

PRÄPARATIONSHILFE

KUPFERMETALLE

EINFÜHRUNG

KUPFER

Symbol: Cu
 Ordnungszahl: 29
 Dichte: 9.0
 Molare Masse: 65.3 g.-1mol
 Schmelzpunkt: 1085 °C

WAS IST KUPFER?

• Kupfer ist ein Metall, das am häufigsten in Form von Gestein in Kombination mit anderen Elementen (Kupferoxid oder Kupfersulfid) vorkommt.

• Bei einem mehrstufigen metallurgischen Schmelzprozess (Abbildung 1) entsteht reines Kupfer.

• Es gibt auch niedriglegiertes Kupfer (4-5% Legierungszusätze).

• Kupfer ist ein duktiles Material und ein guter elektrischer und thermischer Leiter.

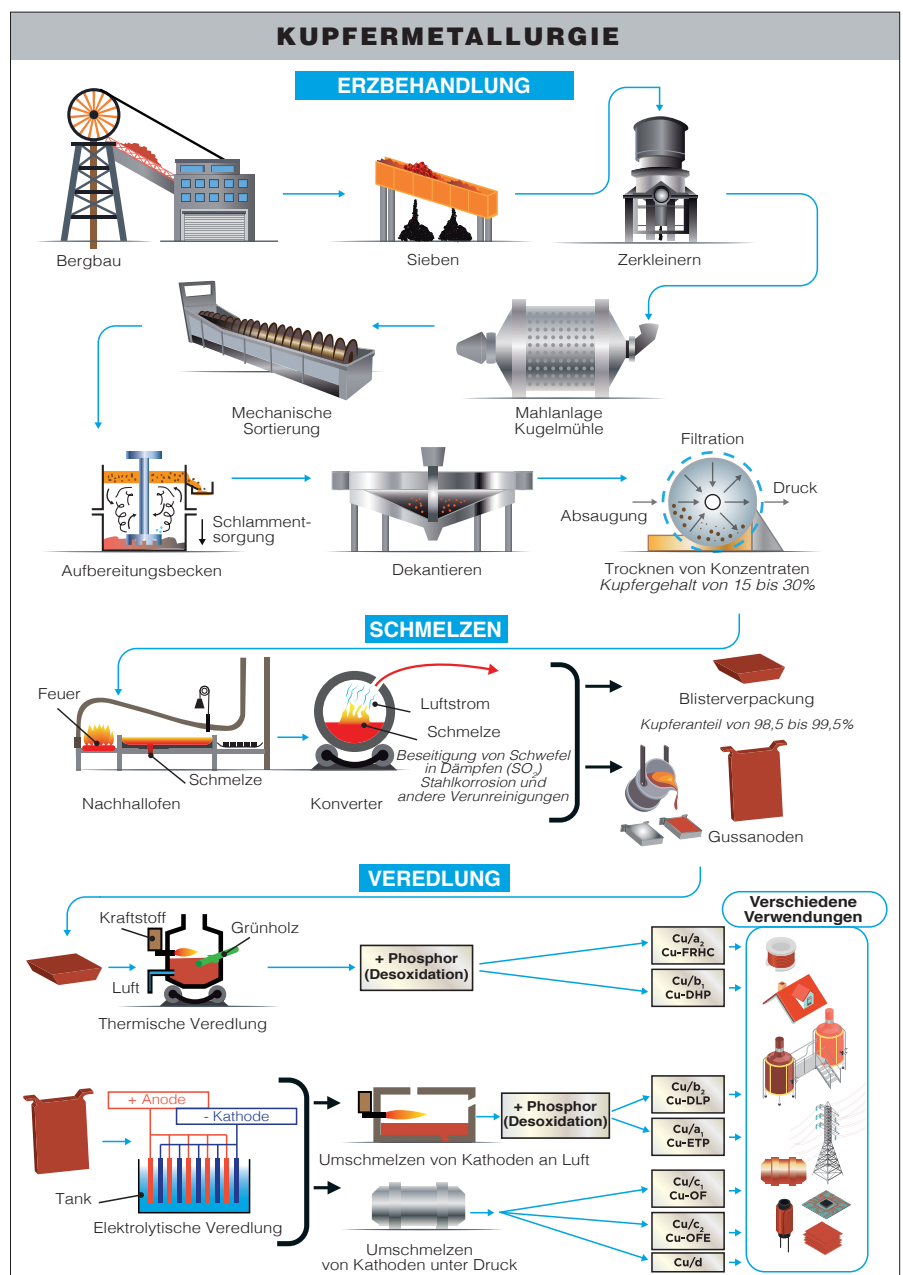
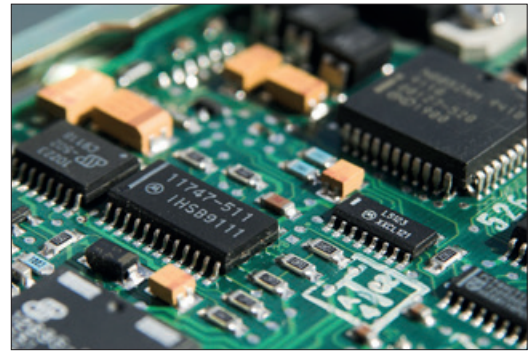
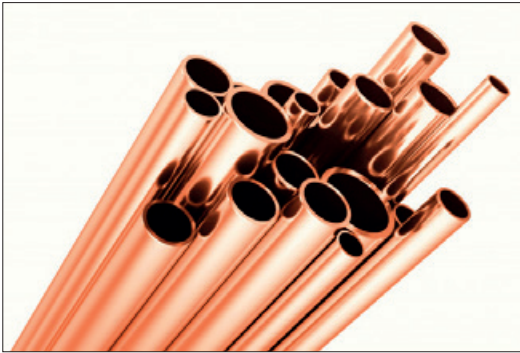


