

PRÄPARATIONSHILFE MEDIZIN TECHNIK

EINFÜHRUNG

In der Medizin werden eine Vielzahl von Materialien eingesetzt, beispielsweise in medizinischen Instrumenten und Geräten (chirurgische Instrumente, Mobilitätsgeräte, künstliche Gliedmaßen usw.) um Funktionsmängel oder Verletzungen zu behandeln und um Krankheiten zu diagnostizieren. Dieses Präparationshilfe gilt für den Bereich „Biomaterialien“ in der Medizintechnik.

Biomaterialien sind per Definition Materialien, die in einem Medizinprodukt verwendet werden, um mit biologischen Systemen zu interagieren, um eine Gewebe-, Organ- oder Körperfunktion zu bewerten, zu behandeln, zu stärken oder zu ersetzen.

Unter den verschiedenen Biomaterialien können zwei Hauptkategorien unterschieden werden:

LEBENDE (oder natürliche) **BIOMATERIALIEN**

Dies sind Materialien biologischen Ursprungs. Das Prinzip besteht darin, eine natürliche Basis zu schaffen, um das Nachwachsen eines bestimmten Gewebes zu übernehmen und dabei helfen Funktionsbeeinträchtigungen zu beseitigen. Unter diesen lebenden Biomaterialien finden wir:

- Biologische Gewebe (Schweineklappen, Carotis vom Rind usw.).
- Transplantate (Xenotransplantate, Allotransplantate und Autotransplantate).
- Koralle, eine natürliche poröse Keramik. Diese Porosität begünstigt die Knochenimplantation. Es wird in der orthopädischen und maxillofazialen Chirurgie eingesetzt.
- Kollagen, ein natürliches Protein tierischen (Haut) oder menschlichen (Plazenta) Ursprungs, dessen Anwendungen sind: Kosmetologie und kosmetische Chirurgie, Augenimplantate, Gewebekonstruktionen, künstliche Haut und hämostatische Verbände.
- Cellulose (Dialysemembranen und Zement für Hüftprothesen).
- Chitin aus Krabbenschalen (Nähte, rekonstruktive Chirurgie und künstliche Haut).
- Aus Seetang extrahierte Fucane (Antikoagulanzen).

INERT (oder nicht lebende) **BIOMATERIALIEN**

Es gibt 3 Kategorien:

1. Metalle und Metalllegierungen
2. Keramik (auch „Biokeramik“ genannt)
3. Polymere

1. Metalle und Metalllegierungen

- **Rostfreie Stähle**, sind Stähle (maximal 1% Kohlenstoff) mit einem Chromgehalt von mindestens 12 Massen-%. Es ist dieser Chromgehalt, der den Stahl rostfrei macht.

Die in der biomedizinischen Industrie verwendeten Edelstahlsorten sind sogenannte "martensitische" rostfreie Stähle (magnetisch und wärmebehandelt) für chirurgische Instrumente und sogenannte "austenitische" rostfreie Stähle (nicht magnetisch und mit einem Nickelgehalt zwischen 10 und 14%) für chirurgische Implantate.

Edelstahl ist das im medizinischen Bereich am häufigsten verwendete Metall, insbesondere austenitischer Edelstahl 316L (X2CrNiMo17-12-2).

- **Titan und seine Legierungen** weisen neben der Biokompatibilität auch sehr vorteilhafte Eigenschaften auf. Ihre Korrosionsbeständigkeit ist außergewöhnlich (höher als bei Edelstahl) und sie haben bessere Ermüdungseigenschaften und eine bessere Elastizität als Kobalt-Chrom-Legierungen und Edelstähle. Die Dichte von Titan ist ebenfalls ein großer Faktor, da sein Wert für ein Metall niedrig ist (4,5 gegenüber etwa 8 für rostfreie Stähle).

Die Anwendungen von Titan im medizinischen Bereich sind sehr vielfältig: Implantate, Osteosynthese, Orthopädie, Prothesen usw. Eine sehr häufige Titansorte ist TA6V (TiAl6V4).

- **Kobalt-Chrom-Legierungen (Stellite)**, bei denen es sich um Kobalt-Legierungen mit Chrom als Hauptlegierungselement handelt. Sie haben häufig einen hohen Molybdängehalt und einen niedrigen Kohlenstoffgehalt (nichtmagnetische Legierungen).

Die Korrosionsbeständigkeit dieser Legierungen ist ausgezeichnet. Ihre mechanischen Eigenschaften sind gleichermaßen bemerkenswert (hohe Härte, Zähigkeit und Verschleißfestigkeit), wodurch diese Legierungen eine höhere Steifigkeit als rostfreie Stähle und Titan aufweisen.

