

# DIE UNTERSCHÄTZTE LEITERPLATTE – TESTVERFAHREN, QUALITÄT UND ZUVERLÄSSIGKEIT IM ÜBERBLICK.

WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

# AGENDA

## 1. Prozessbegleitende Prüfungen

- Chemische Analysen
- Optische Inspektionen
  - AOI
  - Xray
  - Endkontrolle
- Elektrische Prüfungen
  - Flying-Probe-Test
  - Impedanzkontrolle (TDR)
- Schliffprüfung
  - Erstmusterprüfung
  - Mechanische Vermessung

## 2. Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit

- Materialprüfungen
- Klimalagerungen
- Temperatur-Zyklentest



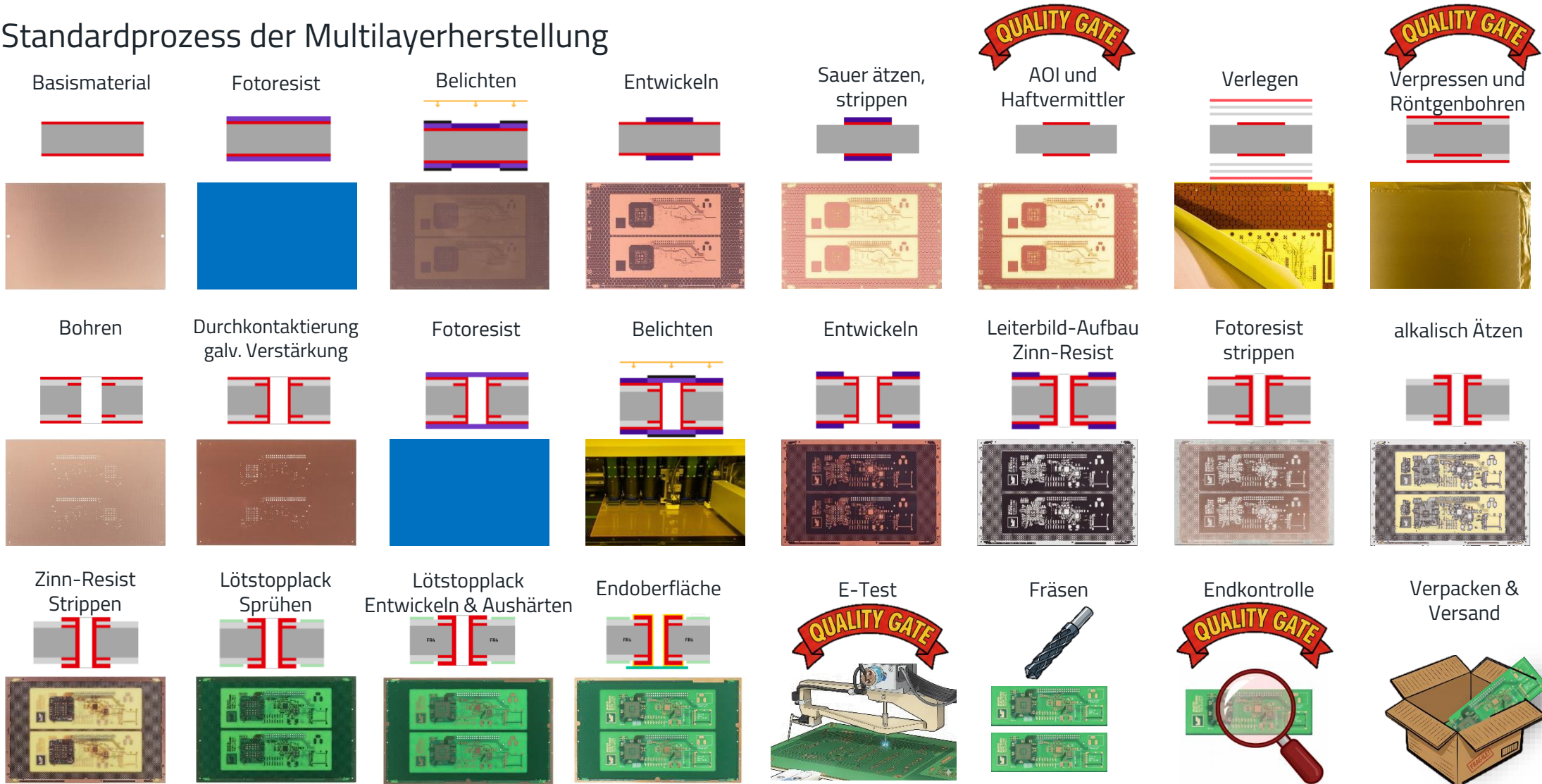
**Andreas Dreher**

Field Application Engineer  
Technical Project Management



# PRODUKTION DER LEITERPLATTE

## Standardprozess der Multilayerherstellung



# PROZESSBEGLEITENDE PRÜFUNGEN



# BLICK IN DIE FERTIGUNG

## Horizontale Durchlaufanlage

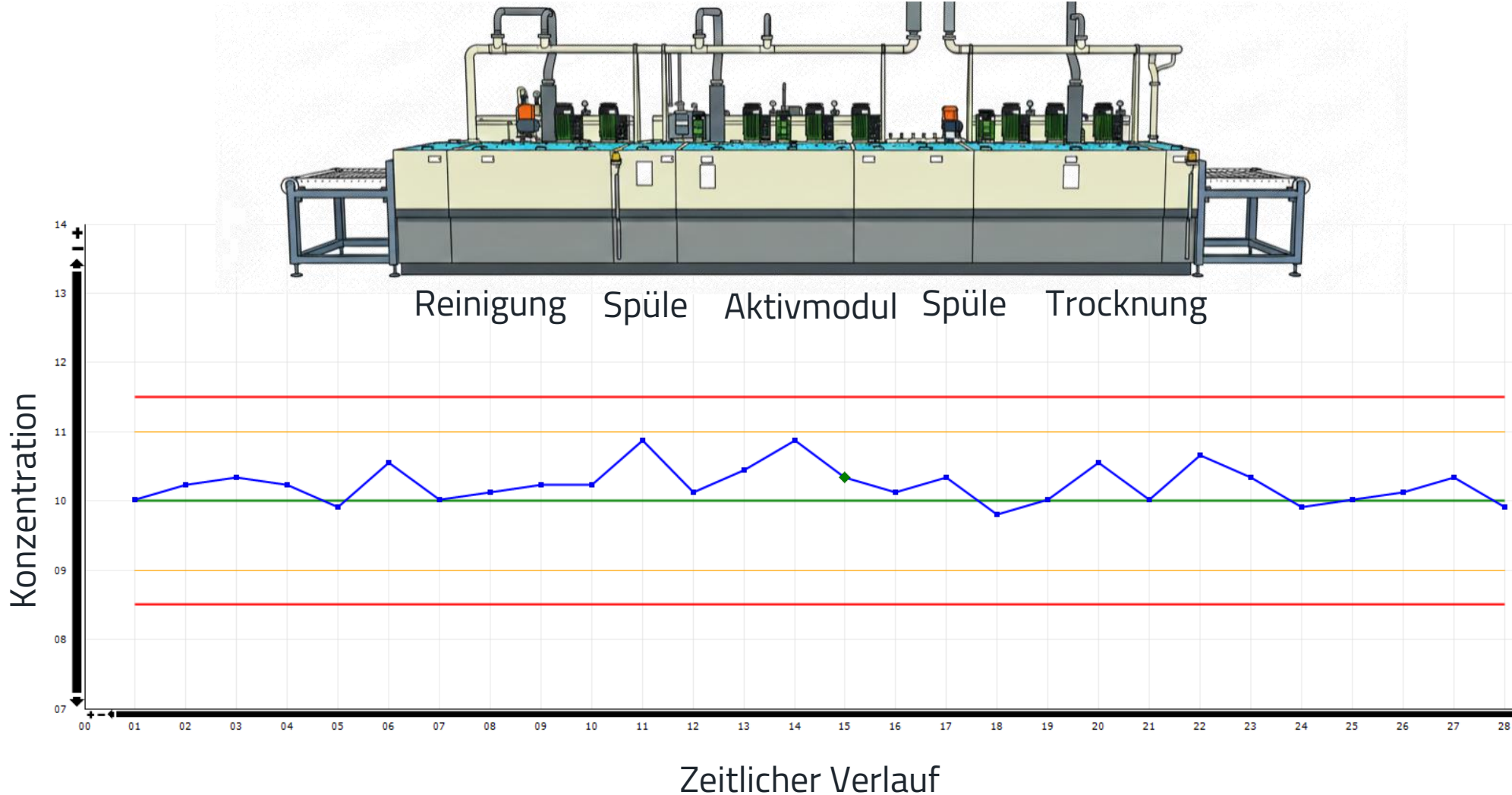


Sprüh-Modul



# PROZESSÜBERWACHUNG

Regelkarte pro Modul

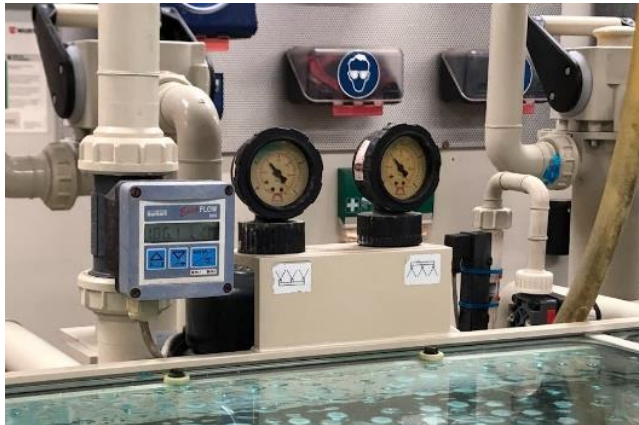




# PROZESSÜBERWACHUNG

- **Online Überwachung**

- Ph-Wert
- Umwälzung
- Metallgehalt
- Temperatur



- **Bad-Analysen**

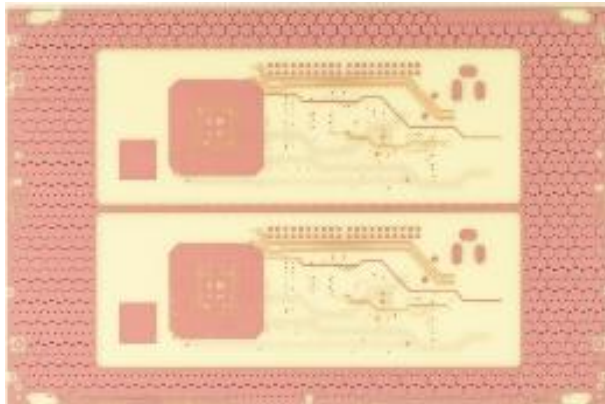
- Laborprüfung für erweiterte Analytik
- Verifikation der Online Überwachung



