

# PRÄPARATIONSHILFE ELEKTROBAUTEILE

## EINFÜHRUNG

### 1. ELEKTRONISCHE SCHALTUNG

In erster Linie besteht die Elektronik aus zwei Teilen:

- elektronische Bauteile
- die Leiterplatte

Elektronische Komponenten sind Elemente, die miteinander verbunden werden sollen, um eine oder mehrere spezifische elektronische Funktionen auszuführen. Sie können in verschiedene Typen und Kategorien unterteilt werden, darunter: Sensoren (Kameras, Thermoelemente usw.), Leistungselektronik (Sicherungen, Relais, etc.), analoge Elektronik (Kondensatoren, Dioden, Widerstände, Transistoren, usw.), digitale Elektronik (Mikroprozessor, Mikrocontroller, etc.) und Mensch-Maschine-Schnittstellen (Displays, Lautsprecher, LEDs, usw.). Ihr Einbau muss zunächst durch ein elektrisches Diagramm definiert werden.

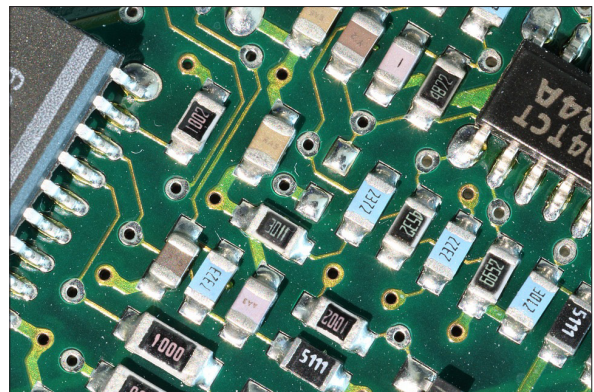


Abbildung 1: Elektronische Komponenten

Eine Leiterplatte (PCB) ist eine Platine, üblicherweise in Form einer Basisplatte aus Verbundwerkstoffen. Der Zweck dieser Unterstützung besteht darin, einen Satz elektronischer Komponenten elektrisch zu verbinden, um eine elektronische Schaltung zu erzeugen.

Elektronische Komponenten werden auf der Leiterplatte zusammengefügt. Dieser Vorgang wird als "Löten" bezeichnet, bei dem die Komponenten im Gegensatz zum Schweißen ohne Schmelzen zusammengebaut werden können. Beim Hartlöten wird nur der Zusatzwerkstoff geschmolzen, wodurch die Verbindung zwischen den Komponenten gewährleistet wird.

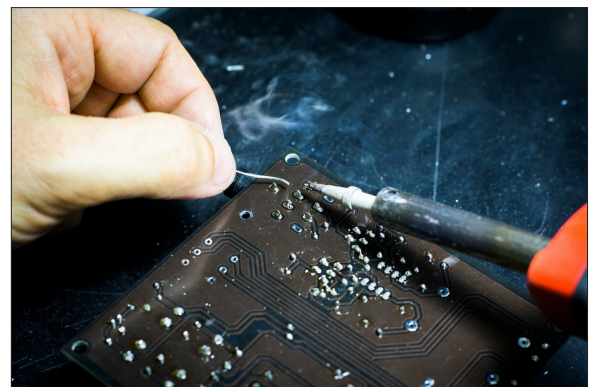


Abbildung 2: Herstellung einer Lötstelle

Der Zusatzwerkstoff unterscheidet sich von dem der zu verbindenden Teile und wird daher nach dem Material, der Teile und der Art der durchzuführenden Lötung, ausgewählt. In der Welt der Elektronik wird das Löten hauptsächlich mit Zinnlegierungen durchgeführt.

Die Leiterplatte besteht aus isolierendem Epoxidharz, das durch dünne Kupferschichten in mehrere Dicken getrennt ist. Kupfer sorgt für den Durchgang von elektrischem Strom und erzeugt so Stromkreise. Da die Anzahl der Schichten im Laufe der Zeit exponentiell zugenommen hat, sind gedruckte Schaltungen immer komplexer und effizienter geworden. Die verschiedenen Schichten sind durch metallisierte Löcher (durch Kupferbeschichtung) verbunden, die als "Durchgangslöcher" bezeichnet werden. Gedruckte Schaltkreise werden sehr oft mit einer dünnen Lackschicht bedeckt, um sie vor Korrosion zu schützen.

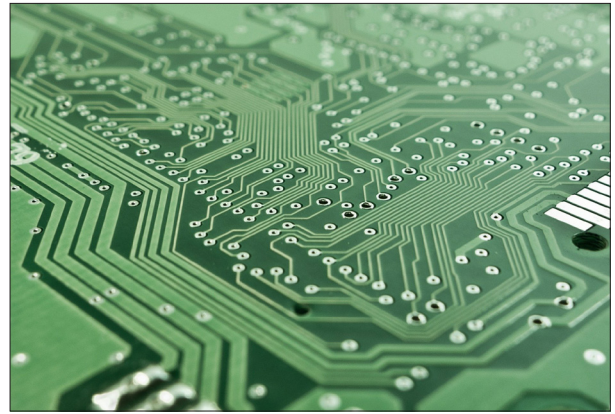
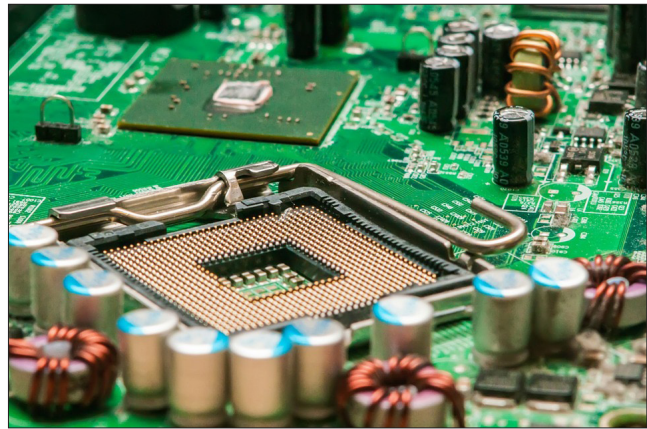
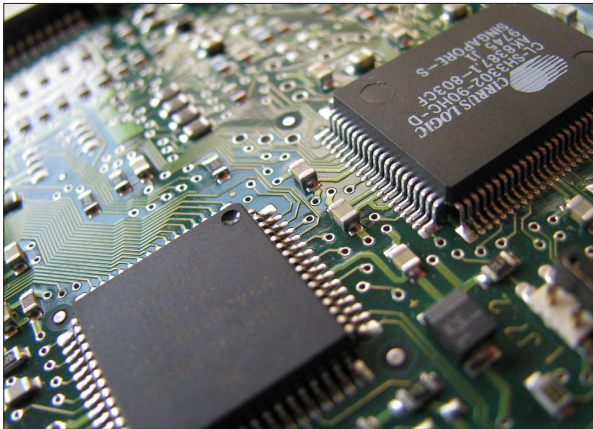