CoCr-Legierungen werden hauptsächlich für Hüft-, Knie- oder Wirbelsäulen Prothesen, für die Osteosynthese und für Zahnprothesen verwendet.

2. Keramik

Im medizinischen Bereich gibt es zwei Arten von Keramiken: "bio-inerte" Keramiken, die nicht mit Knochengewebe interagieren, und "bioaktive" Keramiken, die eine Verbindung zwischen dem Material und dem menschlichen Knochen herstellen.

- **Aluminiumoxid (Al_2O_3)** ist eine reine, dichte bio-inerte Keramik in medizinischer Qualität. Es wird hauptsächlich wegen seiner guten tribologischen Eigenschaften, Alterung und mechanischen Beständigkeit verwendet. Es wird für die Spitzen von Hüftprothesen und in der Zahnmedizin (Zahnimplantate) verwendet.

- **Zirkonoxid (ZrO_2)** hat die gleichen Eigenschaften wie Aluminiumoxid, jedoch eine höhere Zähigkeit, d.h. Es hat eine bessere Beständigkeit gegen Rissausbreitung.

- **Hydroxylapatit (PAH) $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ und Tricalciumphosphat β (TCP) $Ca_3(PO_4)_2$** sind bioaktive Keramiken. Diese Keramiken sind porös, was sie osteo-okonduktiv macht, d.h. Sie fördern das Nachwachsen von Knochen. Sie haben auch den Vorteil, bioresorbierbar zu sein und werden für Implantate, orthopädische Operationen und Zahnfüllungen verwendet.

- **Bioglas** ist eine bioaktive Keramik mit einer kohlen säurehaltigen Hydroxyapatitschicht auf ihrer Oberfläche, die chemisch und strukturell mit der Mineralphase des Knochens identisch ist. Es kann eine Verbindung zwischen Keramik und Knochen hergestellt werden, die Osteokonduktion und Osteoproduktion ermöglicht. Biogläser bestehen hauptsächlich aus Oxiden, Silizium (SiO_2), Natrium (Na_2O), Calcium (CaO) und Phosphor (P_2O_5).

3. Polymere

Es gibt viele Anwendungen für Polymere auf dem Gebiet der Biomaterialien. Zusätzlich zu ihrer Biokompatibilität haben Polymere den Vorteil, dass sie leicht modulierbare mechanische Eigenschaften entsprechend ihrer Zusammensetzung, ihrer Kristallinitätsrate, ihrer Formgebung usw. aufweisen. Folgende Polymere sind dabei sehr besonders:

- **Funktionelle Polymere** werden als Reibflächen (neben Metallen und Keramiken), als Verankerungsmaterialien für Prothesen (für eine bessere Rekonvaleszenz) und in der Augenheilkunde, Neurochirurgie, Herz-Kreislauf- oder plastischen Chirurgie (Katheter, Drainagen, Spritzen, Prothesen) verwendet.

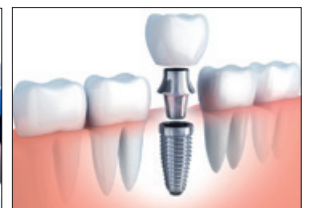
- **Resorbierbare Polymere** ermöglichen es, weitere Operationen zu vermeiden. Sie müssen ausreichende mechanische Eigenschaften aufweisen, um ihre Funktionen sicherzustellen, und anschließend resorbiert werden. Sie werden daher als chirurgische Zemente, Knochenfüller, diaphysäre Obturatoren, Nahtfäden usw. verwendet.

=> Alle diese Materialien ermöglichen es, die körperliche Verfassung zu erhalten und Menschen mit Mängeln zu helfen. Die Herstellung von Mobilitätshilfen, die die Funktionen verletzter Organe ersetzen können, ist jetzt möglich. Weitere Forschung und medizinische Entwicklungen sind noch sehr vielversprechend. Dies ist aufgrund möglicher zukünftiger Fortschritte und Innovationen eine große Herausforderung.

Diese Biomaterialien werden so entwickelt und verwendet, dass sie vom Organismus des Patienten nicht abgestoßen werden, keine toxischen Elemente enthalten und präzise mechanische Eigenschaften bieten, die den verschiedenen Umweltbedingungen gerecht werden.

Mit anderen Worten, sie müssen sehr anspruchsvolle Spezifikationen hinsichtlich physikalisch-chemischer Eigenschaften, Formgebung, Lebensdauer und / oder Verschlechterung, Porosität, Implantation oder Injektion usw. erfüllen.

Aus den gleichen Gründen muss eine Vielzahl von Kontrollen durchgeführt werden, von denen einige eine metallografische Vorbereitung erfordern.