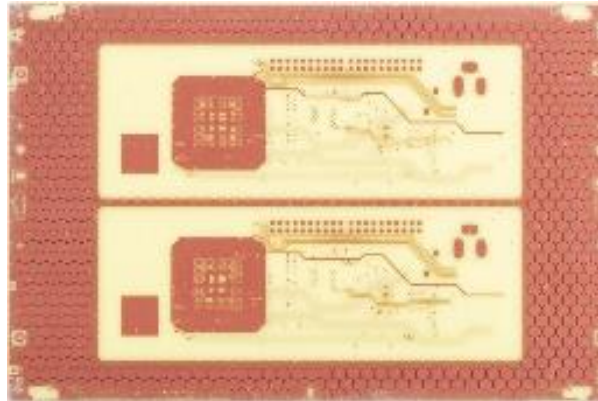
# PRODUKTION DER LEITERPLATTE

## Automatisch Optische Kontrolle

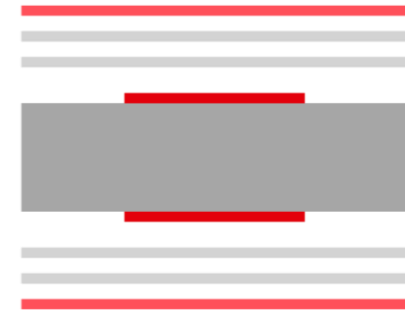
Sauer ätzen, strippen



AOI und Haftvermittler



Verlegen





# BLICK IN DIE FERTIGUNG

Automatisch Optische Inspektion



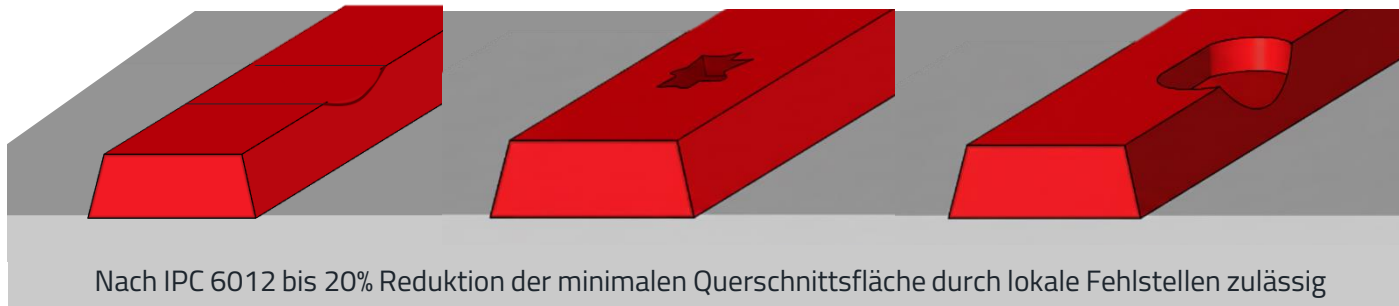
# AUTOMATISCH OPTISCHE INSPEKTION

## Typische Parameter

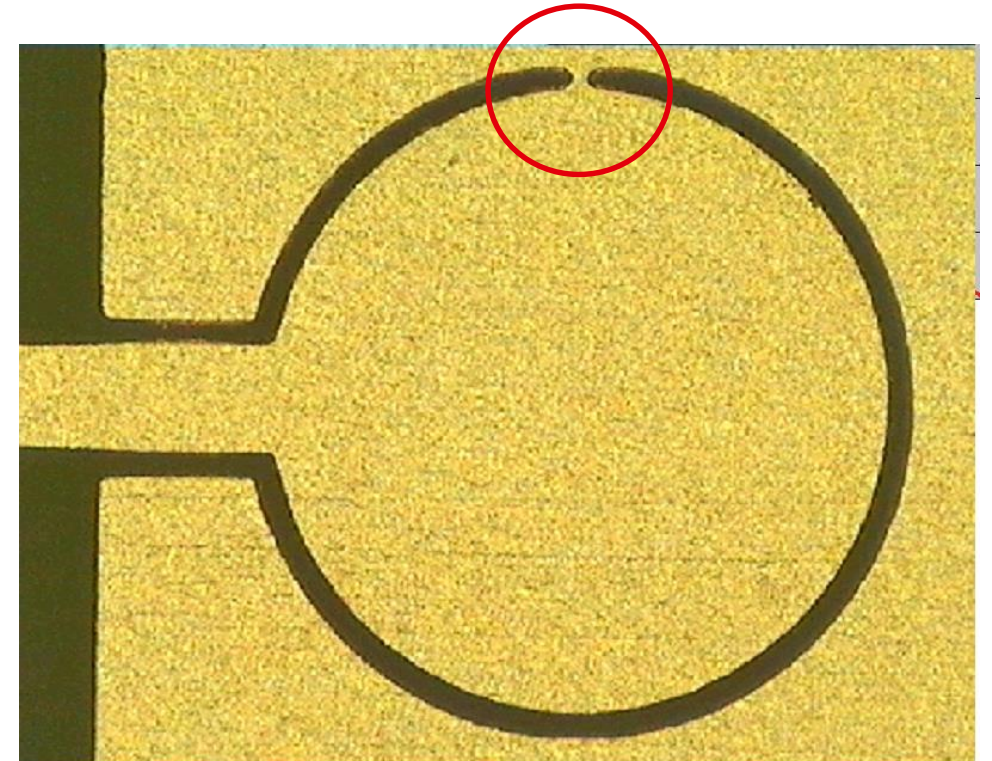
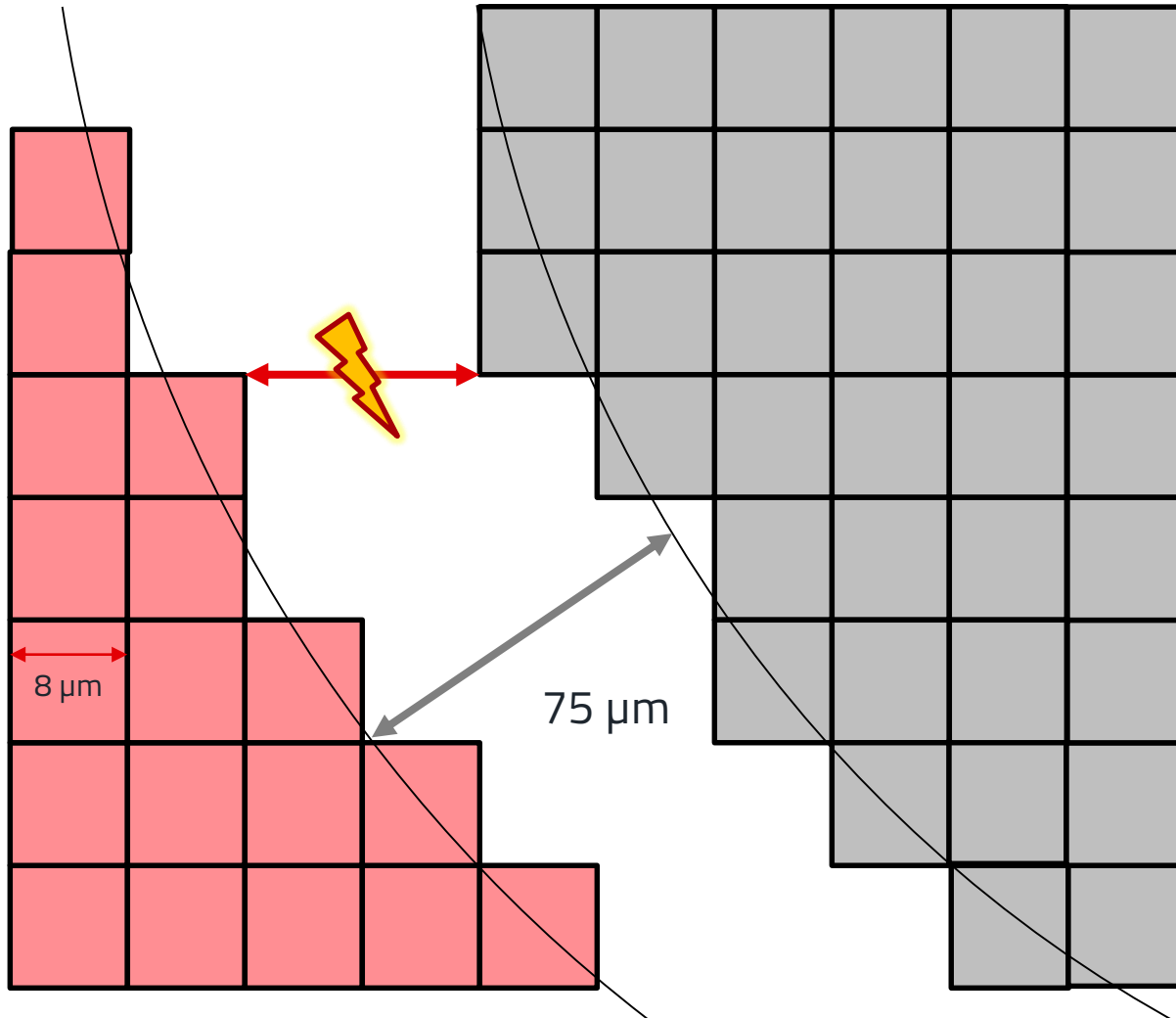
- Auflösung 25 µm Line & Space
- Prüfung gegen Kundendaten
- Stichprobenprüfung Innenlagen

## Erweiterte Prüfung

- 100% Prüfung Innenlagen
- 100% Prüfung Außenlagen
- Kundenspezifische Prüfparameter



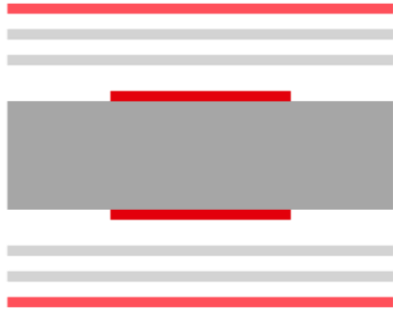
## PRAKTISCHES BEISPIEL





# PRODUKTION DER LEITERPLATTE

Verlegen



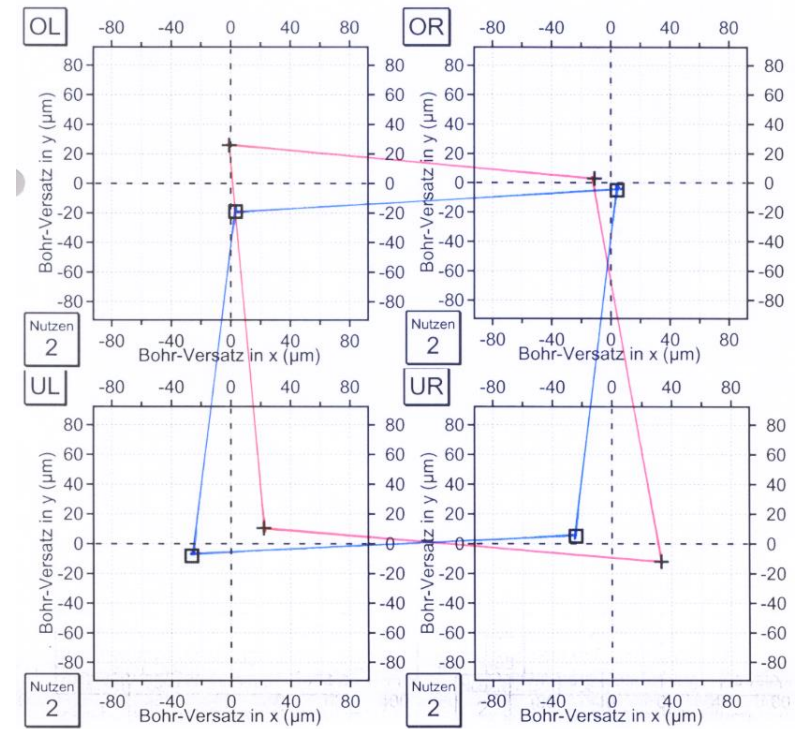
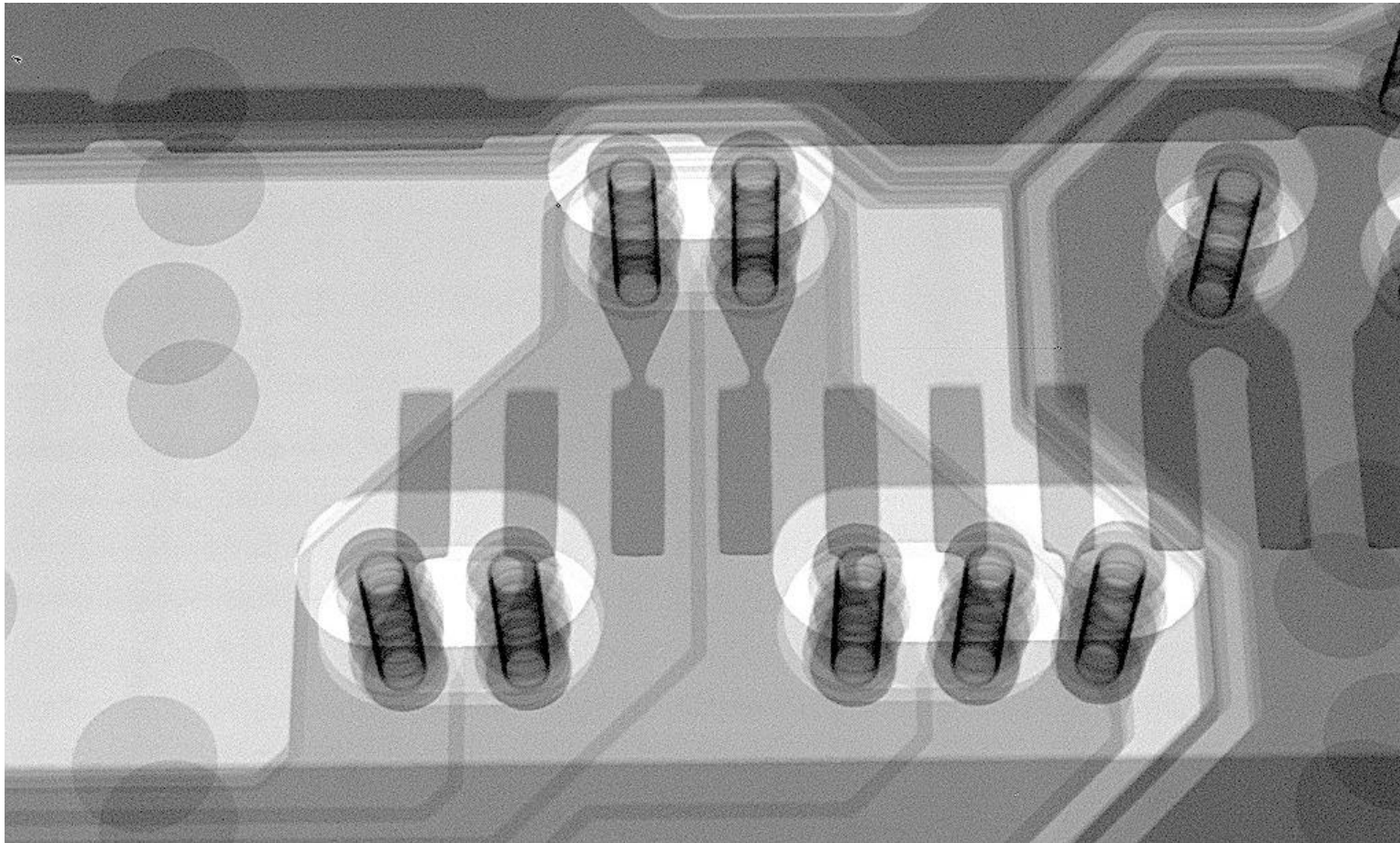
Verpressen und  
Röntgenbohren