Abb. 1: Kupfergewinnung

Die Anwendungsbereiche sind vielfältig: Röhren, elektrische Drähte, in gedruckten Schaltkreisen, zur Herstellung von Küchenutensilien oder Wärmetauschern.



HAUPTKUPFERLEGIERUNGEN

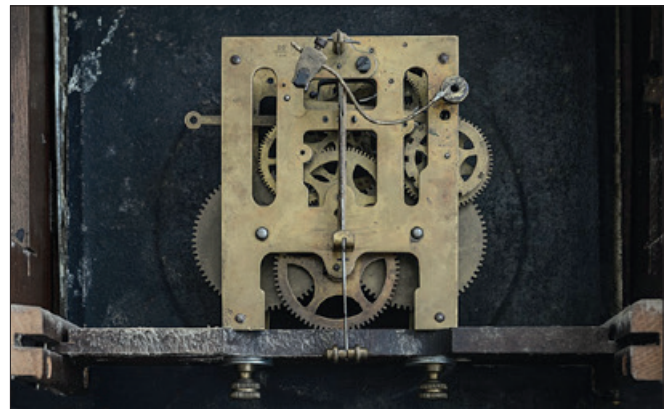
MESSING

Messing ist eine Legierung aus Kupfer und Zink, deren Anteil zwischen 5 und 40% liegen kann. Die Zugabe von Zink macht diese Legierung fester und erleichtert die Bearbeitung. Diese Legierung kann in der Schraubenindustrie, bei der Herstellung von Teilen für Schmuck oder Uhren usw. verwendet werden.



BRONZE

Bronze ist eine Legierung aus Kupfer und Zinn. Der Zinnanteil kann je nach Herstellungsverfahren bis zu 20% betragen. Es kann auch zusätzliche Elemente wie Blei enthalten, das eine bessere Bearbeitbarkeit ermöglicht, oder Phosphor, das die mechanischen Eigenschaften verbessert. Bronze ist widerstandsfähiger als Kupfer allein, weshalb es als Reibmaterial verwendet werden kann.



METALLOGRAPHISCHE PRÄPARATION

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 Metalls 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. 2: MECATOME T202



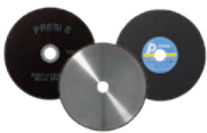
Abb. 3: MECATOME T330

Jede der Trennmaschinen im Sortiment ist mit den entsprechenden Verbrauchsmaterialien und Zubehörteilen ausgestattet. Die Spannsysteme und die Auswahl dieser Verbrauchsmaterialien sind immer ein wesentliches Element für den Erfolg eines metallografischen Schnitts.