Abbildung 3: Leiterplatte und Abbildung von metallisierten Durchgangslöchern

Eine elektronische Schaltung ist ein Satz elektronischer Komponenten, die auf einer Leiterplatte miteinander verbunden sind und deren Zweck darin besteht, eine oder mehrere Funktionen auszuführen.

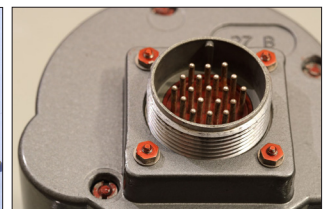


Abbildungen 4 & 5: Elektronische Schaltungen

## 2. VERBINDUNGEN

Eine Erweiterung des Themas elektronische Schaltungen ist die „Verbindungstechnik“. Die Konnektivität entspricht allen Techniken, die sich auf elektrische Verbindungen und Datenübertragung beziehen, d. h. den verschiedenen Anschlüssen und Buchsen.

Es gibt verschiedene Kategorien von Steckverbindern: elektrotechnische Steckverbinder (Steckdosen, Netzteil, Klemmen, Leiterplattenklemmen oder "Dominos" usw.), elektronische Stifte, Computeranschlüsse, Audio- (JACK, DIN, SPEAKON, und einige mehr) und Videoanschlüsse (HDMI, VGA, DVI) oder sogenannte "professionelle" Anschlüsse (MIL-DTL-38999, DBAS, BNC-TNC etc.).



## METALLOGRAPHISCHE PRÄPARATION

Ob elektronische Schaltkreise oder Steckverbinderteile, Qualitätskontrollen müssen während des gesamten Produktionsprozesses durchgeführt werden. Im Allgemeinen besteht die Priorität darin, das Hartlöten, die elektrischen Kontakte zwischen den verschiedenen Komponenten und der Leiterplatte, die Metallisierungsqualität, die Abmessungseigenschaften, die Schichtdicke usw. zu überprüfen.

Die Hauptmaterialien auf dem Gebiet der Elektronik sind:

- Metalle mit ausgezeichneter elektrischer Leitfähigkeit oder Beschichtungen wie Kupfer, Silber, Nickel und Gold,
- Zinnlegierungen zum Löten,
- Polymere für Leiterplatten und elektronische Module,
- Das Glas und die Keramik (und das Silizium), aus denen die verschiedenen Komponenten bestehen.

Um eine hervorragende Inspektionsfläche zu erhalten, sind verschiedene Schritte im Präparationsvorgang erforderlich, von denen jeder, unabhängig vom Material, genauso wichtig ist, wie der nächste. Diese Schritte haben folgende Reihenfolge:

- Das Aufschneiden des zu untersuchenden Produkts (falls erforderlich), genannt "TRENNEN".
- Standardisierung der Geometrie der entnommenen Probe (falls erforderlich), genannt "EINBETTEN".
- Verbesserung des Oberflächenzustands dieser Probe, genannt "SCHLEIFEN & POLIEREN".
- Charakterisierung der Probe: Sichtbarmachung der Mikrostruktur der Probe durch ein Ätzreagenz (falls erforderlich) namens "ÄTZEN" und mikroskopische Untersuchungen (optisch oder elektronisch).

=> Jeder dieser Schritte muss sorgfältig ausgeführt werden, da sonst die nachfolgenden Schritte nicht ordnungsgemäß erfolgen können.

## TRENNEN

Der Zweck des Trennens besteht darin, einen genauen Abschnitt eines Produkts zu entfernen, um eine geeignete Oberfläche für die Inspektion frei zu legen, ohne die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Materials zu verändern.

Mit anderen Worten ist es wichtig, eine Erwärmung oder Verformung des Metalls zu vermeiden, die zu einer Gefüge-Veränderung oder einer Kaltverfestigung führen könnte. Das Trennen ist ein grundlegender Schritt, der die weitere Präparation und Inspektion von Teilen voraussetzt.

Das breite Angebot von PRESI an Trenn- und Präzisionstrennmaschinen mit mittlerer und großer Trenn-Kapazität kann an alle Anforderungen hinsichtlich Schnittgenauigkeit, Dimensionierung oder Menge der zu schneidenden Produkte angepasst werden:



Abb. 6: Flexicut



Abb. 7: MECATOME T205



Abb. 8: MECATOME T265



Abb. 9: 3000 Drahtsäge

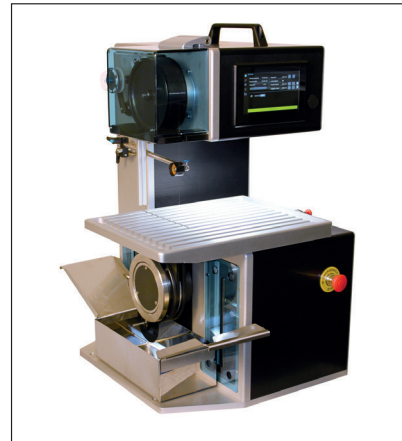


Abb. 10: 6000 Drahtsäge

Jede Trennmaschine und Drahtsäge ist mit den entsprechenden Verbrauchsmaterialien und Zubehöerteilen ausgestattet. Das Spannsystem und die Auswahl dieser Verbrauchsmaterialien sind immer wesentliche Elemente für den Erfolg eines metallografischen Schnitts.