Bohren

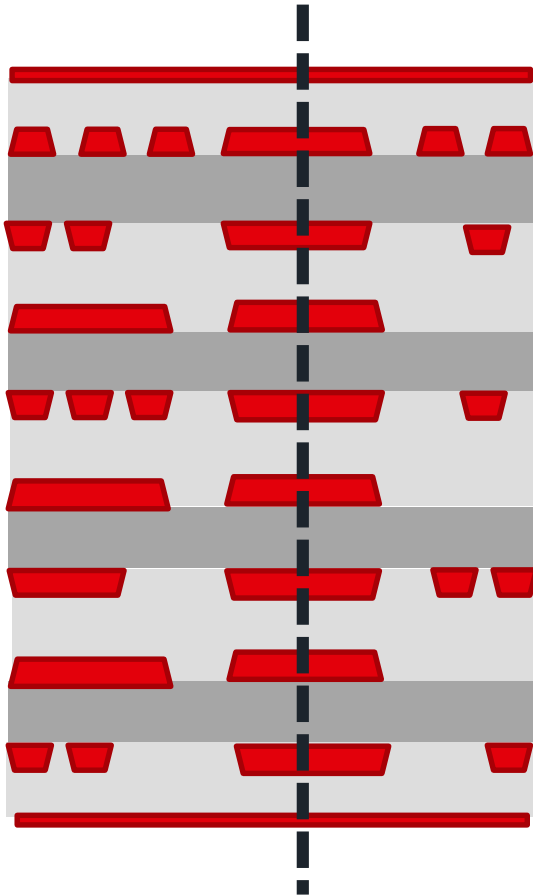


# RÖNTGENPRÜFUNG

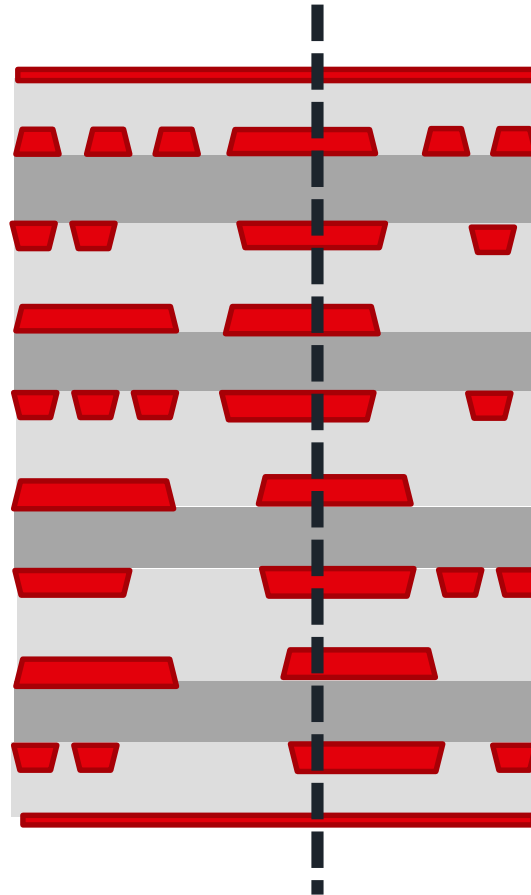


# VERSATZ BEIM VERPRESSEN

Theorie



Praxis



## ■ Einfluss für Versatz



- FR-4 Basismaterial
- Lagenaufbau
- Layout
- Kupferverteilung
- Material Feuchtigkeit
- Pressprogramm
- Pressenbeladung
- Sommer/Winter



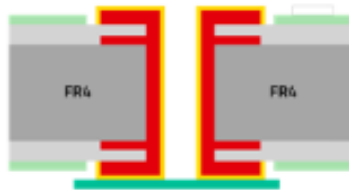
- 100 % X-RAY Messungen für Multilayers



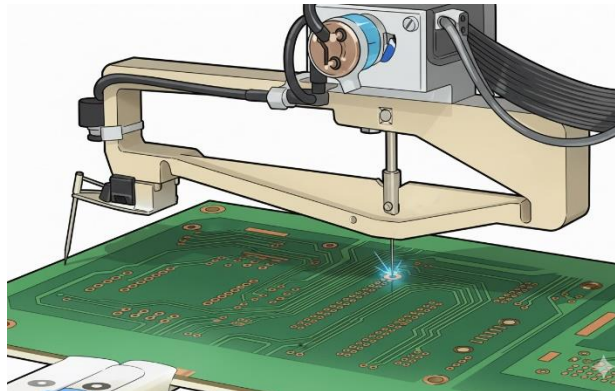
# PRODUKTION DER LEITERPLATTE

## Elektrischer Test

Endoberfläche



Elektrischer Test



Fräsen



# ELEKTRISCHE PRÜFUNG

## Durchgangsprüfung

Typische Parameter

- Spannung 10 V
- Stromstärke 30 mA
- Widerstand 10  $\Omega$

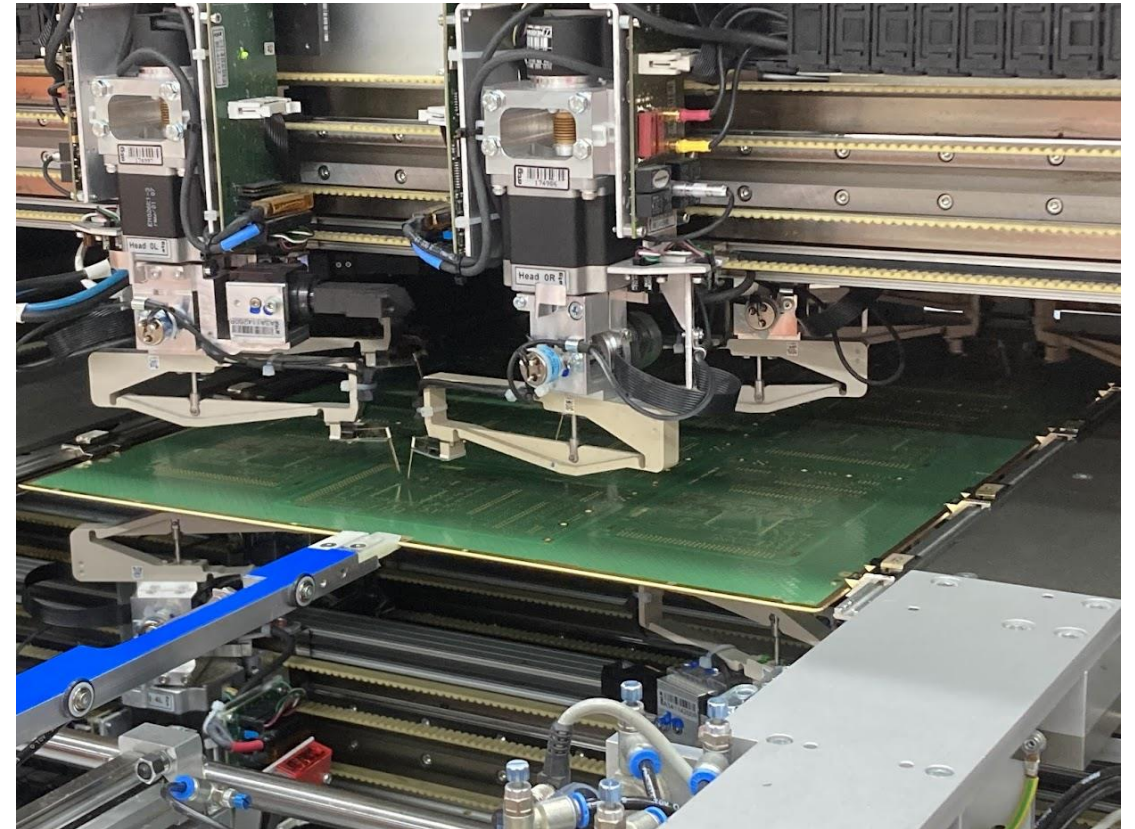
## Kurzschlussprüfung

Typische Parameter

- Widerstand 20 M $\Omega$

## Erweiterte Prüfung

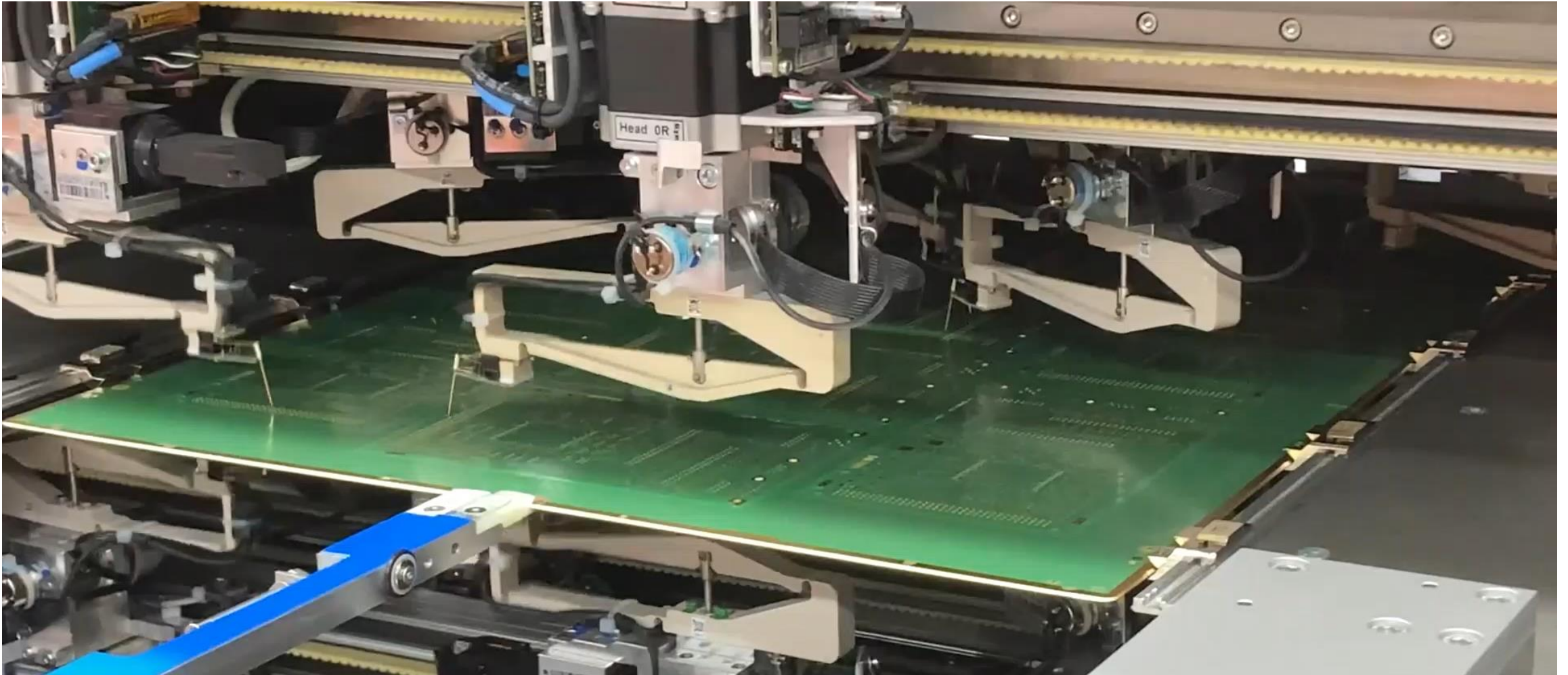
- Hochspannungstest bis 1000 V
- Vermessung L-C-R Elemente





# BLICK IN DIE FERTIGUNG

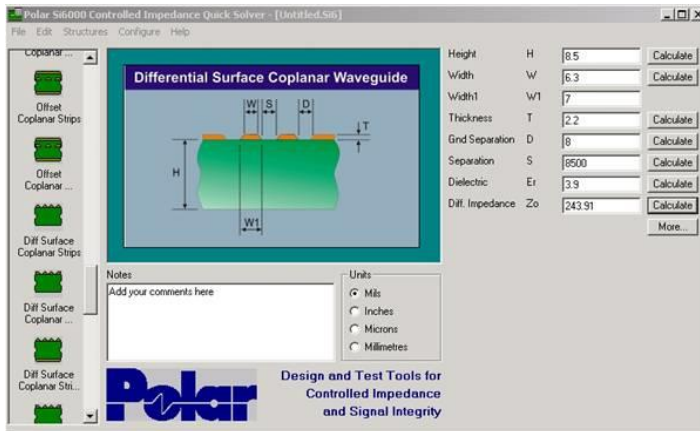
## Elektrische Prüfung





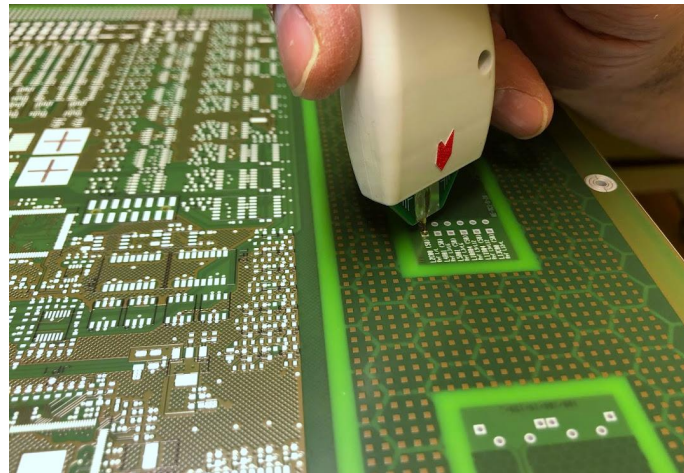
# IMPEDANZMESSUNG

- Impedanzberechnung



- Material Auswahl
- Design Rules
- Lagenaufbau

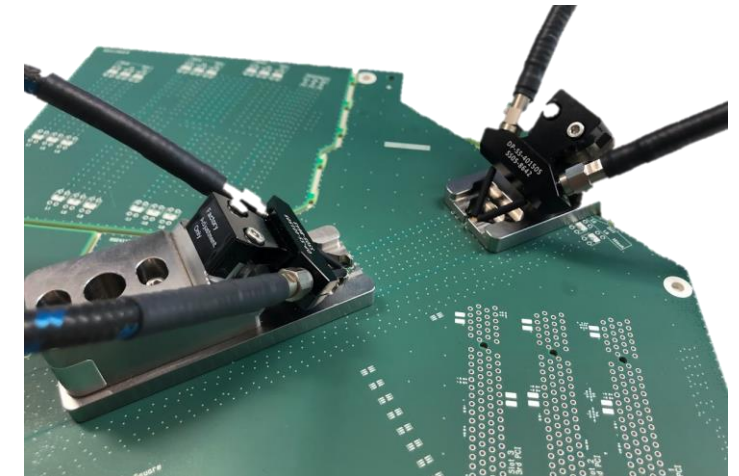
- Impedanz Messung mit Bericht



- Prozess Kontrolle



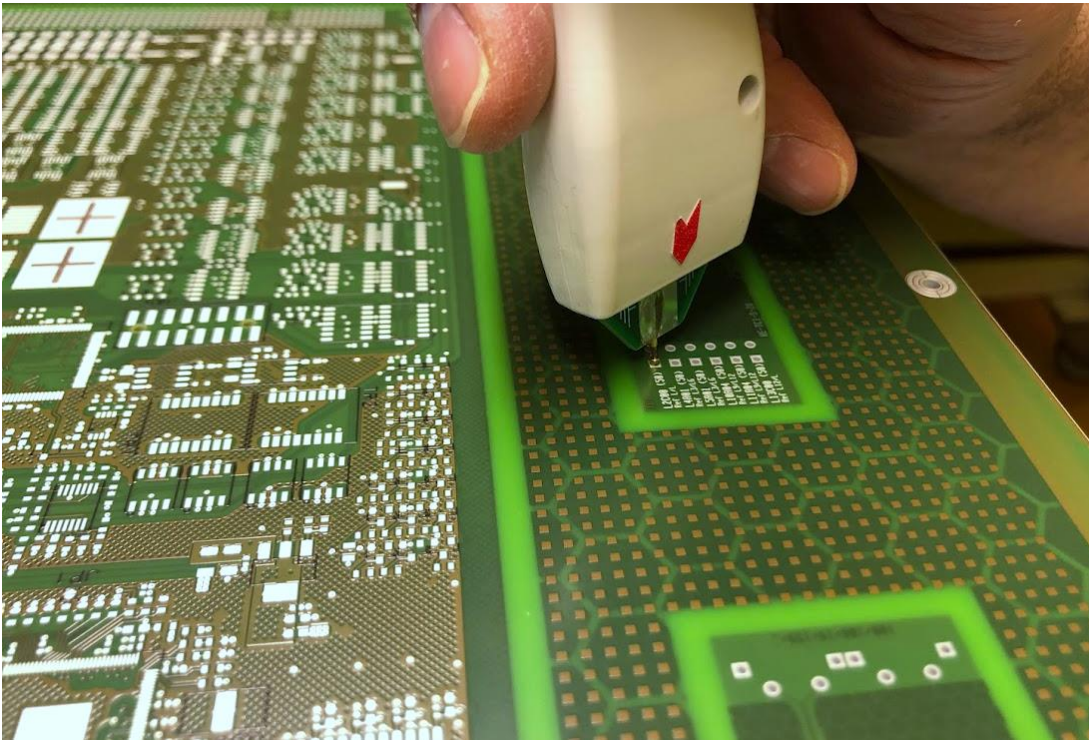
- HIGHSPEED Messungen „Atlas“ bis zu 40 GHz