METALLOGRAPHISCHE PRÄPARATION

Unabhängig davon, welche Materialien geprüft werden, müssen während der Prozesse und der Herstellung von Werkstücken Qualitätskontrollen durchgeführt werden. Im Allgemeinen beeinflussen Verarbeitungs- und Umwandlungsvorgänge sowie die verschiedenen mechanischen und thermischen Behandlungen die Eigenschaften und Mikrostrukturen von Titan und seinen Legierungen.

All diese Einflüsse führen dann zur Realisierung metallographischer Qualitätskontrollen wie: Mikrostrukturuntersuchungen, Porositäts- und / oder Heterogenitätsforschung, Einschlusssauberkeit, Härteprüfungen, Härtungskontrollen, Korngrößenkontrollen usw.

Das Erhalten einer Inspektionsfläche erfordert eine Abfolge von Vorgängen, von denen jeder unabhängig vom Material genauso wichtig ist wie der nächste.

Diese Schritte sind in der folgenden 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 zu erhalten, 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 Schneiden ist ein grundlegender Schritt, der die weitere Vorbereitung und Inspektion von Teilen bedingt.

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 trennenden Produkte, angepasst werden:



Abb. 1: MECATOME T202



Abb. 2: MECATOME T260



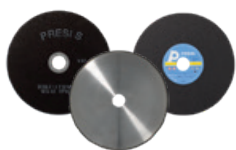
Abb. 3: MECATOME T330

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.



	“Rostfreier” Stahl	Titan	Kobalt Chrom	Keramik	Polymere
Präzisionstrennen	UTW S Ø180 AO AOF II	UTW S Ø180 MNF	UTW S Ø180 CBN	LM / LM+ LR	UTW S Ø180 MNF LM+ LR
Trennen von mittelgroßen Proben	A AO AOF II	T MNF F	S CBN	LM / LM+ LR	MNF LM+ LR
Trennen von großen Proben	A AO	T MNF	S CBN	LM / LM+ LR	MNF LM+ LR

Tabelle 1: Auswahl der richtigen Trennscheibe

=> 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.

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 Schneidrate 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 der Schrumpf zu groß ist, kann dies zu Problemen beim Polieren führen. Schleifkörner können sich in diesem Raum festsetzen und zu einem späteren Zeitpunkt freigesetzt werden, wodurch die Gefahr der Entstehung 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 liefert.

- **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: Drucktopf zum Kalt-Einbetten

PLUSPUNKT

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



Abb. 6: POLY'VAC

PLUSPUNKT

Maschine zur Vakuumimprägnierung poröser Materialien mit einem Epoxidharz.

Kalteinbettmittel bieten aufgrund der Kapillarwirkung 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.

VERBRAUCHSMATERIAL

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

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



	“Rostfreier” Stahl	Titan	Kobalt Chrom	Keramik	Polymere
Warmeinbettprozess	Epoxid Phenol Acryl Allyl	Epoxid Phenol Allyl	Epoxid Phenol Allyl	∅	∅
Kalteinbettprozess	KM-U KM-B IP / IP-FAST 2S*	KM-U KM-B IP / IP-FAST 2S*	KM-U KM-B IP / IP-FAST 2S*	KM-U KM-B IP / IP-FAST	KM-U KM-B IP / IP-FAST MA2+

Tabelle 2: Auswahl des richtigen Einbettmittels

* Geeignet für sehr große Serien

Keramiken und Verbundwerkstoffe sind spröde Materialien und empfindlich gegen Hitze und / oder Druck. Es wird daher nicht empfohlen, mit dieser Art von Material einen Heißeinbettprozess durchzuführen.

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, Mikrostrukturanalysen 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 Vorpolieren bis zum Superfinish und Polieren von Einzel- oder Serienproben an.



Abb. 7:
Le CUBE 250

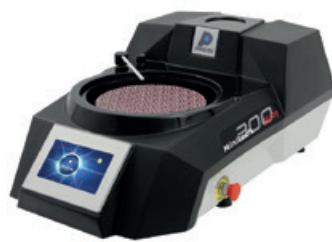


Abb. 8:
MINITECH 300 SPI



Abb. 9:
MECATECH 250 SPI

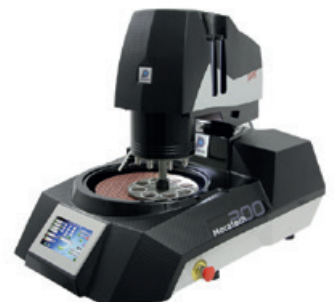


Abb. 10:
MECATECH 300 SPS

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 fließt die gesamte über 50-jährige Erfahrung von PRESI in dieses sehr umfangreiche Sortiment. Unabhängig von Probenanzahl oder -größe gewährleistet die MECATECH ein optimales Schleif- oder Polierergebnis.