Die Wahl des Maschinentyps hängt von der Geometrie der zu schneidenden Werkstücke und ihrer Empfindlichkeit / Zerbrechlichkeit ab, da die Spannmöglichkeiten unterschiedlich sind. Der Vorteil von Drahtsägen besteht darin, dass sie geringe Stützkkräfte verwenden, die die Proben schonen. Sie bieten auch sehr gute Oberflächen, haben aber längere Schnittzeiten.

### SPANNEN

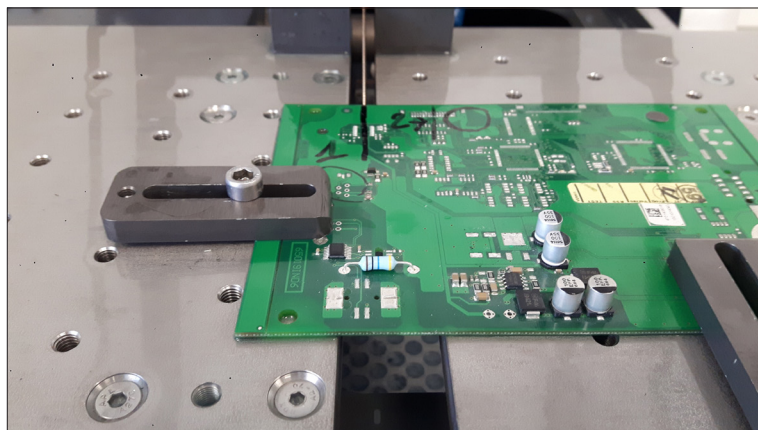
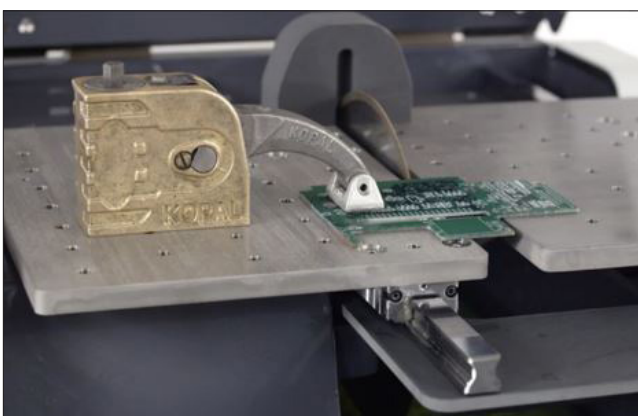


Abb. 11: Beispiel für die Klemmung einer elektronischen Schaltung FLEXICUT



Abbildungen 12 & 13: Beispiele für die Klemmung einer elektronischen Schaltung - FLEXICUT

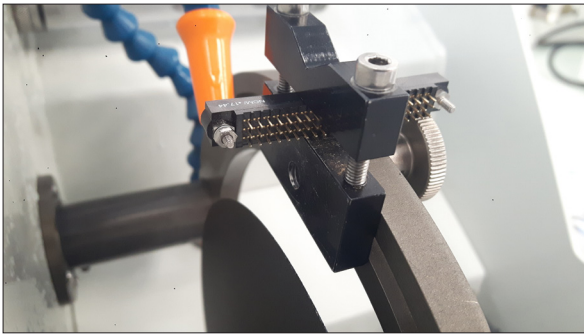
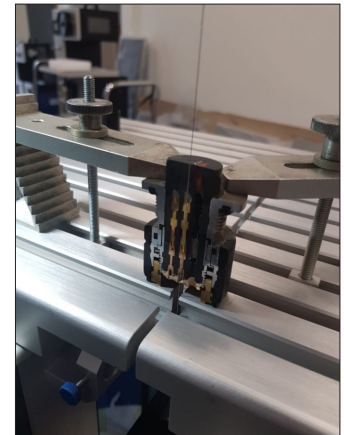


Abbildung 14: Beispiel für das Festklemmen eines Steckverbinders - MECATOME T202




Abbildungen 15 und 16: Beispiele für Klemmung und elektronischen Steckverbinder - Drahtsäge der Serie 4000

### VERBRAUCHSMATERIAL

Alle Trennmaschinen werden mit einer Schmier- / Kühlflüssigkeit verwendet, die eine Mischung aus Wasser und Rostschutzadditiv ist, um einen sauberen Schnitt ohne Überhitzung zu erzielen. Das Additiv schützt auch die Probe und die Maschine vor Korrosion.

Drahtsägen werden dagegen mit einer Schneidflüssigkeit verwendet, die als Schmiermittel und "Reiniger" fungiert, die die Lebensdauer des Drahtes verlängert und eine bessere Schnittqualität ermöglicht.



	Weiche Metalle (Kupfer, Zinn, Gold, Silber usw.)	Kunststoffe und Polymere	Keramik
Präzisionstrennen	UTW S Ø180	UTW S Ø180 LM+ LR	LM+ LR
Trennen mittel- großer Proben	MNF T	MNF LM+ LR	LM+ LR

Tabelle 1: Auswahl des richtigen Trennscheibentyps entsprechend dem Hauptmaterial des elektronischen Teils

=> Die Wahl der Trennscheibe ist entscheidend, um einen übermäßigen Verschleiß oder sogar den Bruch der Trennscheibe zu vermeiden. Die Härte des Werkstücks bestimmt die Trennscheibenauswahl.

Die für Drahtsägen verfügbaren Verbrauchsmaterialien sind mit Diamanten besetzte Edelstahlrähte. Die Eigenschaften der Drähte variieren je nach Anforderungen und Bedarf. Der Bereich umfasst sieben Drahtdurchmesser von 0,1 bis 0,7 mm und fünf Diamantkorngößen von 20 bis 64 µm.