- Unterstützung bei Kundenprojekte
  - Materialmessung
  - Design Rules
  - Forschung & Entwicklung



# IMPEDANZPRÜFUNG



Test-Report

für impedanzkontrollierte Leiterplatten



Messungsbeschreibung	Mittlere Imp.	Min./Max.	Nennimpedanz	Bestanden	Kalibriert
Nr. 1 - L1 90Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	87,58	85,07/90,31	90,00 (81,0..99,0)	Ja	Ja
Nr. 2 - L1 100Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	95,28	94,67/96,33	100,00 (90,0..110,0)	Ja	Ja
Nr. 4 - L1 85Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	82,40	79,64/84,82	85,00 (76,5..93,5)	Ja	Ja
Nr. 5 - L3 90Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	87,14	84,65/88,96	90,00 (81,0..99,0)	Ja	Ja
Nr. 6 - L3 100Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	95,13	93,34/97,26	100,00 (90,0..110,0)	Ja	Ja
Nr. 7 - L6 85Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	84,66	83,14/85,63	85,00 (76,5..93,5)	Ja	Ja
Nr. 8 - L6 100Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	99,45	97,88/101,11	100,00 (90,0..110,0)	Ja	Ja
Nr. 9 - L6 90Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	88,31	86,64/89,63	90,00 (81,0..99,0)	Ja	Ja
Nr. 10 - L10 90Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	89,47	86,79/90,56	90,00 (81,0..99,0)	Ja	Ja
Nr. 11 - L10 100Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	98,06	96,07/99,25	100,00 (90,0..110,0)	Ja	Ja
Nr. 12 - L12 90Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	87,26	83,38/90,43	90,00 (81,0..99,0)	Ja	Ja
Nr. 13 - L12 100Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	95,10	94,33/95,93	100,00 (90,0..110,0)	Ja	Ja
Nr. 14 - L12 85Ohm diff (#1), WE 397287 (LOS 3)	81,68	78,96/86,16	85,00 (76,5..93,5)	Ja	Ja



# PRÜFDOKUMENTATION

In Anlehnung an DIN 10204

- **Werksbescheinigung (WB)**

Bestätigung der Erfüllung der Kundenanforderungen sowie der Einhaltung bestimmter Normen. Keine dokumentierte Prüfung bestimmter Merkmale.

- **Abnahmeprüfzeugnis (APZ)**

Bemaßte Schliffbilder, detaillierte Hinweise und Messergebnisse der wichtigsten Merkmale zu Produktaufbau, Lacktypen und Qualität.



- **Erstmusterprüfung Standard (EMPB Standard)**

Bemaßte Schliffbilder, detaillierte Hinweise und Messergebnisse der wichtigsten Merkmale zu Produktaufbau und Qualität. Kundenbestätigung der dokumentierten Prüfergebnisse und Freigabe.



- **Erstmusterprüfung erweitert (EMPB erweitert)**

Bemaßte Schliffbilder, detaillierter Soll/Ist-Vergleich aller zu prüfender Produktmerkmale in Übereinstimmung mit Kundenbestellung und Kundenspezifikation. Kundenbestätigung der dokumentierten Prüfergebnisse und Freigabe.



The image shows two sample forms for inspection documentation. The left form is titled 'Abnahmeprüfzeugnis' and the right form is titled 'Abnahmeprüfzeugnis' with a Würth Elektronik logo. Both forms contain sections for customer information, inspection results, and signatures.



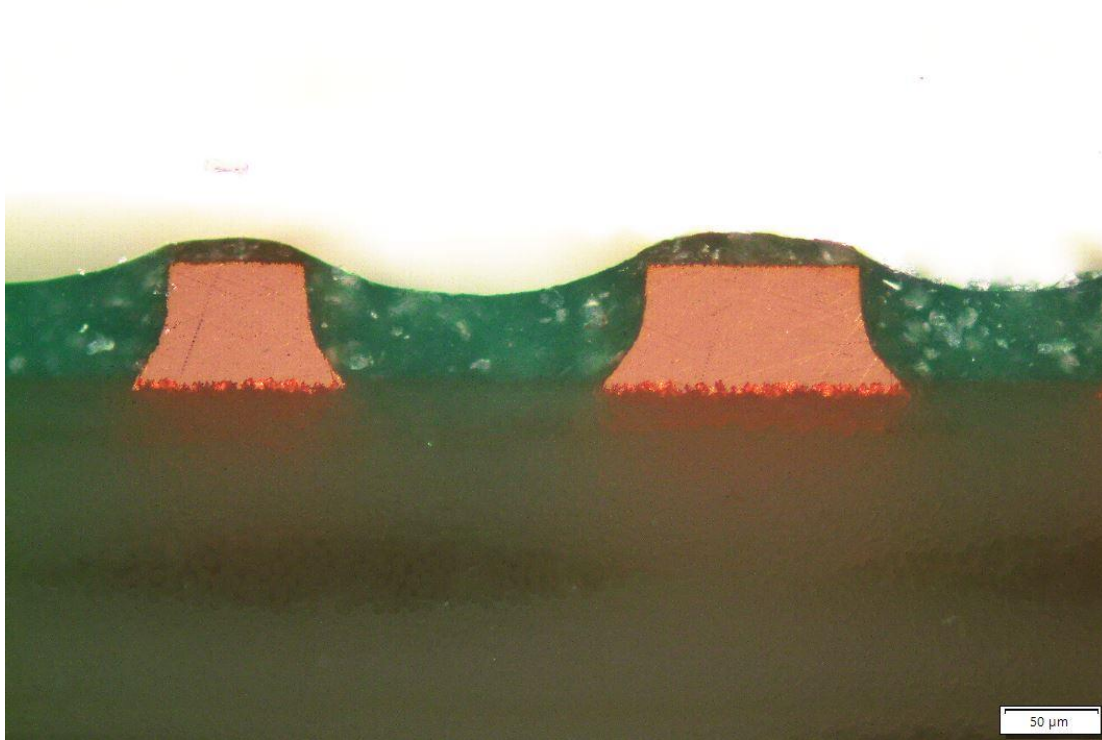
Für diese Prüfdokumentation müssen durch den Kunden die geforderten Prüfmerkmale spezifiziert und mit Würth Elektronik CBT vereinbart werden.



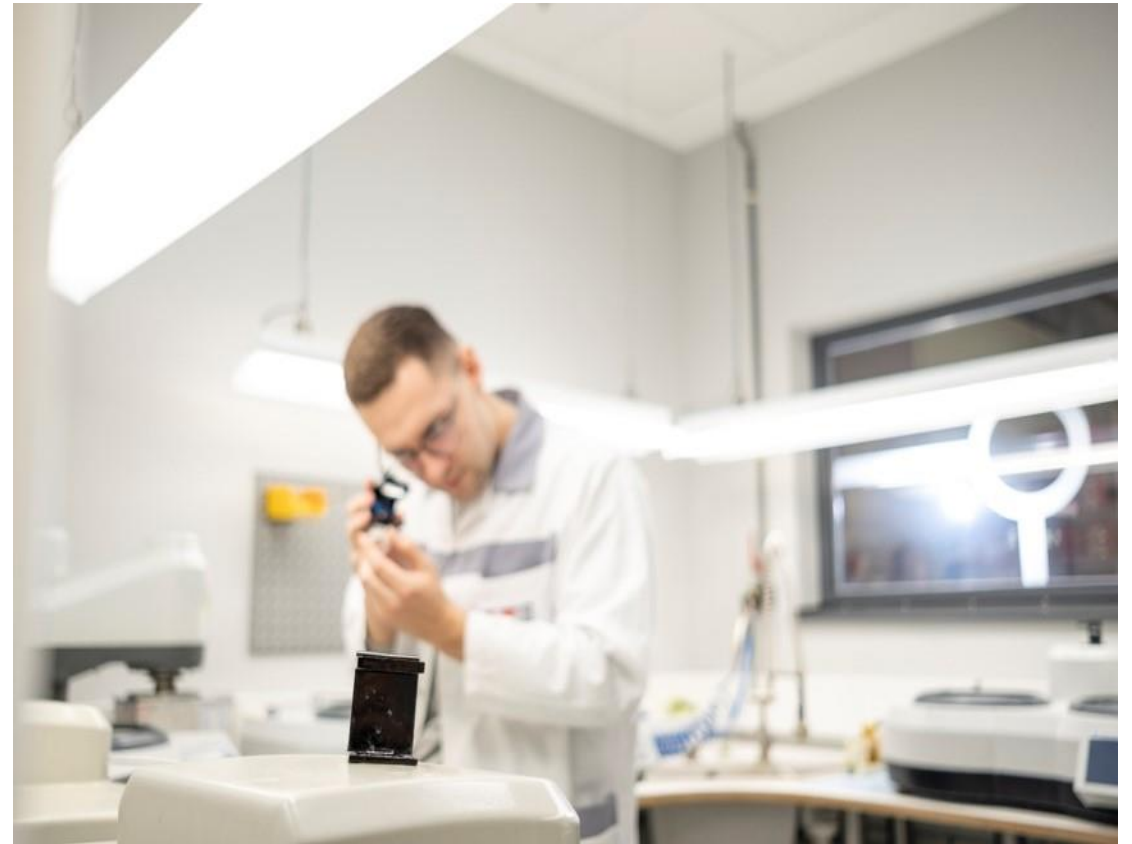
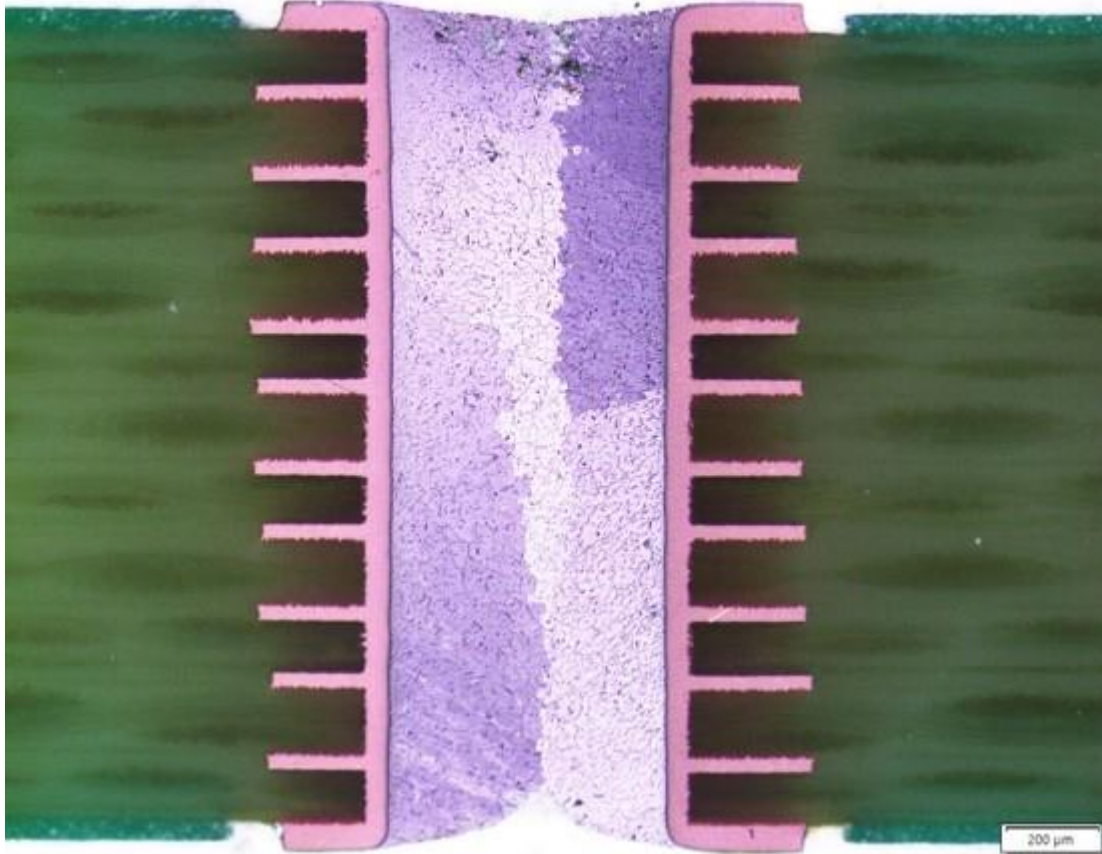
# SCHLIFFPRÜFUNG