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 eine plane Oberfläche der Probe (und des Einbettmittels) zu erhalten. Die unten angegebenen Parameter sind standardisiert und können daher nach Bedarf geändert werden.

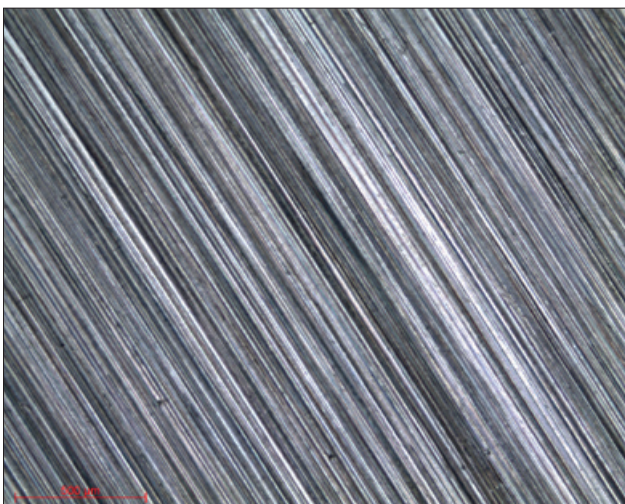
Der Probenandruck variiert je nach Probengröße, im Allgemeinen gilt jedoch Folgendes: 1 daN pro 10 mm Einbettdurchmesser für die Schleifschritte (z. B. Ø 40 mm = 4 daN), dann die Kraft bei jedem Polierschritt mit einer Schleifsuspension um 0,5 daN reduzieren.

Polierprozess	N°1	N°2	N°3	N°4
Material	Rostfreier Stahl; Kobalt-Chrom	Titan Kobalt-Chrom	Keramik	Polymere

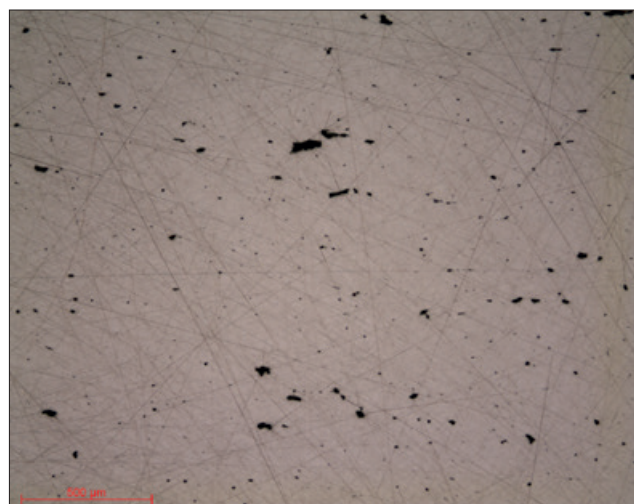
Tabelle N°3: Wahl des Polierprozesses

Polierprozess N°1

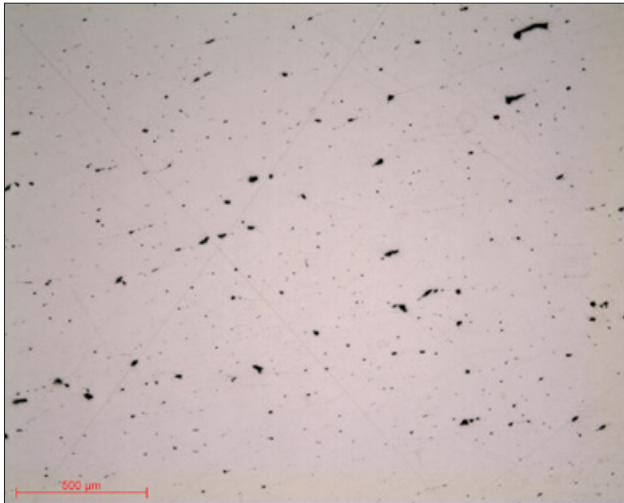
N°	Verbrauchsmaterial	Suspension / Lubrikant	Arbeitsplatte (U/min)	Kopf (U/min)	Rotationsrichtung von Arbeitsplatte / Kopf	Zeit (mm)
1	SiC P320	Ø / Wasser	300	150	→	1'
2	SiC P1200	Ø / Wasser	300	150	→	1'
3	RAM	3µm LDP / Reflex Lub	150	135	→	2'
4	NT	1µm LDP / Reflex Lub	150	135	→	1'
5	NT	Al ₂ O ₃ n°3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