=> Das Spannen, d. h. das Fixieren des Werkstücks, ist ebenfalls wesentlich. Wenn das Werkstück nicht gut geklemmt wird, kann der Trennschnitt Risiken für das Verbrauchsmaterial, das Werkstück und die Maschine darstellen.

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.



| | KUPFER MESSING BRONZE |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Präzisionstrennen | MNF UTW S (Ø180mm) |
| Trennen mittelgroßer Proben | MNF |
| Trennen großer Proben | MNF |

=> 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.

Tabelle 1: Auswahl der richtigen Trennscheibe

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.

Vor der Einbettung sollte die Probe gesäubert werden und Schneidgrate sind zu entfernen. Eine Reinigung mit Ethanol und in einem Ultraschallbad ist ebenfalls möglich. Dies ermöglicht es dem Harz, so gut wie möglich an der Probe zu haften und reduziert somit die Schrumpfung (Raum zwischen dem Harz und der Probe).

Wenn eine Schrumpfung vorherrscht, kann dies zu Problemen beim Polieren führen. Schleifkörner können sich in diesem Raum festsetzen und zu einem späteren Zeitpunkt freigesetzt werden, wodurch die Gefahr von Kratzern auf der Probe und der Polierfläche besteht. In diesem Fall wird empfohlen, zwischen den einzelnen Schritten die Probe in ein Ultraschallgerät zu legen.

Es gibt zwei Einbettmöglichkeiten:

- **DIE WARMEINBETTUNG** wird bevorzugt verwendet für Kanteninspektionszwecke oder nach der metallografischen Präparation zur Vorbereitung für eine Härteprüfung. **Diese Option erfordert eine Warmeinbettmaschine/ -presse.**



Abb. 4: MECAPRESS 3

Die für die Warmeinbettung erforderliche Maschine ist die Mecapress 3:

- Vollautomatische Warmeinbettpresse.
- Einfach zu bedienen.
- Ihr Speicher, Ihre Prozessanpassung und ihre Ausführungsgeschwindigkeit machen Sie zu einer hochpräzisen Maschine.
- Die Warmeinbettmaschine hat 6 verschiedene Formdurchmesser von 25.4-50 mm.

PLUSPUNKT

Einer der Hauptvorteile dieses Verfahrens besteht darin, dass es perfekt parallele Flächen bietet.

- **KALTEINBETTUNG** ist zu bevorzugen:
- Wenn die zu untersuchenden Teile zerbrechlich / druckempfindlich sind
- Wenn sie eine komplexe Geometrie haben, z. B. eine Wabenstruktur.
- Wenn eine große Anzahl von Teilen in Serie eingebettet werden soll.

Das Kalteinbettverfahren kann angewendet werden mit:



Abb. 5: Druckmontagevorrichtung

PLUSPUNKT

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



Abb. 6: Vakuummontagevorrichtung:
POLY'VAC

PLUSPUNKT

Maschine zur Vakuumimprägnierung poröser Materialien mit einem Epoxidharz.

Kalteinbettmittel bieten aufgrund der Kapillaraszension des flüssigen Harzes nicht immer eine plane Fläche auf der Rückseite. Vor dem ersten Schleifschritt wird diese konkave Oberfläche (Meniskus) durch einen kurzen Schleifschritt mit Schleifpapier entfernt. Wichtig ist, dass bei diesem Vorgang die beiden Seiten der Einbettung parallel sind.

Um den Anforderungen der Benutzer gerecht zu werden, bietet PRESI eine ganze Reihe von Kalteinbettformen an:

Das Kalteinbettverfahren hat verschiedene Einbettformen mit diversen Durchmessern von Ø 20 - 50 mm. Diese sind in verschiedene Typen unterteilt: optimierte Formen mit der Bezeichnung «KM2.0», Gummi-, Teflon- oder Polyethylenformen.

Die Kalteinbettung ist auch flexibler als die Warmeinbettung, weil es unterschiedliche Einbettformen für spezifische Anforderungen gibt.