# SCHLIFFPRÜFUNG

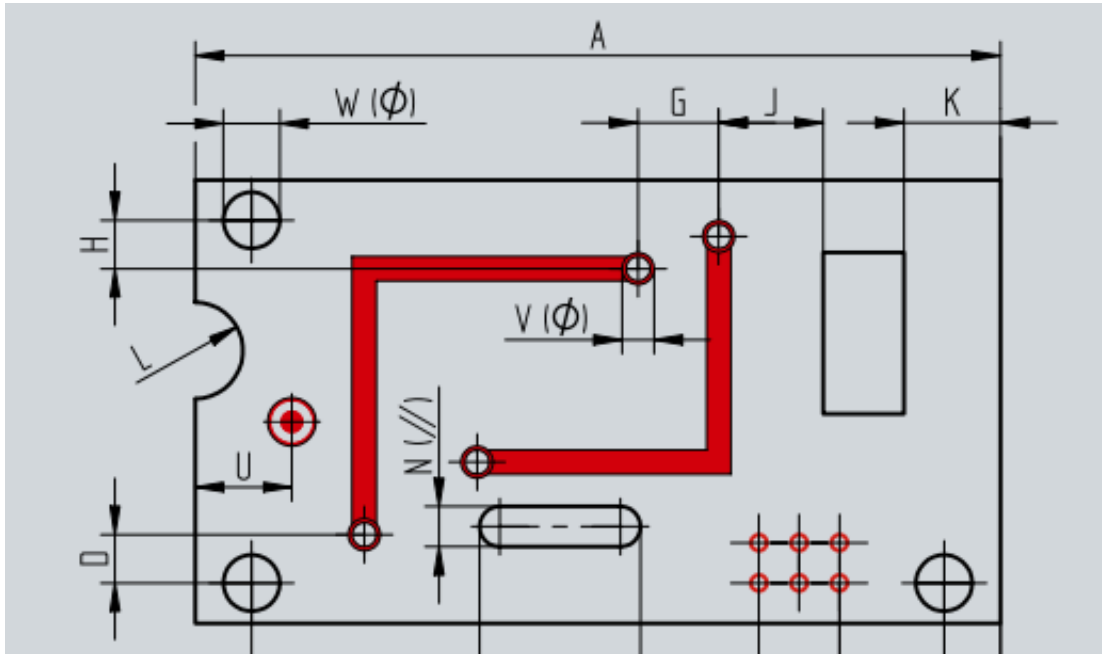


# SCHLIFFPRÜFUNG





# MECHANISCHE TOLERANZEN

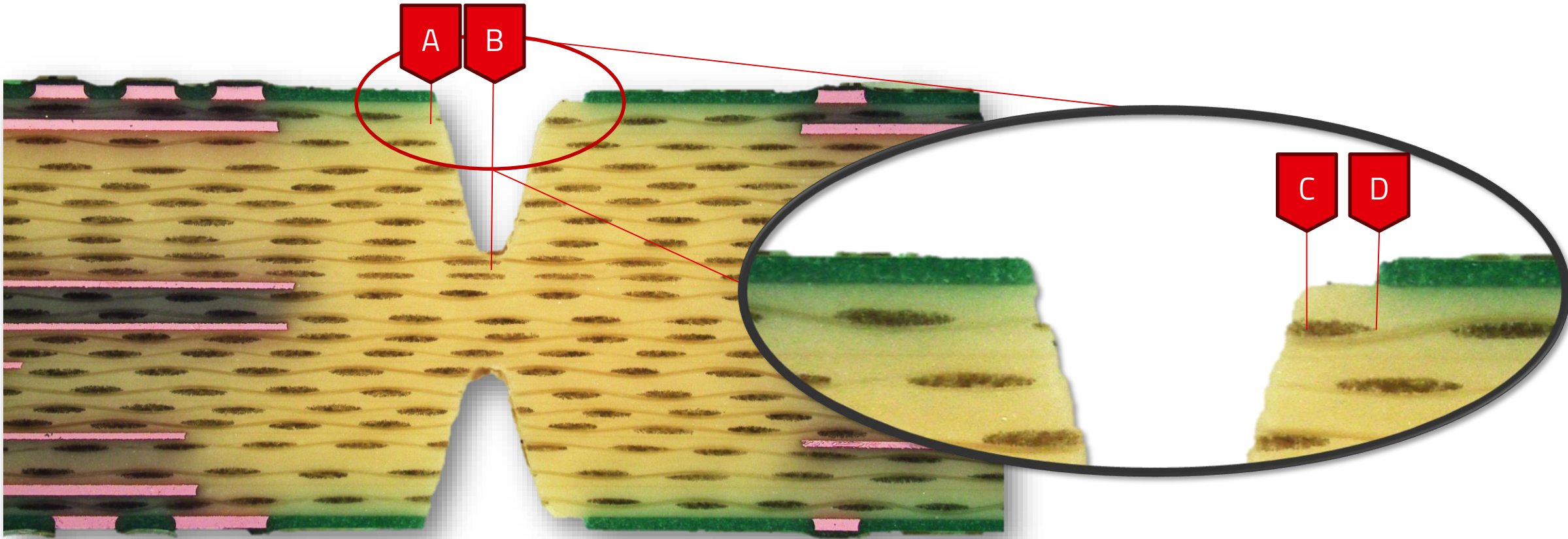


- [Link zum Download der Technischen Richtlinie](#)

Kennbuchstabe	Zuordnung	Variable	Standard	Advanced	Nennmaßbereich
A	Außenkontur	Fräsen	$\pm 0,10 \text{ mm}$	$\pm 0,075 \text{ mm}^*$	$0 - \leq 30 \text{ mm}$
			$\pm 0,15 \text{ mm}$	$\pm 0,10 \text{ mm}^*$	$> 30 - 120 \text{ mm}$
			$\pm 0,20 \text{ mm}$	$\pm 0,15 \text{ mm}^*$	$> 120 - 200 \text{ mm}$
			je weitere 100 mm	$\pm 0,20 \text{ mm}$	$> 200 \text{ mm}$
			$\pm 0,05$	$\pm 0,30 \text{ mm}$	$> 400 \text{ mm}$
	Kerben	Fräsen + Kerben	DIN ISO 2768 fein (ungebrochener Zustand)	—	—
B	DM zu DM	Bohrer- $\varnothing \leq 6,00 \text{ mm}$	$\pm 0,05 \text{ mm}$	—	—
		Bohrer- $\varnothing > 6,00 \text{ mm}$	$\pm 0,05 \text{ mm}$	—	—
C	NDM zu NDM		$\pm 0,10 \text{ mm}$	$\pm 0,05 \text{ mm}$	—
D	DM zu NDM		$\pm 0,10 \text{ mm}$	$\pm 0,05 \text{ mm}$	—
E	Außenkontur zu DM	Fräsen	$\pm 0,10 \text{ mm}$	—	0,5 bis 6 mm
		Kerben	$\pm 0,15 \text{ mm}$	—	0,5 bis 6 mm
		Fräsen oder Kerben	$\pm 0,20 \text{ mm}$	—	6 bis 30 mm
		Fräsen oder Kerben	$\pm 0,30 \text{ mm}$	—	$> 30 \text{ mm}$

# MECHANISCHE TOLERANZEN

Wo ist die Kante ?