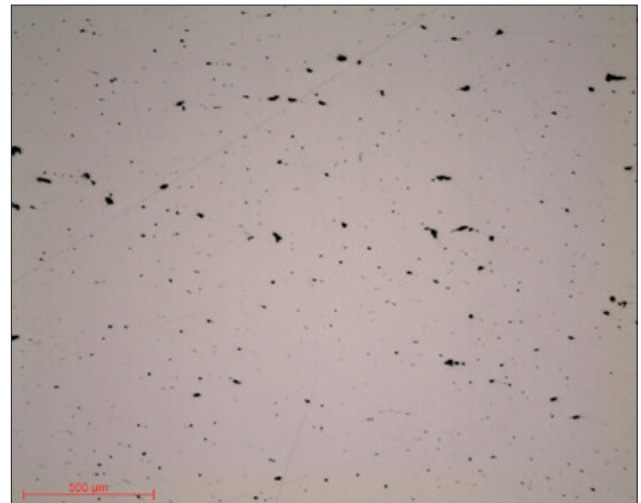
Mikroskopische Aufnahme 1:
Oberflächenzustand P320 Objektiv x5



Mikroskopische Aufnahme 2:
Oberflächenzustand TOP 9µm Objektiv x5



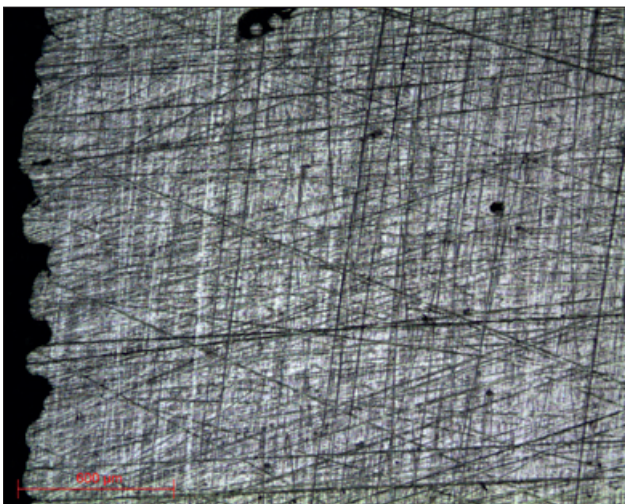
Mikroskopische Aufnahme 3:
Oberflächenzustand RAM 3µm Objektiv x5



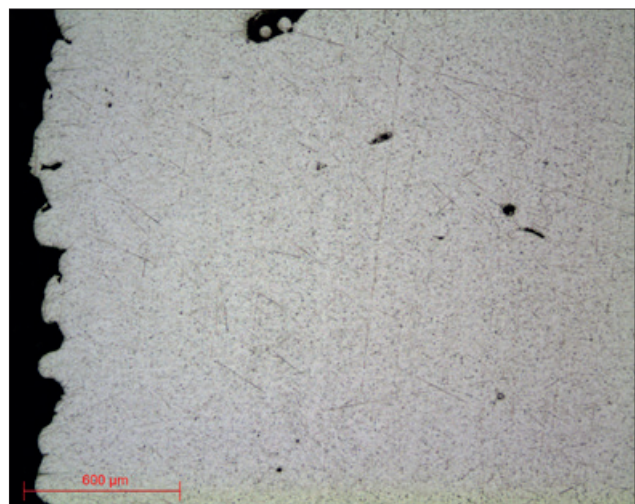
Mikroskopische Aufnahme 4:
Oberflächenzustand NT 1µm Objektiv x5

Polierprozess N°2

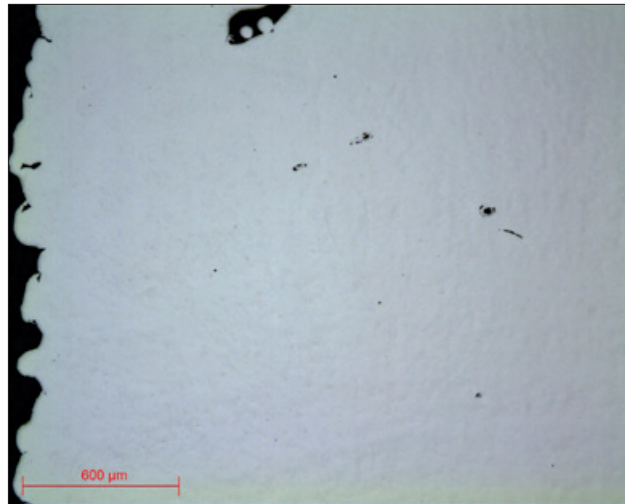
N°	Verbrauchsmaterial	Suspension / Lubrikant	Arbeitsplatte (U/min)	Kopf (U/min)	Rotationsrichtung von Arbeitsplatte / Kopf	Zeit (mm)
1	SiC P320	Ø / Wasser	300	150	→ →	1'
2	TOP	9µm LDP / Reflex Lub	150	135	→ →	5'
3	SUPRA	SPM / Wasser	150	100	← →	5'