VERBRAUCHSMATERIAL


| | | |
|---------------------------|--|--------------------------------------|
| |  | KUPFER MESSING BRONZE |
| Warmeinbettprozess | | Phenol Allyl |
| Kalteinbettprozess | | KM-U 2S Ma2+ |

Table 2: Auswahl des richtigen Einbettmittels

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, vom Schleifen bis zum Superfinish und Polieren von Einzel- oder Serienproben.

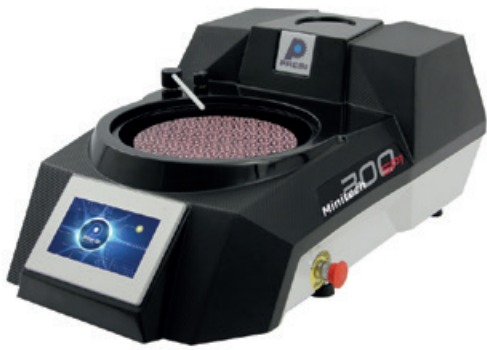


Abb. 7:
MINITECH 300 SP1



Abb. 8:
MECATECH 300 SPC

Die MINITECH-Reihe von manuellen Schleif- und Poliermaschinen umfasst die fortschrittlichsten Technologien. Sie sind benutzerfreundlich, zuverlässig und robust und bieten eine einfache Antwort auf alle Anforderungen.

Die MECATECH-Reihe von automatischen Schleif- und Poliermaschinen ermöglicht es sowohl manuell als auch automatisch zu Schleifen und zu Polieren. Mit seinen fortschrittlichen Technologien und einer Motorleistung von 750 bis 1500 W konzentriert sich die gesamte Erfahrung von PRESI auf dieses sehr vollständiges Sortiment. Unabhängig von Probenanzahl oder -größe garantiert die MECATECH ein optimales Schleif- oder Polierergebnis.

VERBRAUCHSMATERIAL UND POLIERANLEITUNGEN

Alle folgenden Schleif- und Polierprozesse sind für die automatische Probenpräparation angegeben (für das manuelle 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 eine plane Oberfläche der Probe (und des Einbettmittels) zu erhalten. Die unten angegebenen Parameter sind standardisiert und können daher nach Bedarf geändert werden.

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.

Das Folgende ist ein allgemeiner Polierprozess für Kupfer und seine Legierungen:

| 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 | TOP | 9µm LDM / Reflex Lub | 150 | 135 | → | 4' |
| 3 | RAM | 3µm LDM / Reflex Lub | 150 | 135 | → | 3' |
| 4 | TFR | 1µm LDM / Reflex Lub | 150 | 135 | → | 1' |
| 5 | SUPRA | SPM / Wasser | 150 | 100 | ← | 1' |

Hinweis: Die Nivellierung mit P320-Schleifpapier ist für eine Probe aus einem metallografischen Schnitt ausreichend. Wenn mehr Material entfernt werden muss, sollte eine größere Körnung verwendet werden.

Beim Schleifen sollte die Drehrichtung von Kopf und Platte nicht umgekehrt werden, da dies die Ebenheit nachteilig beeinflussen kann. Das Umkehren der Drehrichtung kann jedoch hilfreich sein, wenn eine große Menge Material entfernt werden muss.