## EINBETTEN

Proben können aufgrund ihrer komplexen Form, Zerbrechlichkeit oder geringen Größe schwierig zu handhaben sein. Durch die Einbettung sind sie einfacher zu handhaben, indem ihre Geometrie und Abmessungen standardisiert werden.

=> Das Erreichen einer qualitativ hochwertigen Einbettung ist wichtig, um zerbrechliche Materialien zu schützen und gute Präparationsergebnisse für das Polieren und zukünftige Analysen zu erzielen.

Es gibt zwei Einbettmöglichkeiten: Warm- oder Kalteinbettung. In der Elektronik ist es gängig immer die Kalteinbettung zu verwenden, da die Teile sehr oft zerbrechlich und daher für hohe Drücke ungeeignet sind und wahrscheinlich auch hitzeempfindlich sind

**Beim Kalteinbetten** können zwei Geräte verwendet werden, die auf eine erhebliche Qualitätsverbesserung abzielen, insbesondere durch Verringerung des Schrumpfs (Spalt zwischen Harz und Probe), Optimierung der Transparenz oder Erleichterung der Harzimprägnierung.



Abb. 17: Drucktopf zum Kalt-Einbetten



Abb. 18: POLY'VAC Vakuuminprägnierung

### PLUSPUNKT

Verbessert die Qualität erheblich, insbesondere durch Reduzierung des Schrumpfs, Optimierung der Transparenz und Erleichterung der Einbettimprägnierung.

### PLUSPUNKT

Maschine zur Vakuuminprägnierung poröser Materialien mit einem Epoxidharz.

Weitere Vorteile der Kalteinbettung sind die Imprägnierqualität der Einbettmittel, die sich perfekt für poröse Proben eignet, und die Möglichkeit der Masseneinbettung.

### VERBRAUCHSMATERIAL

In der Elektronik erfordert die metallografische Herstellung unbedingt die Verwendung eines transparenten Harzes. Diese Transparenz ermöglicht eine konstante Sicht auf die Probe und damit eine genaue Kenntnis der Beobachtungsebene.

	<b>Mikroelektronische Verbindungstechnik</b>
<b>Kalteinbettung</b>	KM-U mit Drucktopf 2,3bar IP MA2+ 2S*

Tabelle 2: Auswahl des richtigen Montageharztyps

\* Geeignet für sehr große Serien

**Die Verwendung von KM-U-Acrylharz** erfordert einen "Drucktopf", um Transparenz zu gewährleisten. Der Druck hilft, Luftblasen im flüssigen Einbettmittel zu unterbinden und verringert das Schrumpfen. => Dieses Einbettmittel hat den Vorteil einer kurzen Aushärtezeit (15 Minuten) und weist auch eine sehr gute Härte auf.

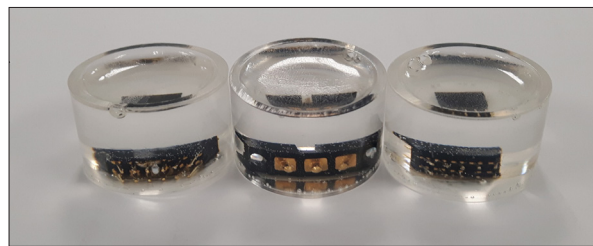


Abbildung 19: Beschichtung mit "Drucktopf"

**IP-Epoxidharz** hat eine längere Aushärtezeit (8 Stunden) und steigt nicht über 30 ° C an. Es ermöglicht auch eine bessere Imprägnierung, wenn die Polymerisation unter Vakuum mit Verwendung vom "Poly'Vac" stattfindet.

## SCHLEIFEN UND POLIEREN

Die letzte und entscheidende Phase in der Probenpräparation ist das Schleifen und Polieren. Das Prinzip ist einfach, jeder Schritt verwendet ein feineres Schleifmittel als der vorherige. Ziel ist es, eine plane Oberfläche zu erhalten ohne Kratzer und ohne Artefakte, die die Durchführung metallographischer Kontrolluntersuchungen, wie mikroskopische Analysen, Härteprüfungen, Mikrostruktur- oder Messungen, beeinträchtigen würden.

PRESI bietet eine breite Palette an manuellen und automatischen Schleif- und Poliermaschinen mit einer großen Auswahl an Zubehör für alle Anforderungen an, vom Schleifen bis zum Superfinish und Polieren von Einzel- oder Serienproben.

Das Ziel der metallografischen Vorbereitung von Verbinder- oder mikroelektronischen Proben besteht häufig darin, sehr genaue Bereiche der Teile zu erreichen und zu beobachten. Daher muss das Polieren so kontrolliert wie möglich durchgeführt werden. Manuelles Polieren ist daher ratsamer.



Abb. 20:  
Cube 250

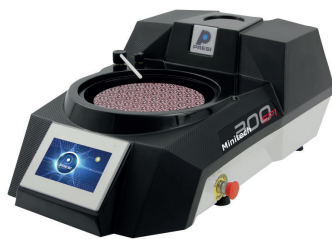


Abb. 21:  
MINITECH 300 SP1

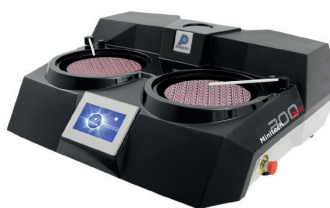


Abb. 22:  
MINITECH 300 DP1 und DP2



Abb. 23:  
MECATECH 250 SPI




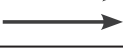

## VERBRAUCHSMATERIAL UND POLIERANLEITUNGEN

Alle folgenden Schleif- und Polierprozesse sind für die automatische Probenpräparation angegeben (für das manuelle Schleifen und Polieren: Berücksichtigen Sie nicht die Kopf-Parameter). Die Präparationsprozesse dienen zur Information und Beratung.