Mikroskopische Aufnahme 5:
Oberflächenzustand P320 Objektiv x5



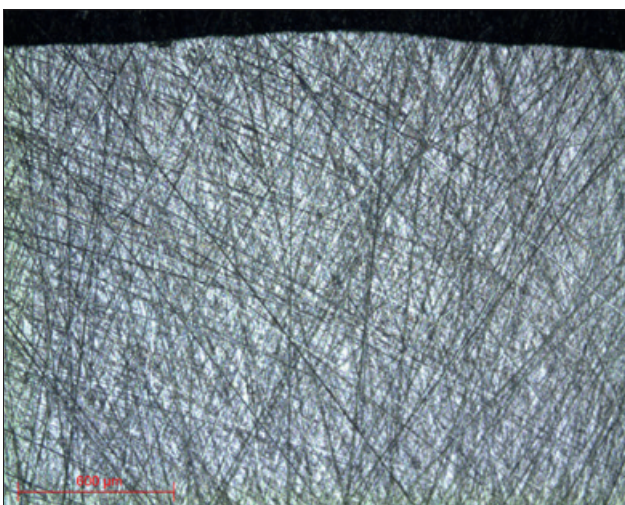
Mikroskopische Aufnahme 6:
Oberflächenzustand TOP 9µm Objektiv x5



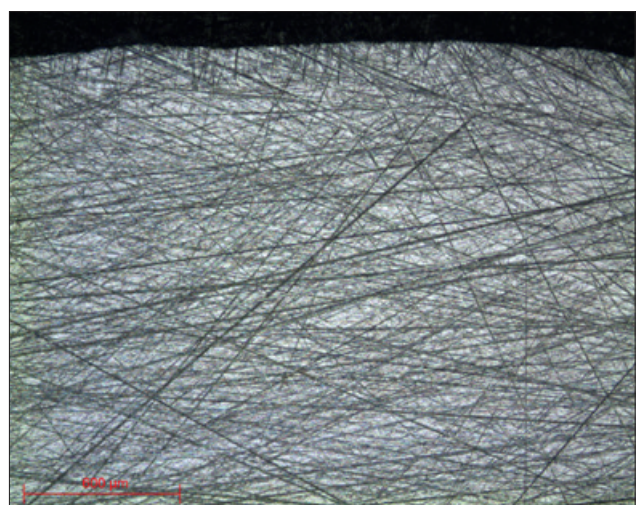
Mikroskopische Aufnahme 7:
Oberflächenzustand SUPRA SPM Objektiv x5

Polierprozess N°3

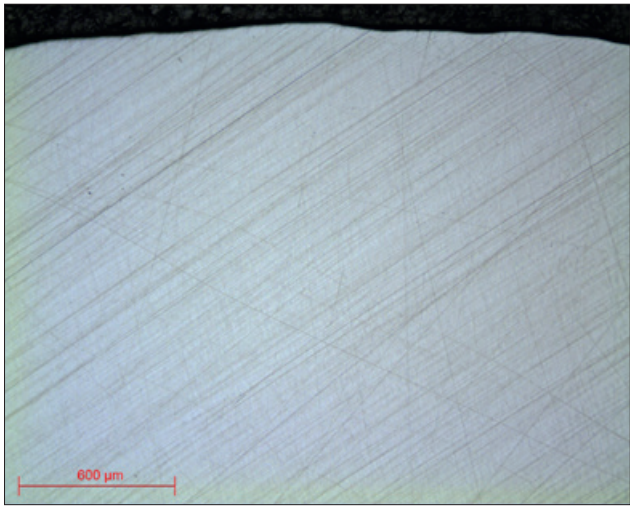
N°	Verbrauchsmaterial	Suspension / Lubrikant	Arbeitsplatte (U/min)	Kopf (U/min)	Rotationsrichtung von Arbeitsplatte / Kopf	Zeit (mm)
1	Tissediam 40µm	Ø / Wasser	300	150	→ →	2'
2	Tissediam 20µm	Ø / Wasser	300	150	→ →	2'
3	TOP	9µm LDP / Reflex Lub	150	135	→ →	5'
4	NWF+	3µm LDP / Reflex Lub	150	135	→ →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