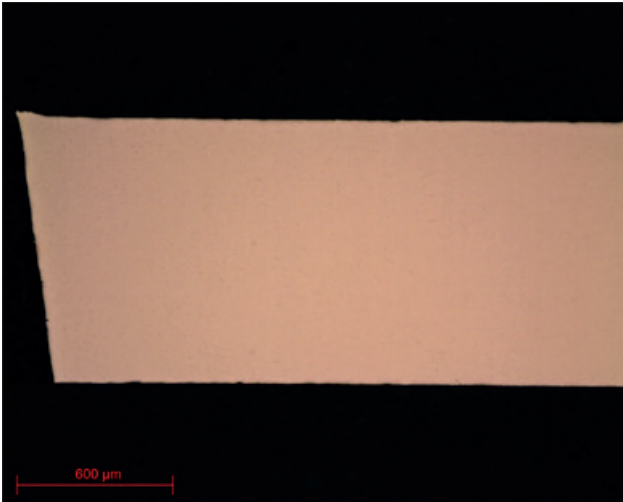


Abb. 9: Kupfer - Objektiv x5

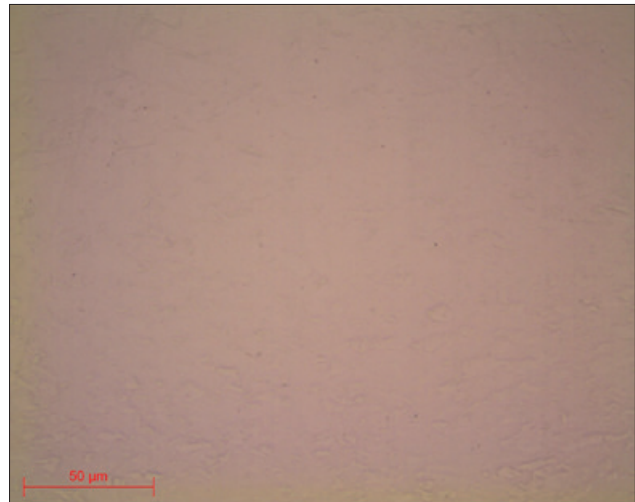


Abb. 10: Kupfer - Objektivx50

Das Wichtigste beim Polieren von Kupfer, ist die Verwendung von monokristallinen Diamantsuspensionen (LDM oder Gel2 + Mono) mit weniger scharfen Kanten (im Vergleich zu polykristallinen Diamanten, welche mehrere scharfe Kanten haben), um Polierfehler in weichen Materialien wie Kupfer oder seinen Legierungen zu vermeiden.

Die LDM-Suspension wird mit dem Reflex LUB-Schmiermittel verwendet, wodurch das Poliertuch ausreichend angefeuchtet werden kann, ohne dieses nur mit Diamantsuspension zu überladen. In jedem Fall muss darauf geachtet werden, dass das Poliertuch nicht zu stark mit Suspension oder Schmiermittel benetzt wird, um einen « Aquaplaning-Effekt » zu vermeiden.

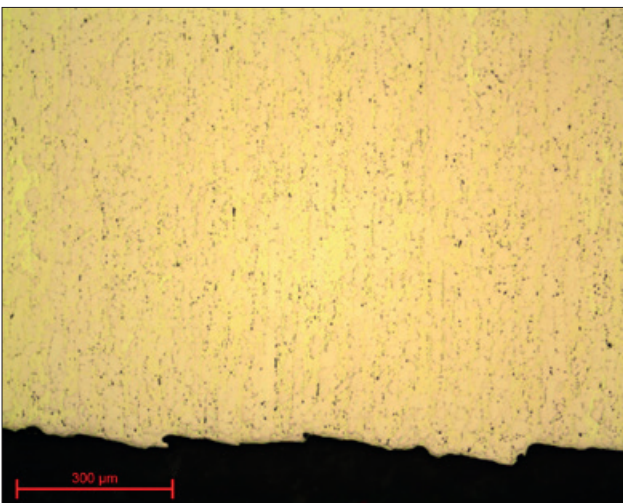


Abb. 11: Messing - Objektiv x10

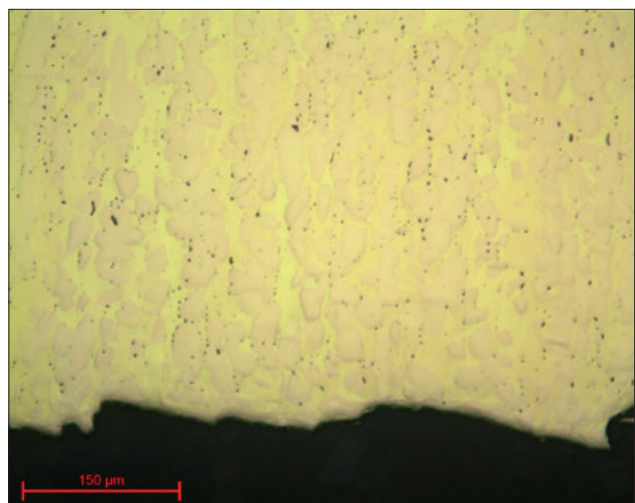


Abb. 12: Messing - Objektiv x20

Die zweite wichtige Überlegung beim Polieren von Kupfer besteht darin, den ausgeübten Druck (manuell oder beim halbautomatischen Polieren) so anzupassen, dass beispielsweise keine Schleifpapierkörner eingedrückt werden.