=> Alle ersten Schritte jeder Schleif- und Polieranleitung werden als "Nivellieren" bezeichnet und bestehen darin, Material schnell zu entfernen, um die Oberfläche der Probe (und des Einbettmittels) zu planieren. Die unten angegebenen Parameter sind standardisiert und können daher nach Bedarf geändert werden. In der Praxis besteht das Ziel darin, die Probe bis zur Inspektionsebene runter zu schleifen und polieren. Auf diese Weise wird das Polieren direkt an den zu prüfenden Bauteilen durchgeführt.



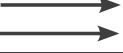
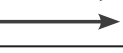

Der Probenandruck variiert je nach Probengröße, im Allgemeinen gilt jedoch Folgendes: 1 daN pro 10 mm Einbettdurchmesser für die Schleifschritte (z. B. Ø 40 mm = 4 daN), dann die Kraft bei jedem Polierschritt mit einer Schleifsuspension um 0,5 daN reduzieren.

### Polierprozess N°1

N°	Verbrauchsmaterial	Suspension / Lubrikant	Arbeitsplatte (U/min)	Kopf (U/min)	Rotationsrichtung von Arbeitsplatte / Kopf	Zeit (mm)
1	SiC P320	Ø / Wasser	300	150		1'
2	SiC P1200	Ø / Wasser	300	150		1'
3	RAM	3µm LDM / Reflex Lub	150	135		3'
4	NT	1µm LDM / Reflex Lub	150	135		1'
5	SUPRA	(SPM) / Wasser	150	100		1'

Das Verfahren Nr. 1 ist für die Untersuchung weicher Materialien in einer Mikroelektronik- oder Verbindungsprobe optimiert. Es eignet sich perfekt für Lote aus Zinnlegierungen, metallischen Bauteilen (Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Messing usw.), Polymeren (Harz, Gummi, Hüllen usw.) oder Lacken.

### Polierprozess N°2

N°	Verbrauchsmaterial	Suspension / Lubrikant	Arbeitsplatte (U/min)	Kopf (U/min)	Rotationsrichtung von Arbeitsplatte / Kopf	Zeit (mm)
1	Tissediam 40µm	Ø / Wasser	300	150		2'
2	Tissediam 20µm	Ø / Wasser	300	150		2'
3	TOP	9µm LDP / Reflex Lub	150	135		5'
4	RAM	3µm LDP / Reflex Lub	150	135		2'
5	SUPRA	SPM / Wasser	150	100		2'

Das Verfahren Nr. 2 ist für die Inspektion von Keramikbauteilen optimiert. Besteht die zu untersuchende Probe hauptsächlich aus Keramik, so sind die Härteunterschiede innerhalb derselben Probe sehr hoch. In diesem Fall müssen die Verbrauchsmaterialien so angepasst werden, dass unabhängig von der Härte ein homogener Materialabtrag gewährleistet ist. Dies ist die Rolle von metallgebundenen Diamantscheiben, die als "TISSEDIAM" bezeichnet werden.

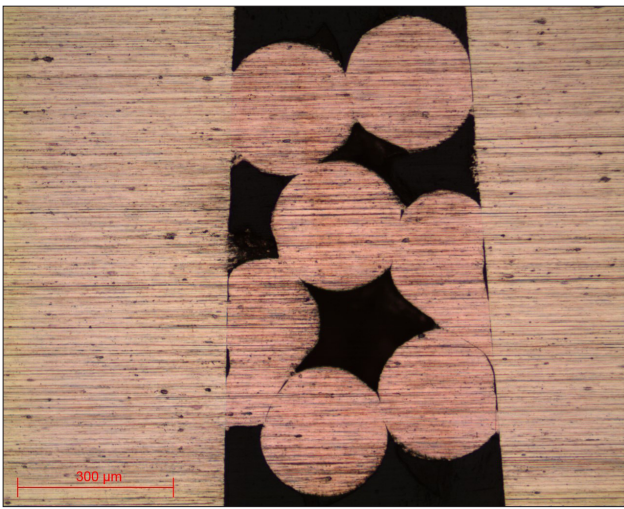
Allgemeiner besteht eine "Elektronik" -Probe aus einer Vielzahl verschiedener Materialien. Es besteht daher die Gefahr von Unebenheiten zwischen den verschiedenen Komponenten während des Polierens, was zu Schwierigkeiten bei der Untersuchung führt.

Manchmal ist es nicht erforderlich, den Polierprozess bis zum Superfinish durchzuführen, insbesondere bei Crimp-Kontrollen, Bemaßungen oder anderen Inspektionen an großen Steckverbinderproben.

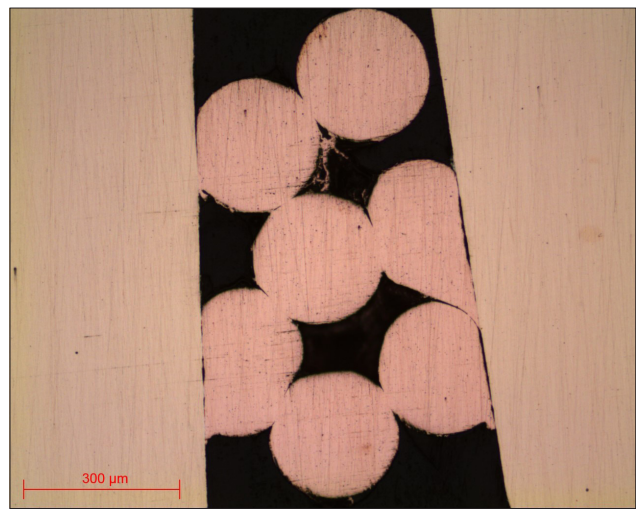
Die Endbearbeitung muss jedoch in der letzten Polierstufe mit kolloidaler Siliziumdioxid durchgeführt werden, um die feinsten Komponenten, Intermetalle, Porositätslötlungen usw. zu beobachten.