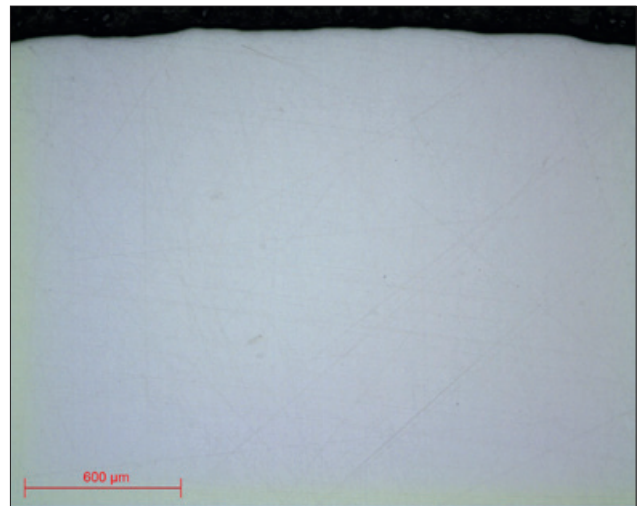
Mikroskopische Aufnahme 8:
Oberflächenzustand TISSEDIAM 40µm Objektiv x5



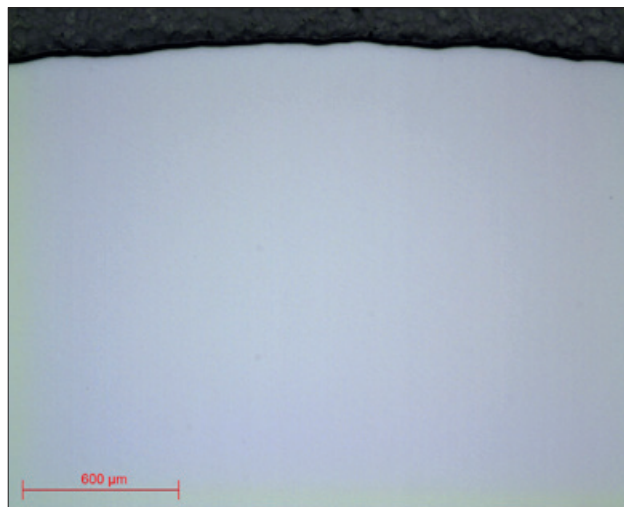
Mikroskopische Aufnahme 9:
Oberflächenzustand TISSEDIAM 20µm Objektiv x5



Mikroskopische Aufnahme 10:
Oberflächenzustand TOP 9µm Objektiv x5



Mikroskopische Aufnahme 11:
Oberflächenzustand NWF + 9µm Objektiv x5



Mikroskopische Aufnahme 12:
Oberflächenzustand SUPRA SPM Objektiv x5

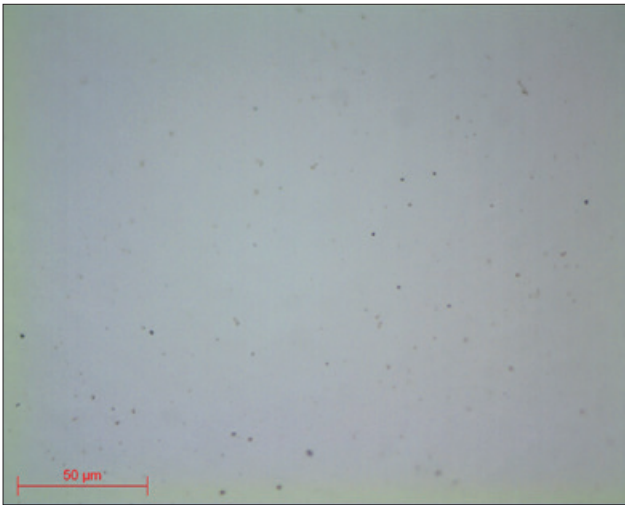
Polierprozess N°4

N°	Verbrauchsmaterial	Suspension / Lubrikant	Arbeitsplatte (U/min)	Kopf (U/min)	Rotationsrichtung von Arbeitsplatte / Kopf	Zeit (mm)
1	Sic P320	Ø / Water	300	150	→ →	1'
2	Sic P1200	Ø / Water	300	150	→ →	1'
3	STA	3µm LDP / Reflex Lub	150	135	→ →	5'
4	NT	Al ₂ O ₃ n°1 / Water	150	100	← ←	1'

