahrung

## Langzeitstabilität



### Ergebnis

- Einpressverbindungen zeigen eine extreme Stabilität gegenüber Umwelteinflüssen
- Die normseitig gestellten Forderungen wurden bei weitem übertroffen
- Lebensdauer-Anforderungen von 20 Jahren sind kein Problem für Baugruppen in Einpresstechnik

# Würth Elektronik ICS

## Ihr Kontakt zu uns



### Würth Elektronik ICS GmbH & Co. KG

### Intelligent Power & Control Systems

Gewerbepark Waldzimmern

Würthstraße 1

74676 Niedernhall

Germany

Tel. +49 79 40/ 9810 – 0

Fax +49 79 40/ 9810 – 1099

ics@we-online.de

www.we-online.de