## MIKROSKOPIE

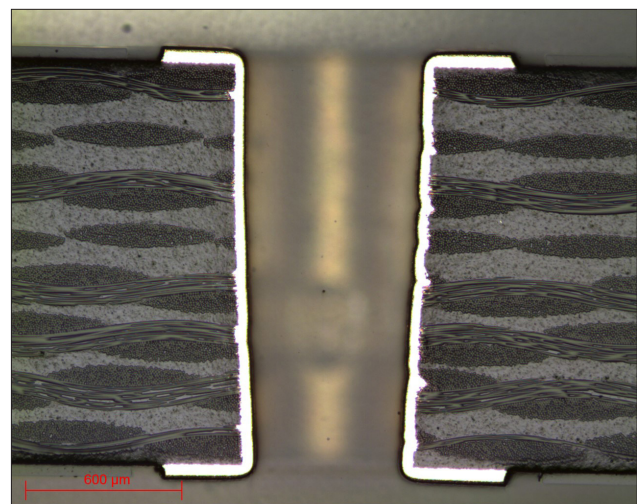
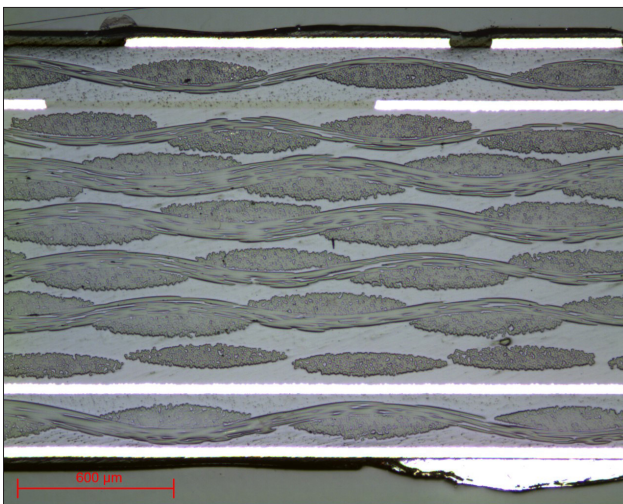
Alle vorgestellten mikroskopischen Aufnahmen wurden mit der **PRESI VIEW**-Software erstellt:



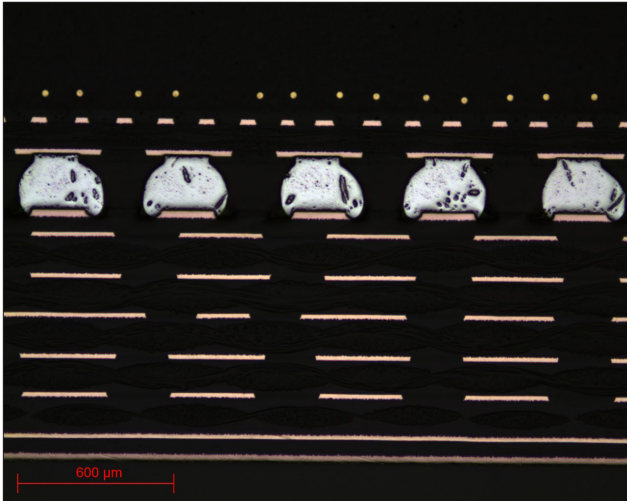
Mikroskopische Aufnahme 1: Polierte Crimpverbindung bis zu  $3\mu\text{m}$  - Objektiv x10



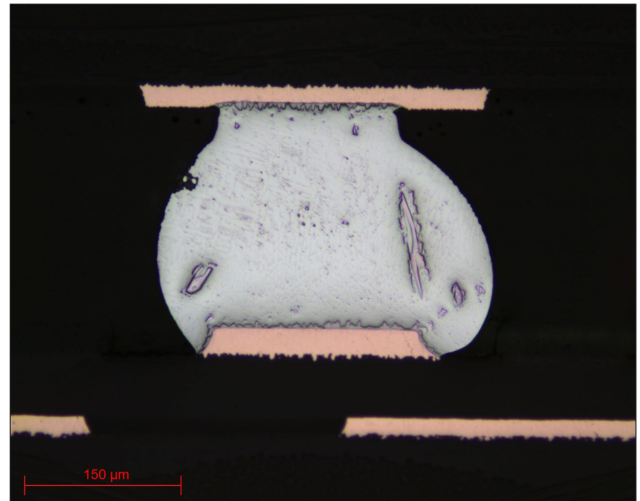
Mikroskopische Aufnahme 2: Polierte Crimpverbindung bis zu  $1\mu\text{m}$  - Objektiv x10



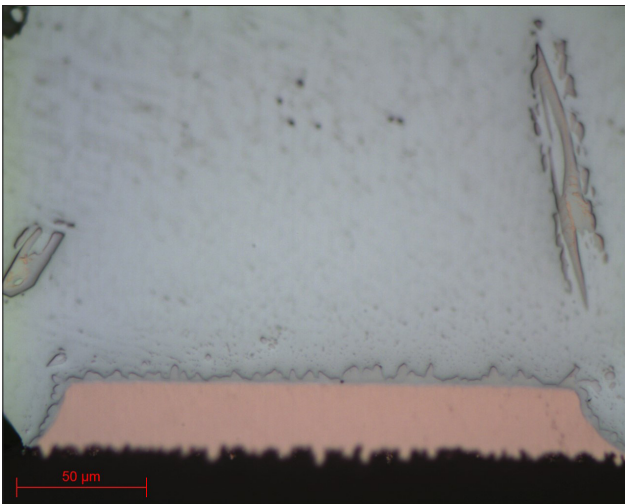
Mikroskopische Aufnahmen 3 und 4: Polierte Leiterplatte bis SPM - Objektiv x5