# LANGZEITSTABILITÄT UND ZUVERLÄSSIGKEIT



# MATERIALPRÜFUNG

TMA Messung



FTIR-Analyse



Thermischer Schock



Cu-Abzugstest

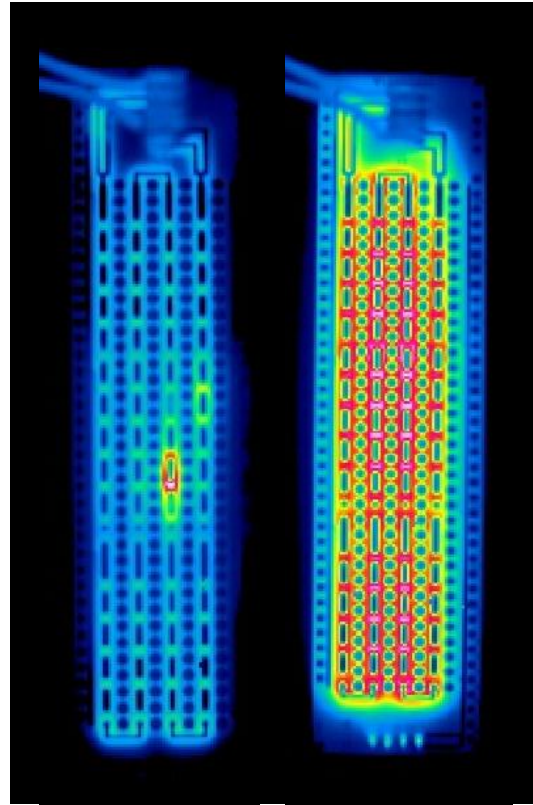


# MATERIALPRÜFUNG

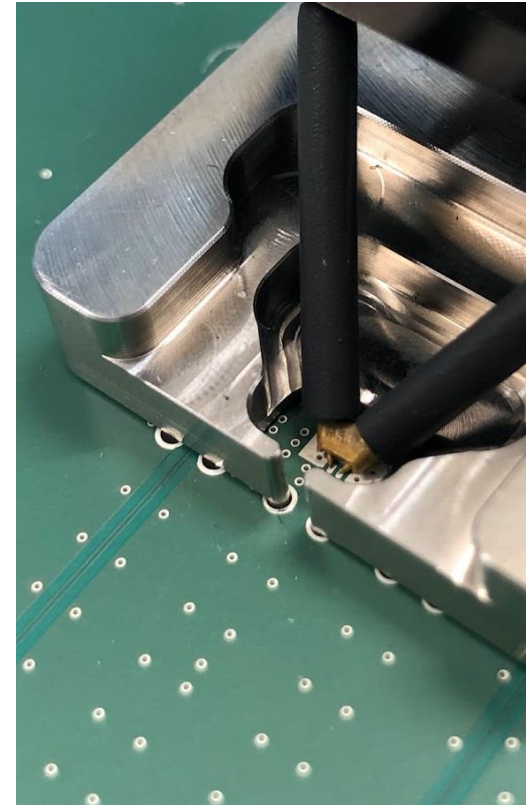
Röntgenfluoreszenz



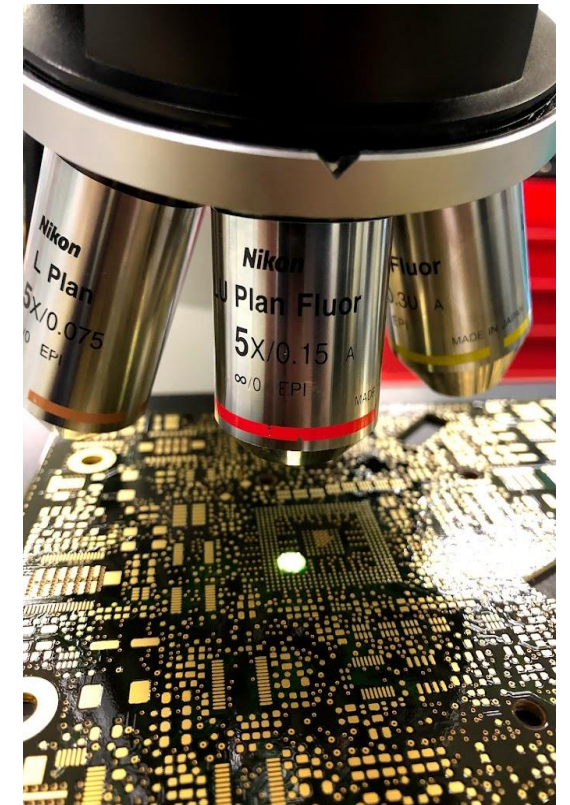
Wärmebildkamera



High Speed Messungen



Mikroskope

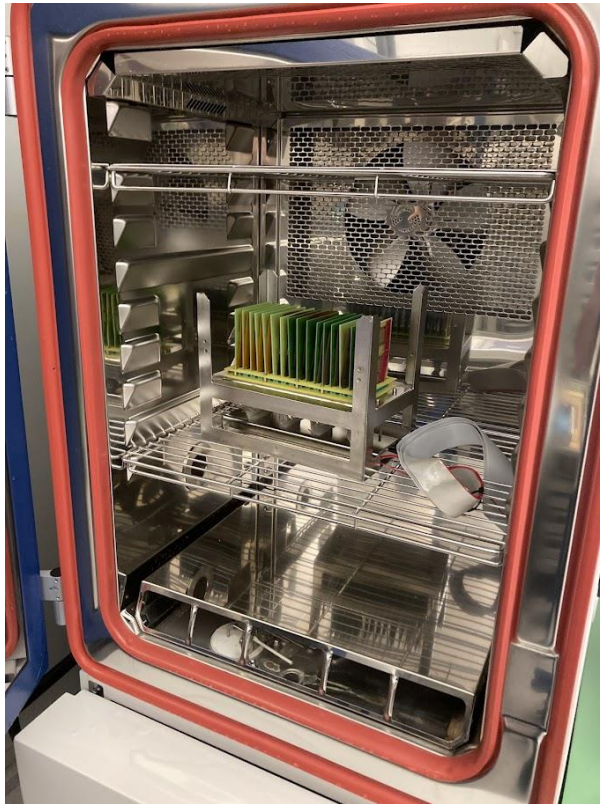




# ZUVERLÄSSIGKEITSPRÜFUNG

## Temperaturwechsel

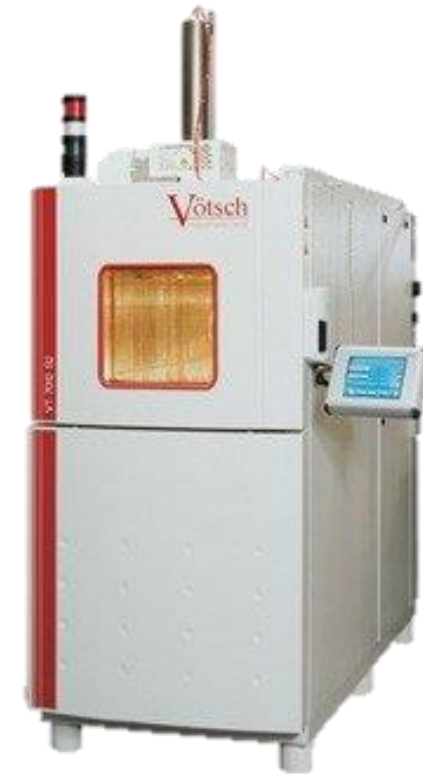
Klimasimulation



Temperaturwechsel

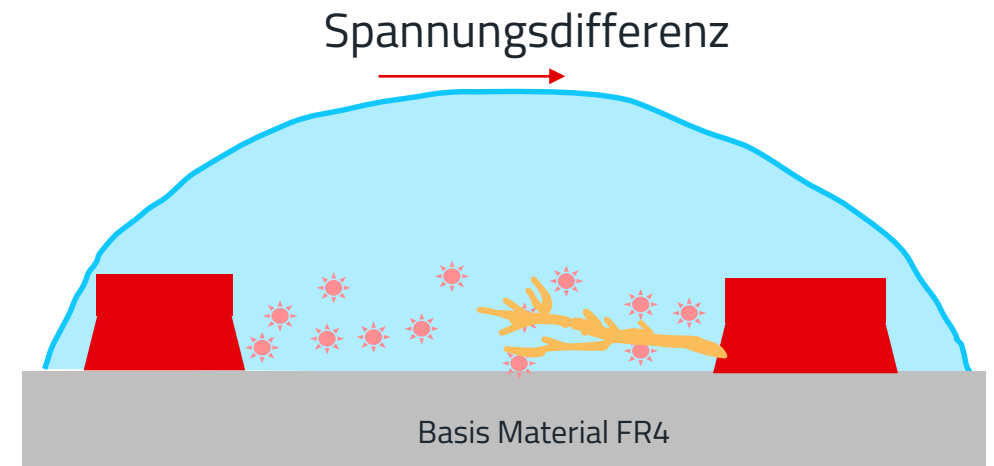
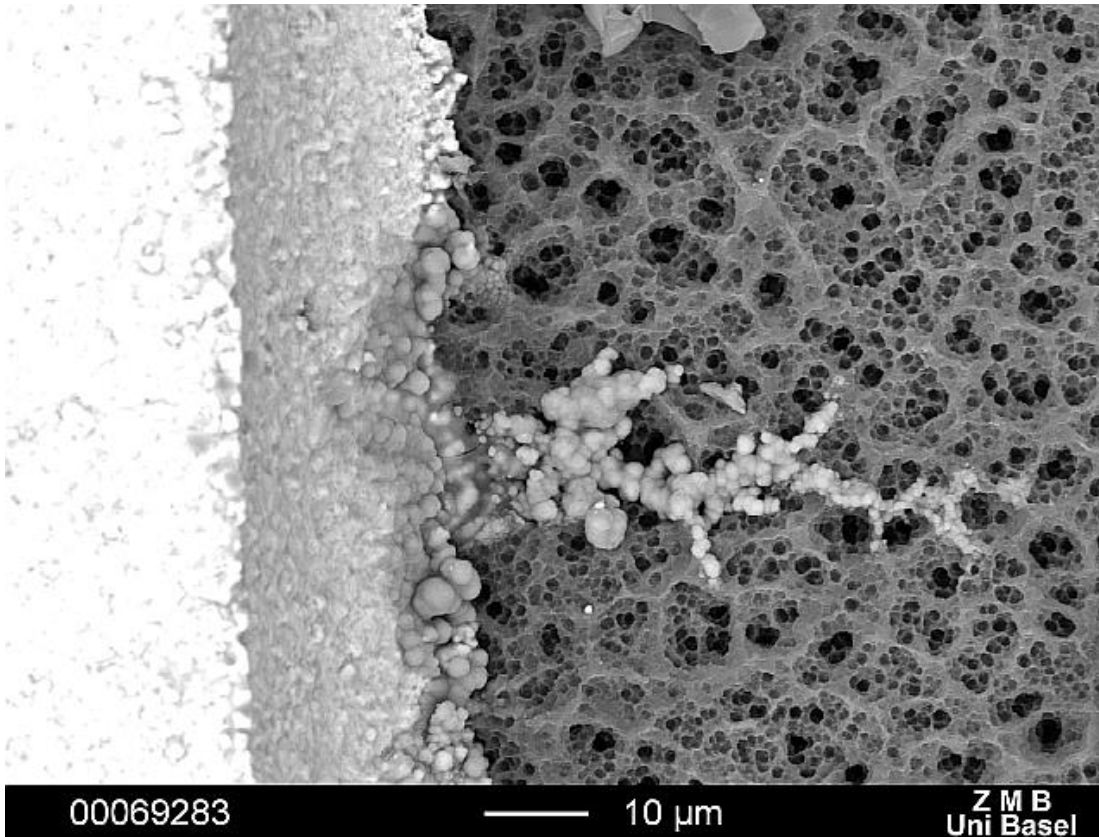


Temperaturwechsel

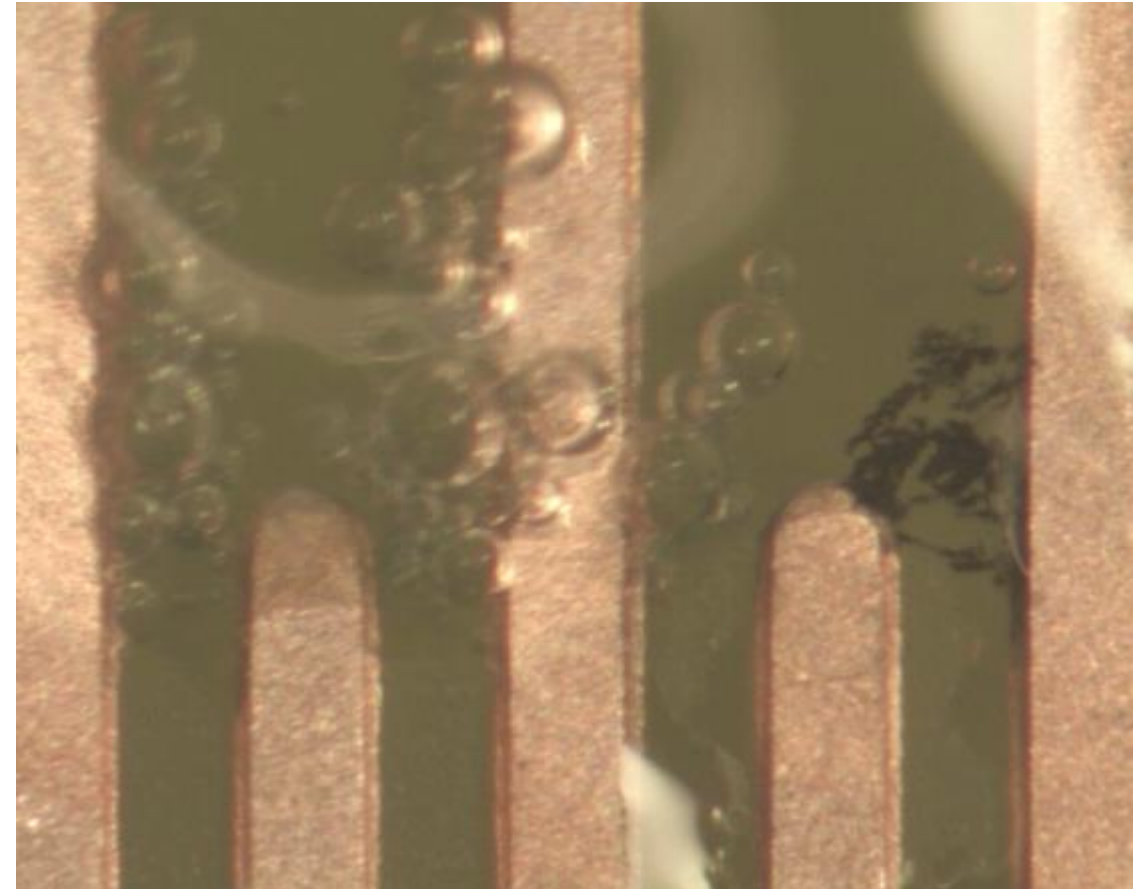
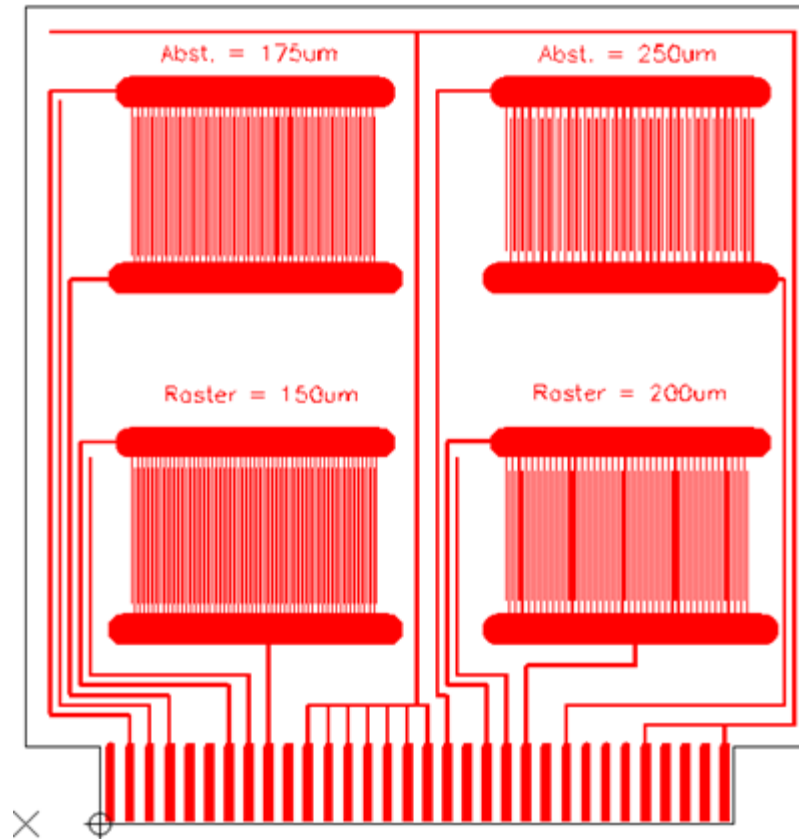




# KLIMASIMULATION



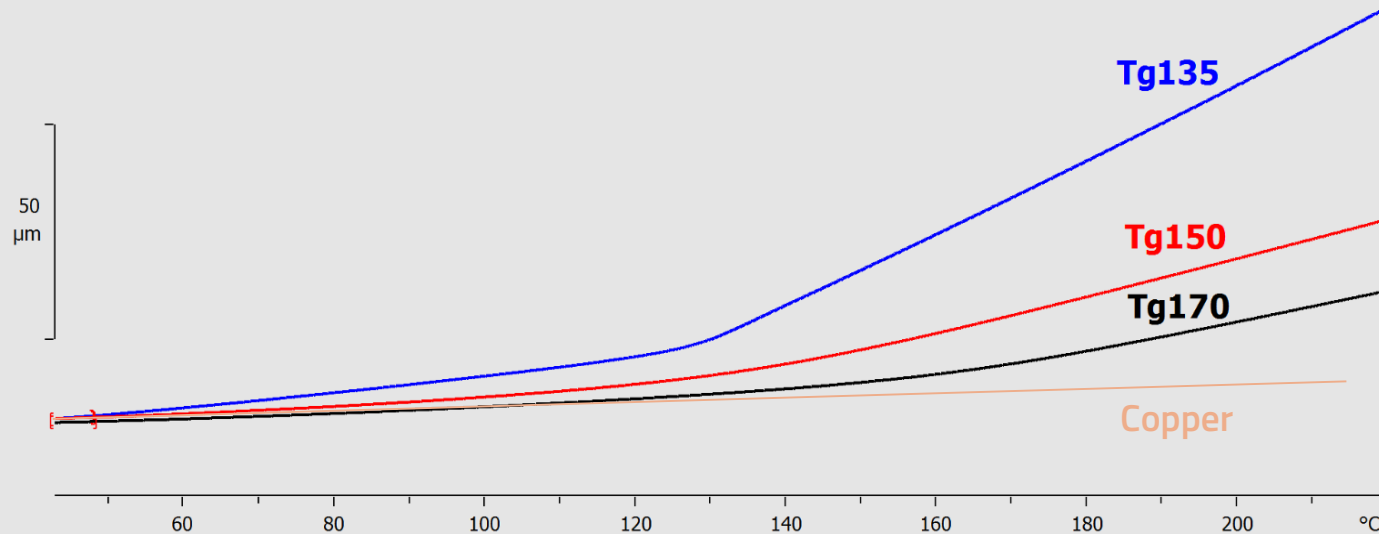
# KLIMALAGERUNG MIT ONLINE MESSUNG



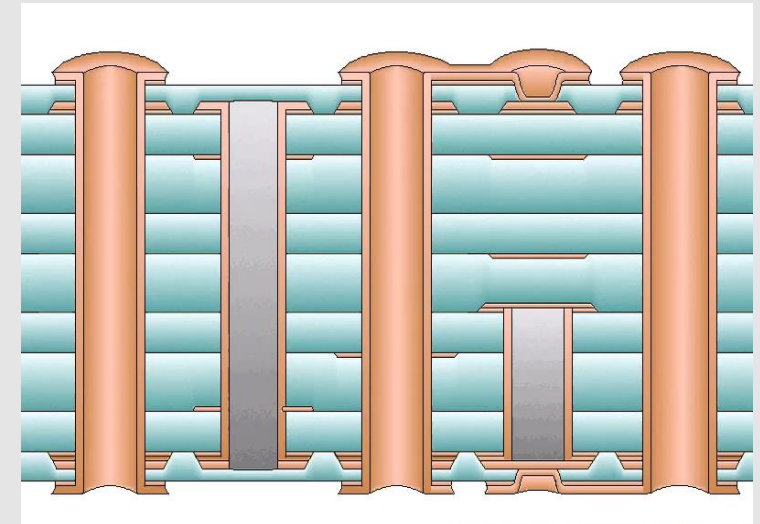
Dendriten-Bildung mit Trinkwasser bei 10V