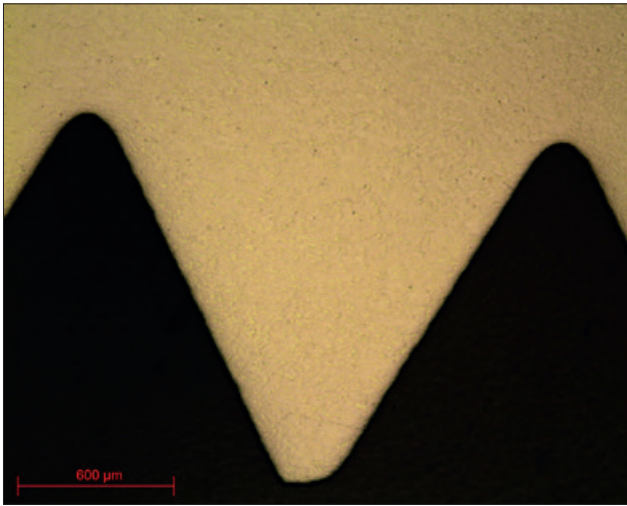


Abb. 13: Messing-Mutter - Objektiv x5

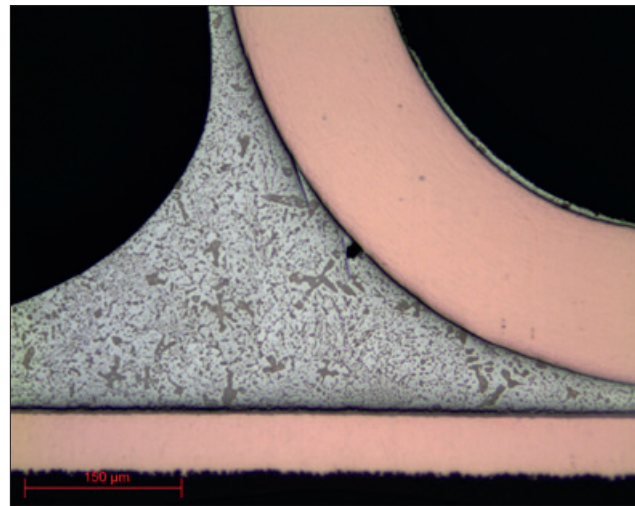


Abb. 14: Lot - Polychlorierte Biphenyle - Objektiv

Schließlich wird das Superfinishing mit einer kolloidalen Siliziumdioxid-Suspension empfohlen. Diese SPM-Suspension kann bis zu 7-mal in Wasser verdünnt werden.

Während dieser Phase wird die Drehung des Kopfes in Bezug auf die Platte umgekehrt, um die Suspension so weit wie möglich auf dem Poliertuch zu halten.

Abhängig vom erhaltenen Ergebnis kann diese Stufe durch die Verwendung einer PRESI Nr. 2-Aluminiumoxidsuspension ersetzt werden.

Die Abbildungen 9-14 zeigen das Ergebnis auf Kupfer und Messing nach Anwendung des oben genannten Polierverfahrens.

Manchmal ist es notwendig, die Polierprozesse an die Empfindlichkeit des Materials anzupassen. Nachfolgend finden Sie ein Beispiel für einen Polierprozess für eine Bronzebeschichtung mit Blei.

| 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 | SiC P4000 | Ø / Wasser | 300 | 150 | → → → | 1' |
| 4 | NT | PRESI n°2 | 150 | 100 | ← → → | 1' |
| 5 | NT | PRESI n°1 | 150 | 100 | ← → → | 1' |