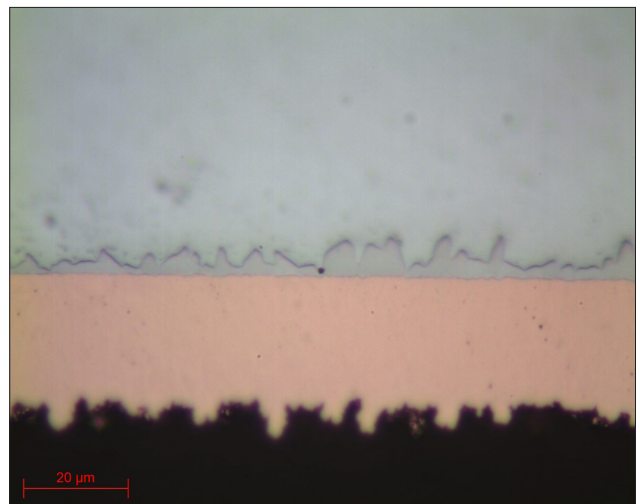
Mikroskopische Aufnahme 5: BGA-Lot auf SPM  
Objektiv x5 poliert



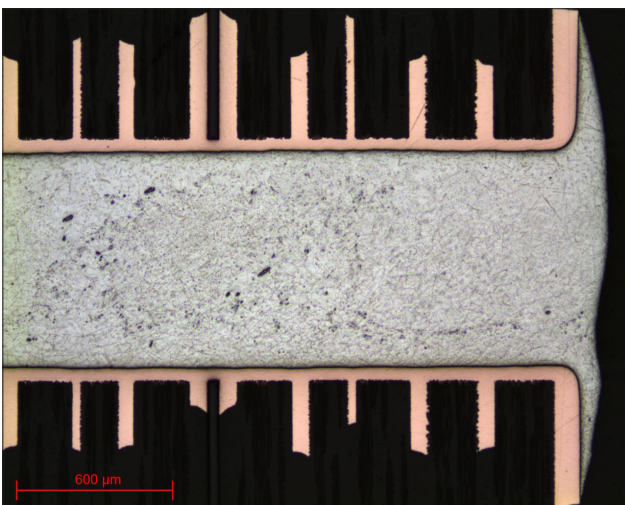
Mikroskopische Aufnahme 6: BGA-Lot auf SPM  
Objektiv x20 poliert



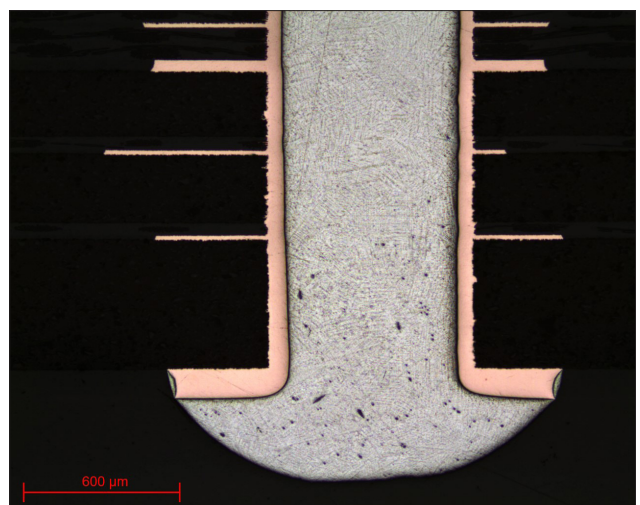
Mikroskopische Aufnahme 7: BGA-Lot auf SPM  
Objektiv x50 poliert



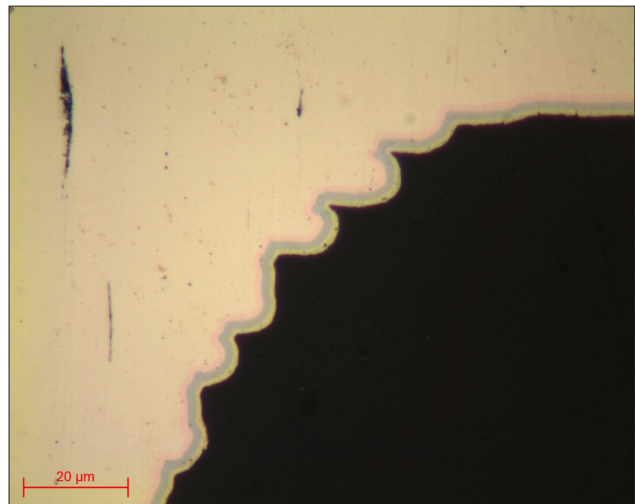
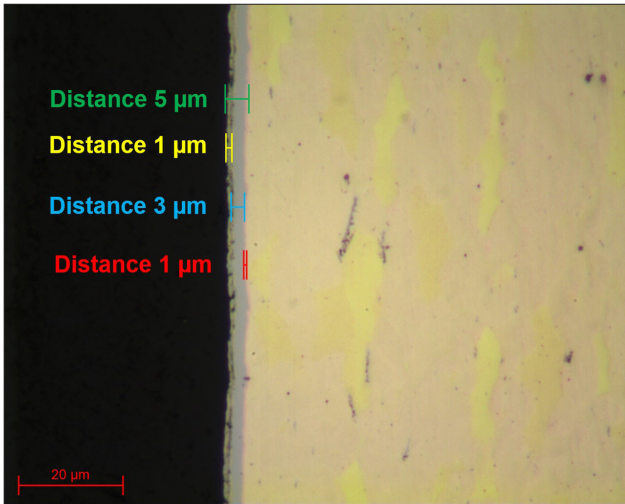
Mikroskopische Aufnahme 8: BGA-Lot poliert auf SPM  
Objektiv x100