# TEMPERATURWECHSEL BELASTUNG

Temperaturänderungen führen zu Stress in Stress in Leiterplatten



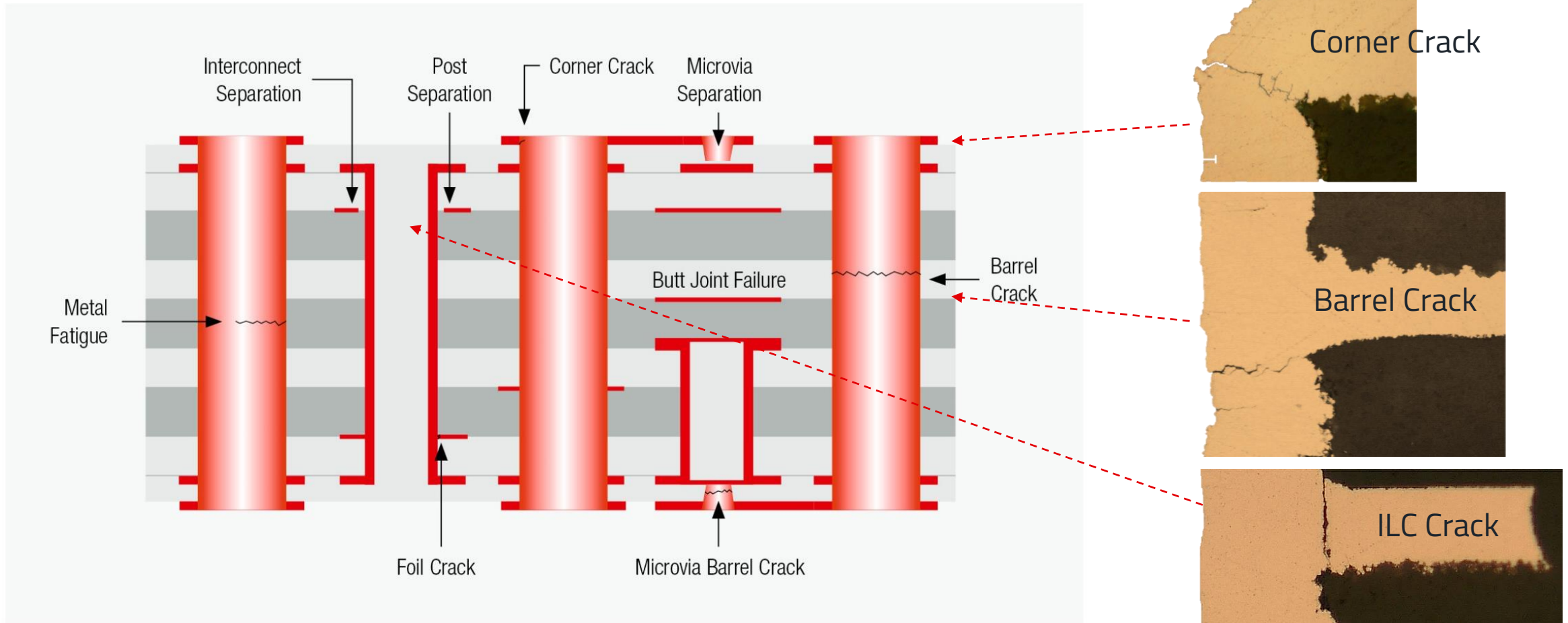
Ausdehnungskoeffizient verschiedenen Basismaterialien



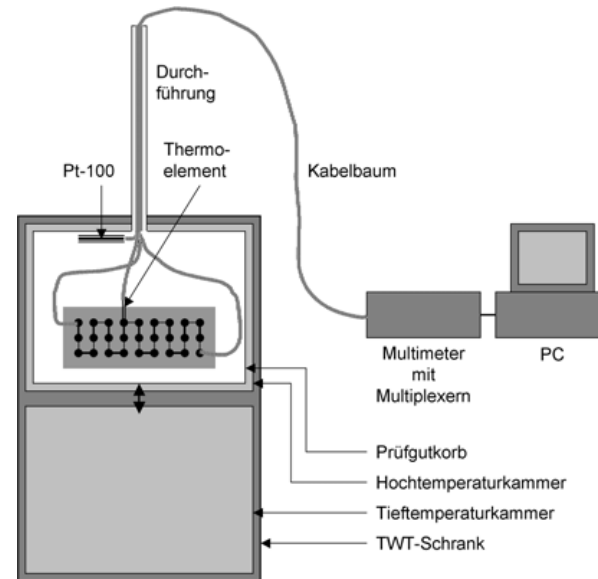
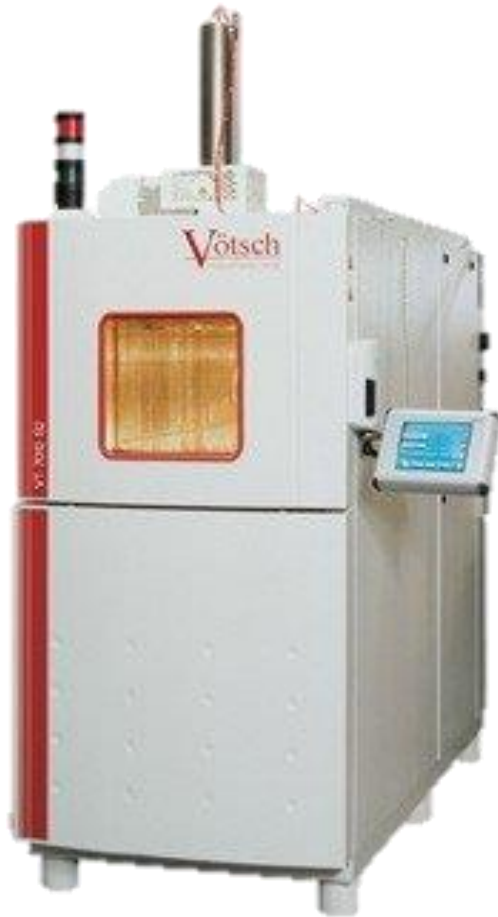
Source: PWB Interconnect Solutions



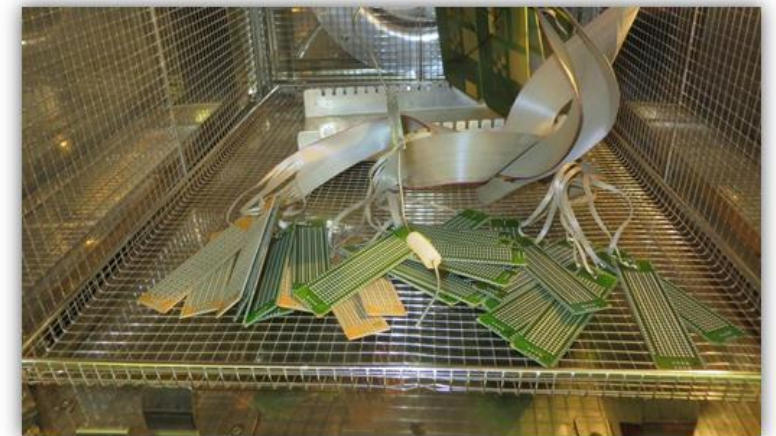
# TYPISCHE FEHLERBILDER DURCH TEMPERATURWECHSEL



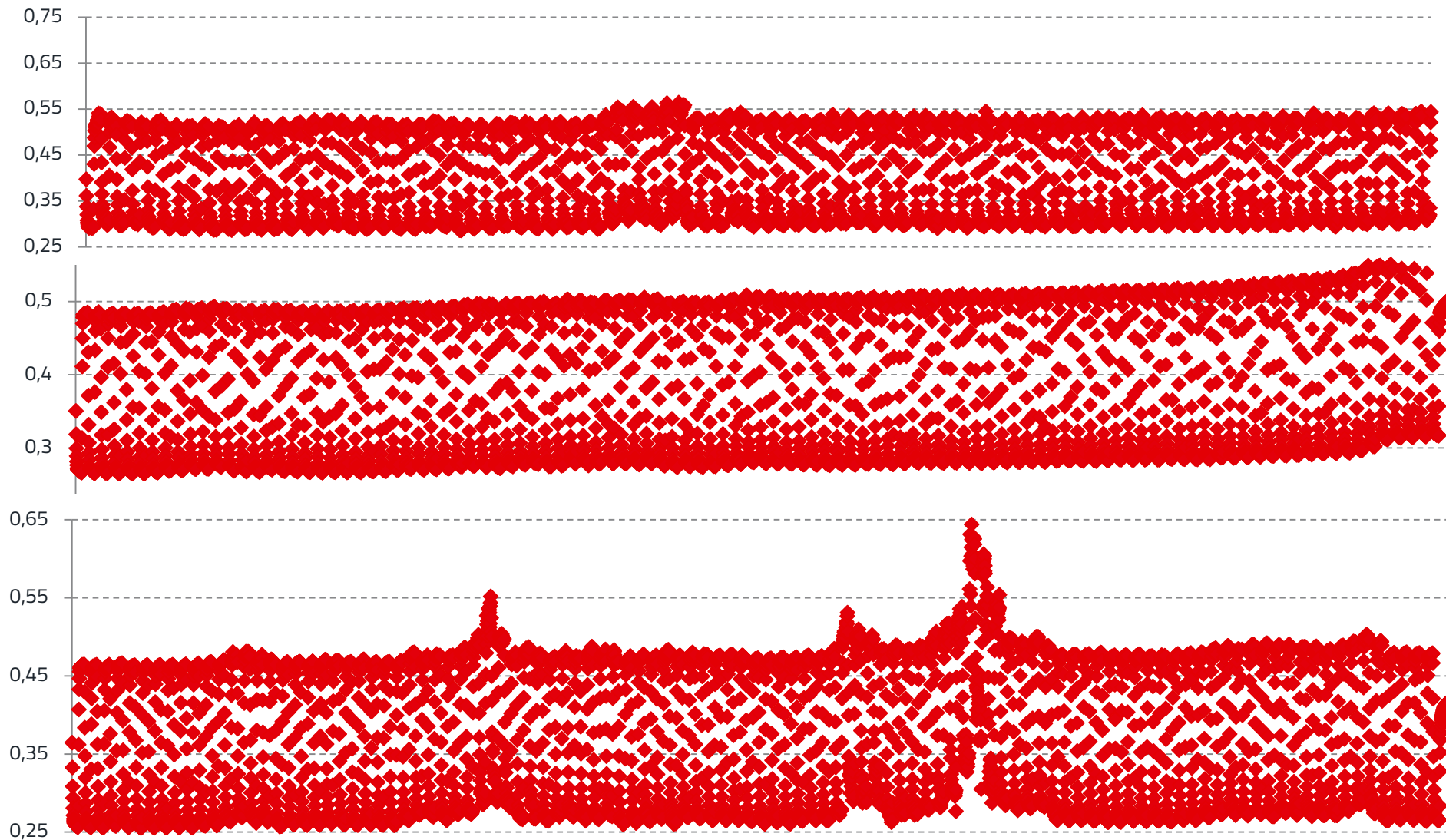
# TEMPERATURWECHSELTEST 2-KAMMER SYSTEM



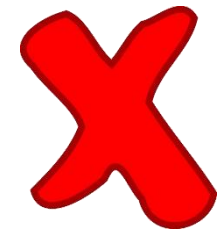
Blick in die Probenkammer



## ONLINE MESSUNG 4-KABELMETHODE



Test bestanden ?

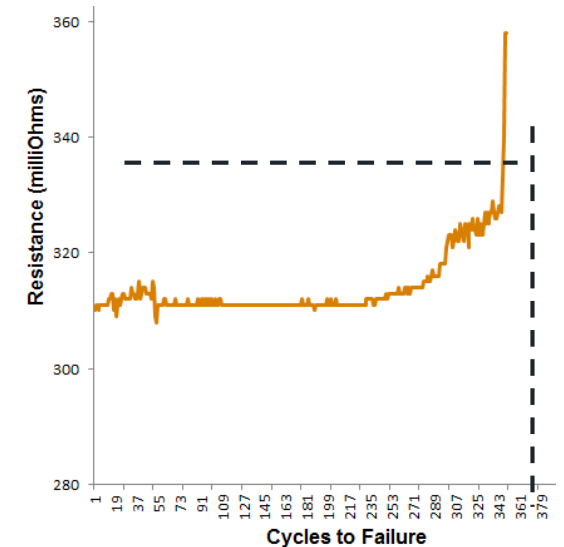
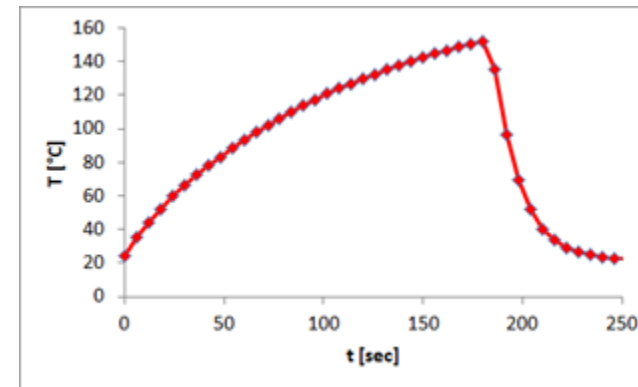