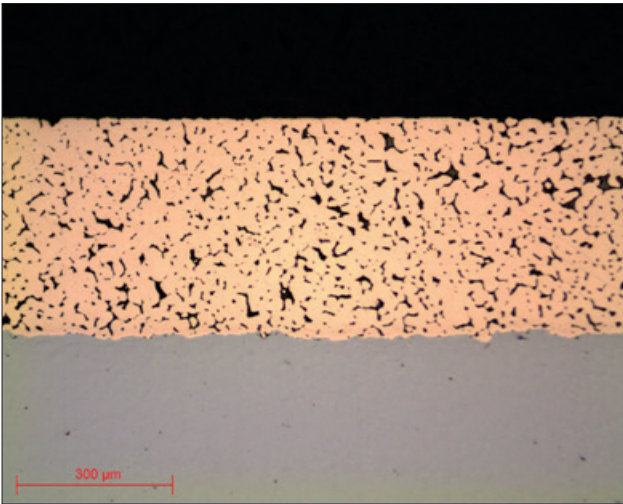


Abb. 15: Bronze mit Blei - Objektiv x10

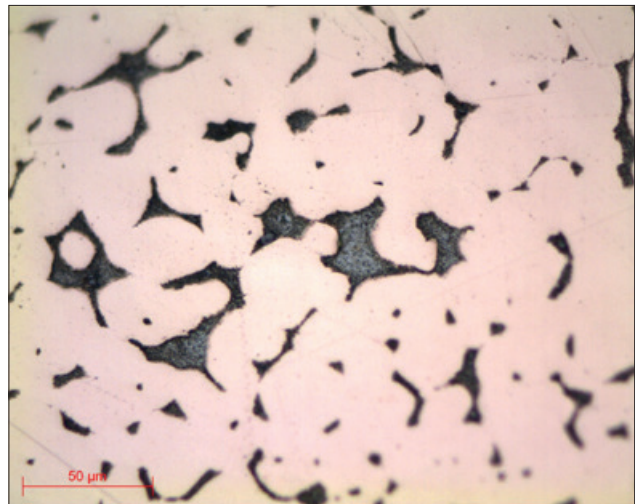


Abb. 16: Bronze mit Blei - Objektiv x50

MIKROSTRUKTUR

Die Struktur des Kupfers lässt sich durch Verwendung geeigneter Ätzreagenzien leicht erkennen. Die Verwendung von Ätzreagenzien zeigt Korngrenzen, Phasen usw. an.

Die Hauptreagenzien sind:

- alkoholische Lösung von Fe III-Säurechlorid (Abbildung 17)
- Kaliumdichromat (Abbildung 18)

Diese Reagenzien sind im PRESI-Katalog erhältlich und andere spezifische Reagenzien sind auf Anfrage erhältlich.