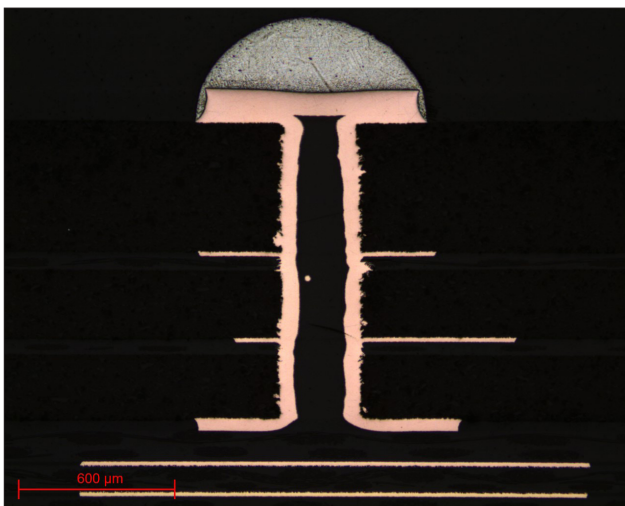
Mikrophotographie 9: Poliertes Lot bis SPM - Objektiv x5



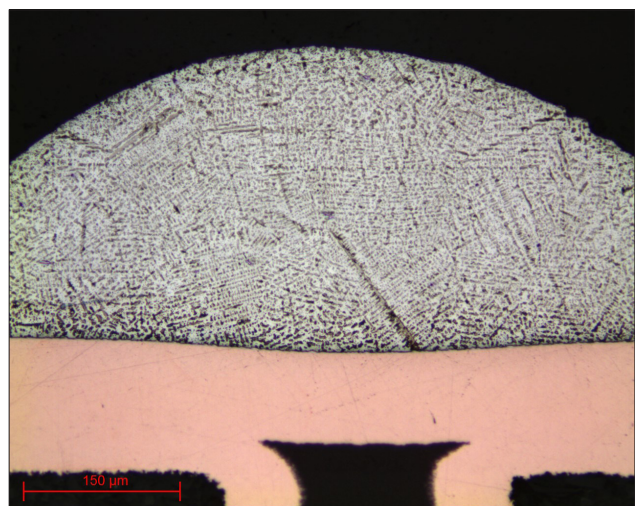
Mikroskopische Aufnahme 10: Poliertes Lot bis SPM  
Objektiv x5



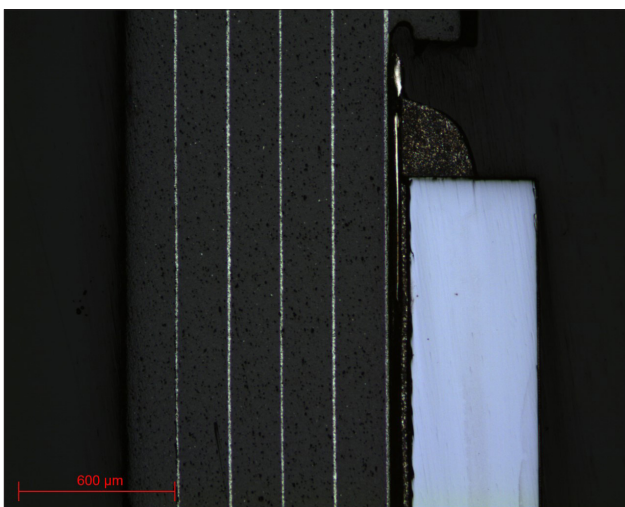
Mikroskopische Aufnahmen 11 und 12: Messing mit Kupfer-, Nickel- und Vergoldung, poliert auf SPM - Objektiv x100



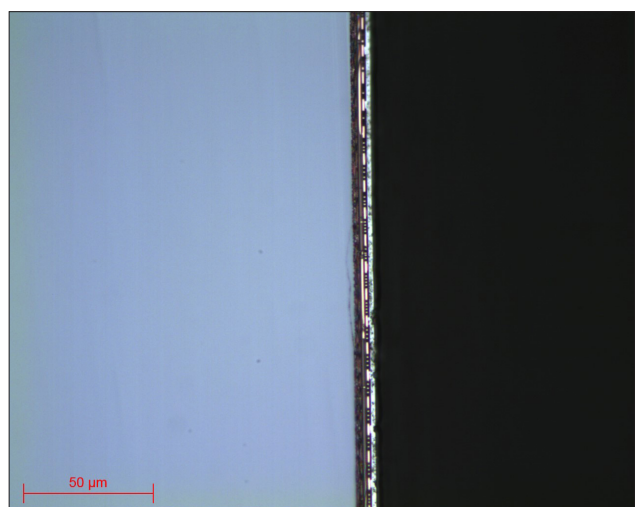
Mikroskopische Aufnahme 13: Löten und Metallisieren auf SPM - Objektiv x5 poliert



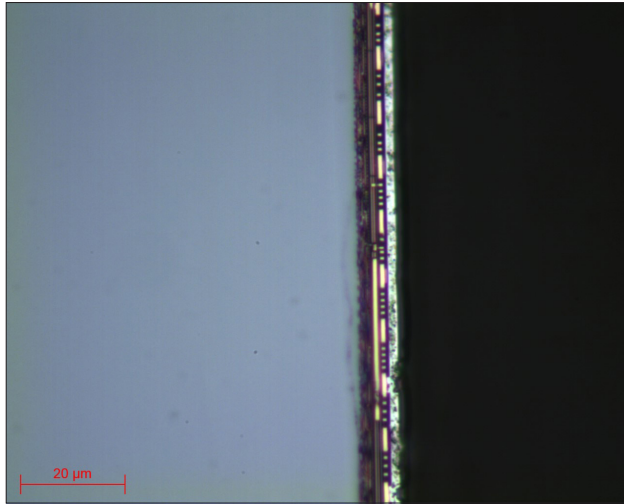
Mikroskopische Aufnahme 14: Lötmedium und Metallisierung auf SPM - Objektiv x20 poliert



Mikroskopische Aufnahme 15: Keramikkomponente + poliertes Silizium bis SPM - Objektiv x5



Mikroskopische Aufnahme 16: Keramikkomponente + poliertes Silizium bis SPM - Objektiv x50



Mikroskopische Aufnahme 17: Keramikkomponente  
+ poliertes Silizium bis SPM - Objektiv x100

**PRESI**

[www.presi.com](http://www.presi.com)

Tel. : +49 2331 736 78 70 | Email : [presi.de@presi.com](mailto:presi.de@presi.com)