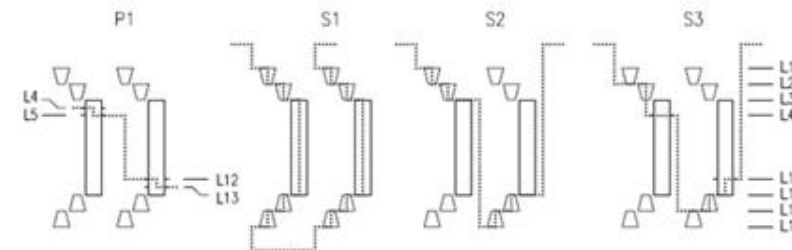
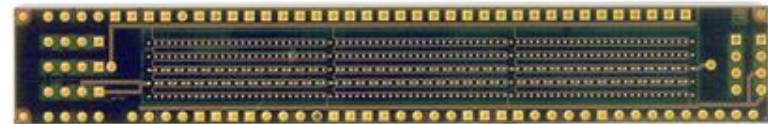
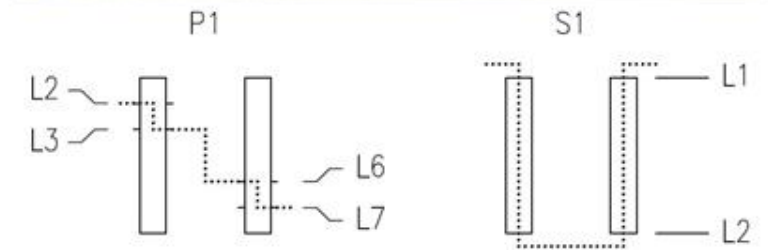
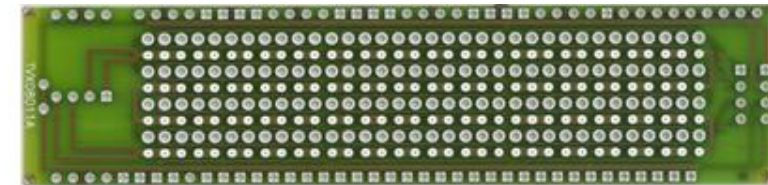
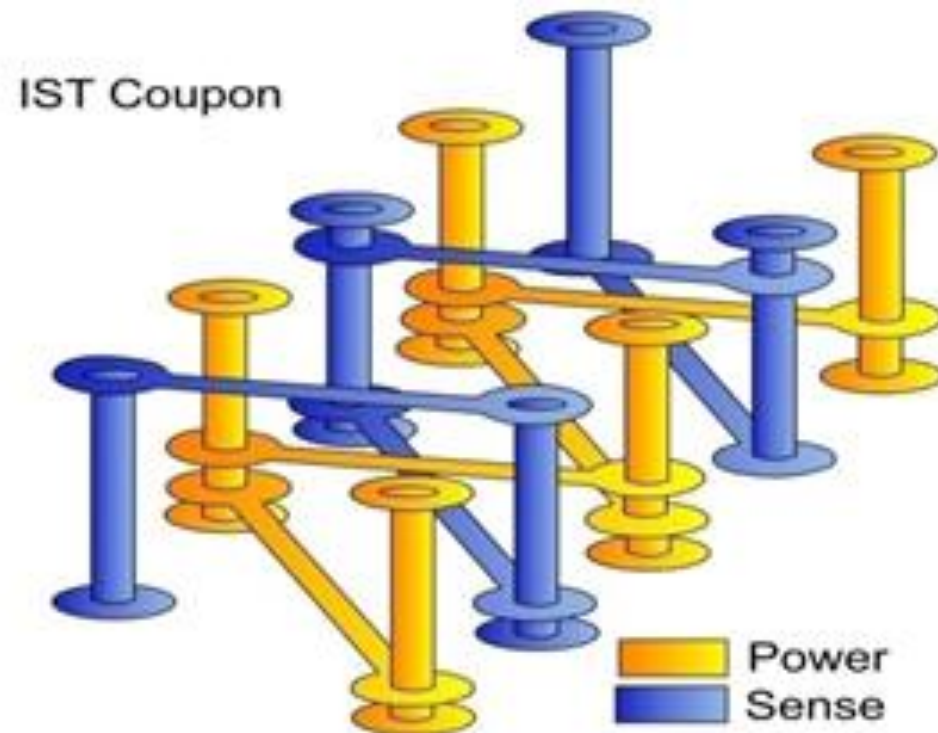
# INTERCONNECT STRESS TEST

Was ist der Interconnect Stress Test oder kurz: "IST" ?

- Spezielle Testcoupons die das Kundenlayout abbilden
- Onlinemessung aller Kreise und Bewertung  $\Delta R/R$  (Power & Sense)
- Heizung durch elektrischen Strom



# AUFBAU VON TESTCOUPONS

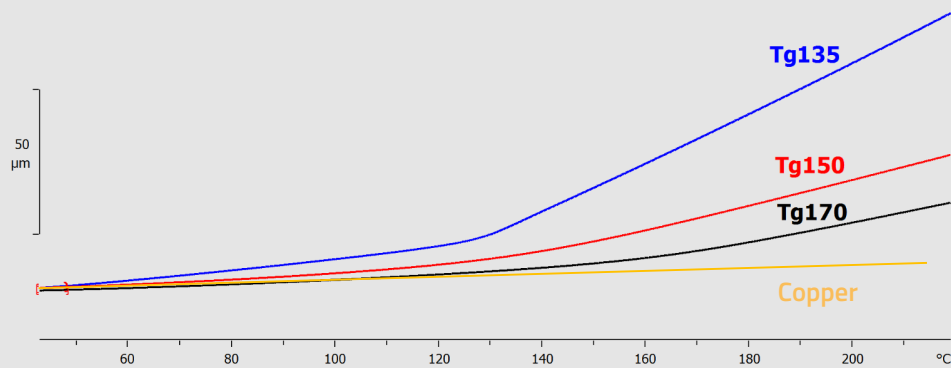


Individueller Testcoupon möglich (und Notwendig!)

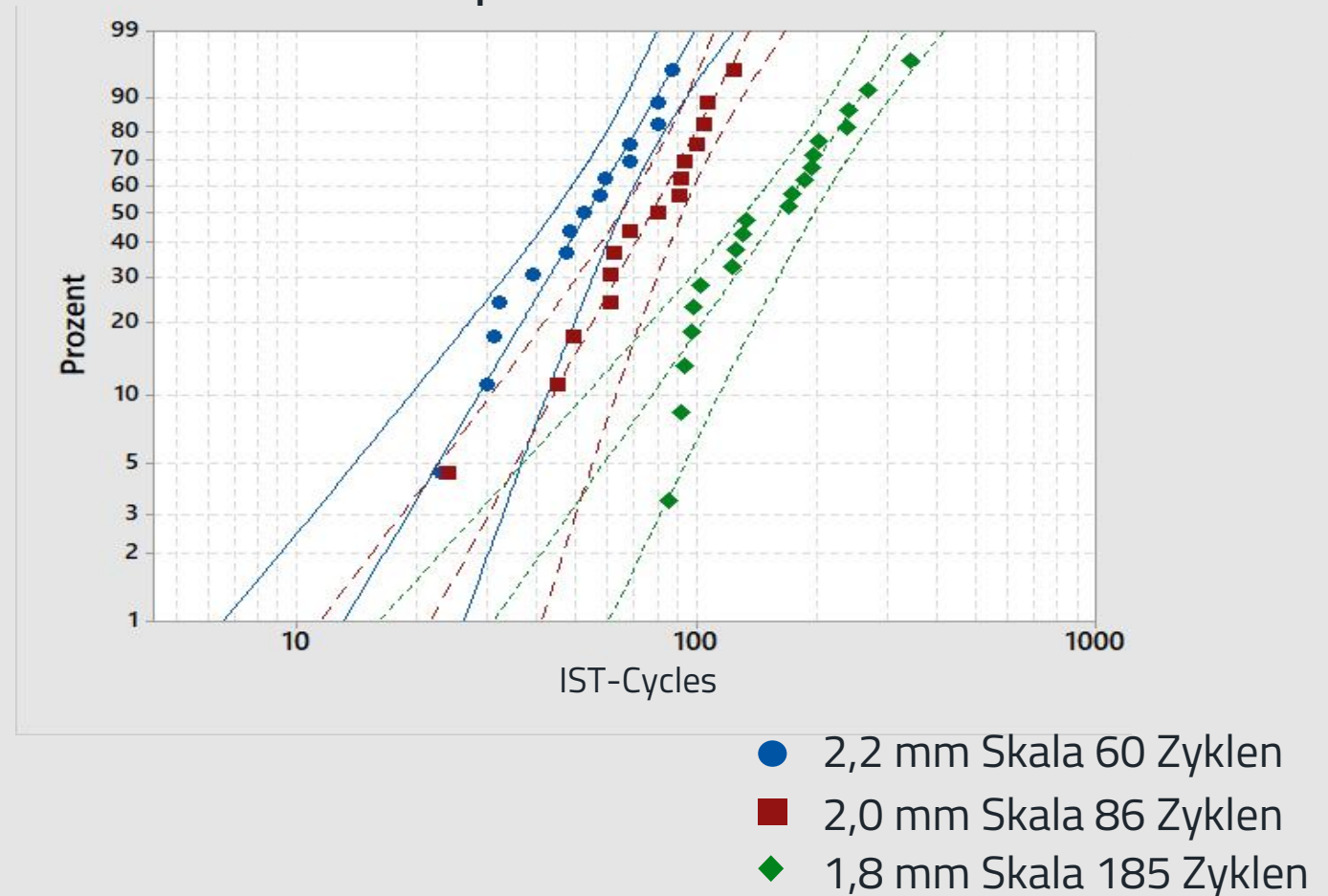
# PRAKTISCHES BEISPIEL: LEITERPLATTENDICKE

Der Einfluss der Leiterplattendicke ist enorm

Durch eine Änderung der Leiterplattendicke von etwa 20% ergibt sich ein Unterschied von Faktor 3 in der Zuverlässigkeit!



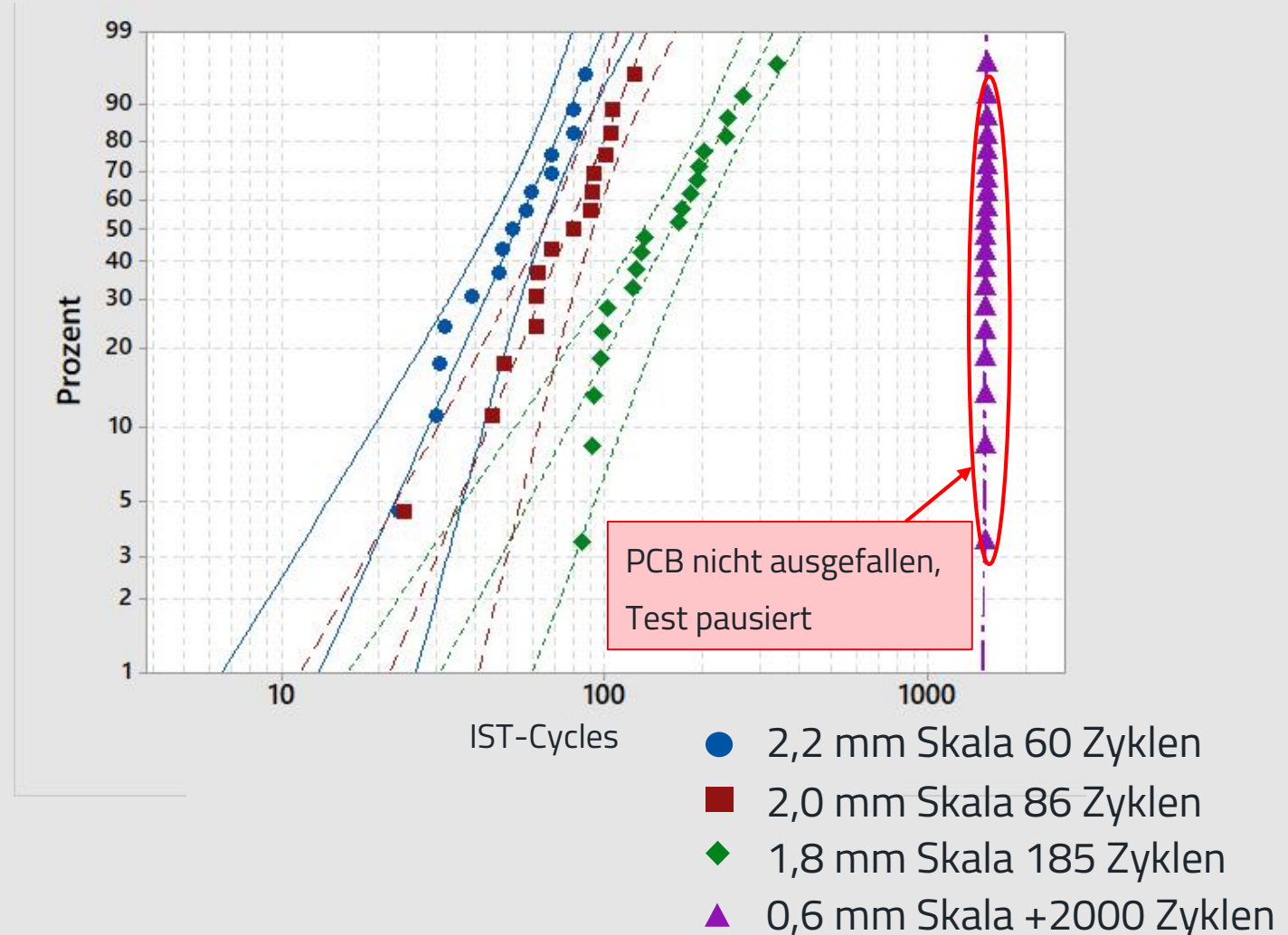
Weibull –Graph





# PRAKTISCHES BEISPIEL: LEITERPLATTENDICKE

Der Einfluss der Leiterplattendicke ist enorm



# ZUSAMMENFASSUNG

## Prozessprüfung

- Für die Leiterplattenfertigung sind komplexe Prozesse notwendig, die durch laufende Messung überwacht werden
- Erweiterte Laborprüfungen werden routinemäßig durchgeführt und Regelkarten gepflegt
- Quality Gates überprüfen kritische Schritte in der Fertigung
- Es sind verschiedene Lieferdokumentationen verfügbar

## Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit

- Für die Qualifikation von Prozessen und Materialien sind bei der Würth Elektronik zahlreiche Prüfmethoden im Haus verfügbar
- Wir können Sie bei Planung und Durchführung von Prüfungen an Leiterplatten unterstützen. Sprechen Sie uns bei Bedarf gerne an



# WÜRTH ELEKTRONIK CIRCUIT BOARD TECHNOLOGY

Wir sind Ihr sicherer Partner – heute und in Zukunft