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

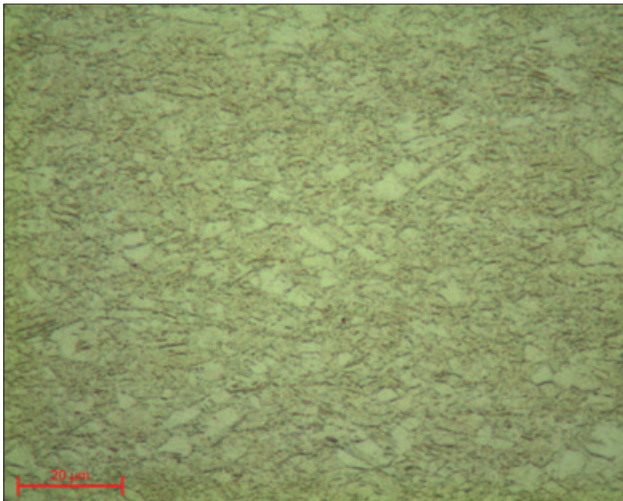


Abb. 17: Messing nach dem Ätzen - Objektiv x100

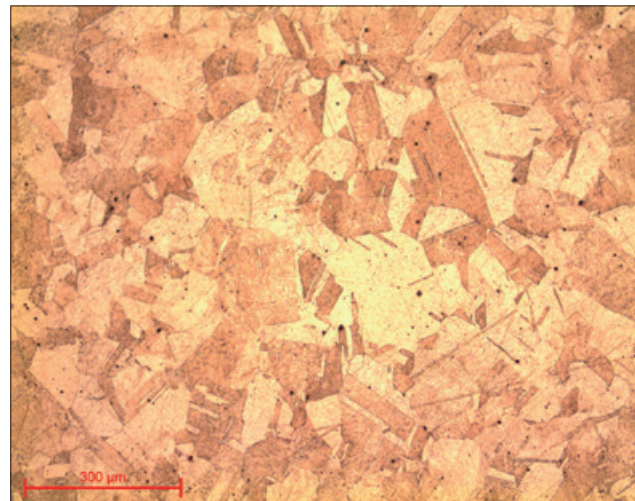


Abb. 18: Kupfer nach dem Ätzen - Objektiv x10

WENN ES NOCH FEINER WERDEN MUSS

Die Ergebnisse der oben genannten Polierprozesse ermöglichen eine Beobachtung von guter Qualität unter einem optischen Mikroskop. Zur weiteren Beobachtung für die EBSD-Analyse unter einem Rasterelektronenmikroskop (SEM) kann ein **VIBROTECH**-Vibrationspolierer verwendet werden. Diese Maschine entfernt oberflächliche Kaltverfestigung und Kratzer.



DIE VIBROTECH ist eine zuverlässige und robuste Vibrationspoliermaschine. Das Vibrationspolieren sorgt für eine ultra-glatte Oberfläche. Daher ist diese Art der Politur ideal für Superfinish-Schritte zur erweiterten Inspektion geeignet. Sehr einfach zu bedienen, Vibrationsfrequenz und Anwendungsbereich können eingestellt werden.

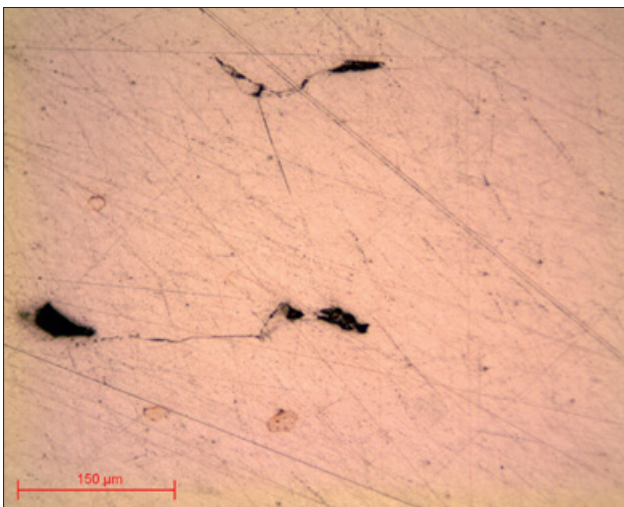


Abb. 20: Feinpolitur 1µm - Objektiv x20

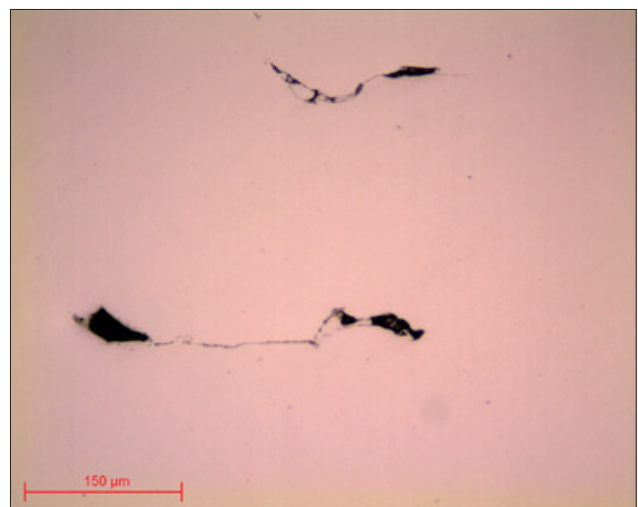


Fig. 21: SPM Finish mit Vibrotech - Objektiv x20

Die Vibrotech entfernt Kratzer von der 1-µm-Stufe (Abbildung 20). In diesem speziellen Fall wurde eine 2-Stunden-Phase auf einem RFI-Gewebe verwendet, um dieses Ergebnis zu erzielen (Abbildung 21).

PRESI
www.presi.com

Tel. : +49 2331 736 78 70 | Email : presi.de@presi.com