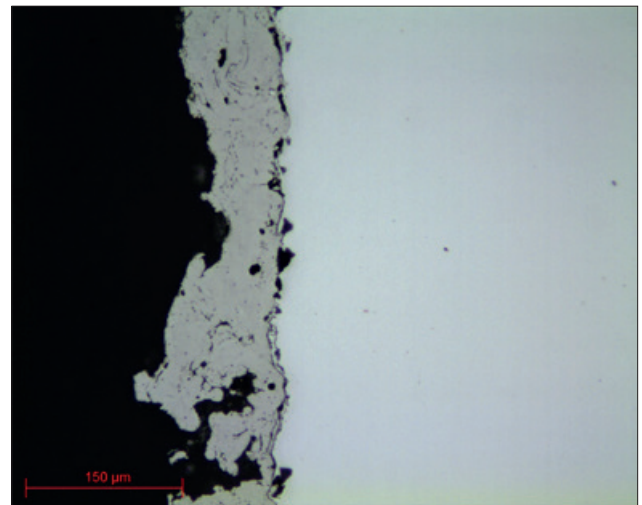
Die oben angegebenen Polierprozesse sind vollständig, müssen jedoch abhängig von den durchzuführenden metallografischen Untersuchungen nicht unbedingt vollständig durchgeführt werden. (Siehe Präparationshilfe des betreffenden Materials für weitere Informationen). Je nachdem was inspiert werden muss, ist es nicht zwingend notwendig die Polierprozesse vollständig durchzuführen (mit Ausnahme von Titanproben, für die alle Schritte des Polierprozesses durchgeführt werden müssen). Am Ende dieser Präparation können die polierten Proben ohne metallografisches Ätzen direkt inspiert werden. Andernfalls können durch metallografisches Ätzen Unterschiede im Relief und / oder in der Farbe zwischen den verschiedenen Komponenten hergestellt und somit beobachtet werden. Es wird hauptsächlich auf Metallen verwendet (siehe Lab'Notes zum betreffenden Material).

MIKROSKOPIE

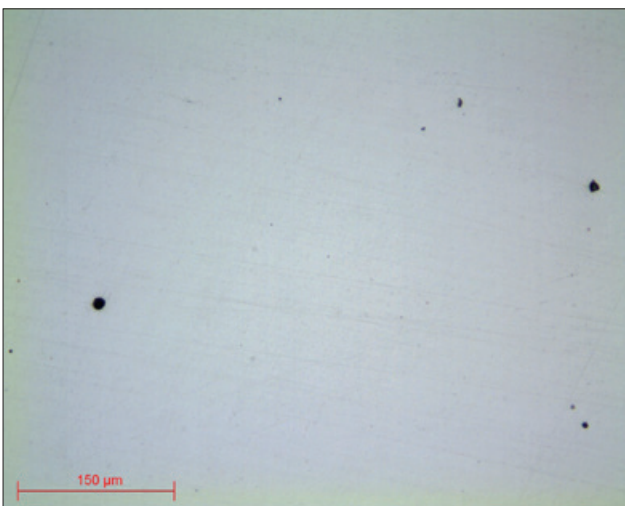
Alle vorgestellten mikroskopischen Aufnahmen wurden mit der **PRESI VIEW**-Software erstellt:



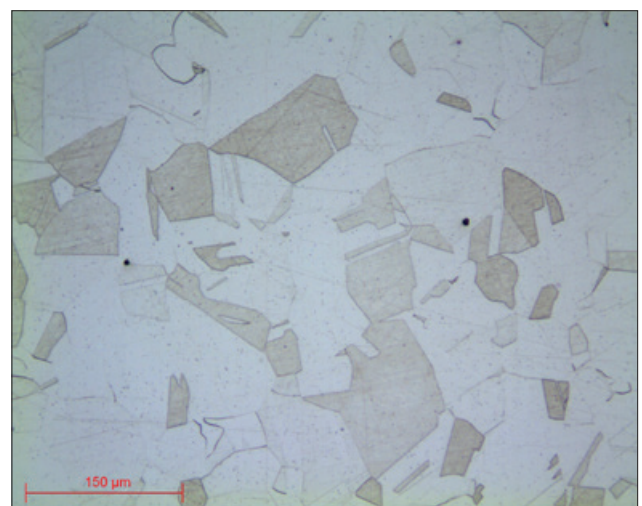
Mikroskopische Aufnahme 13:
Kobalt-Chrom - Objektiv x50



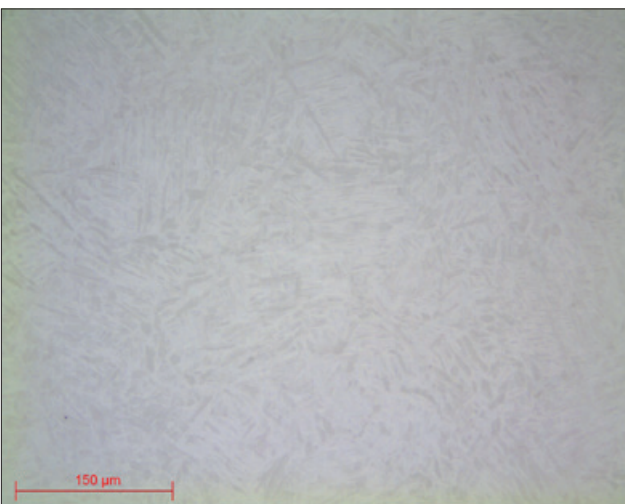
Mikroskopische Aufnahme 14: Kobalt-Chrom
mit Titanablagerung - Objektiv x20



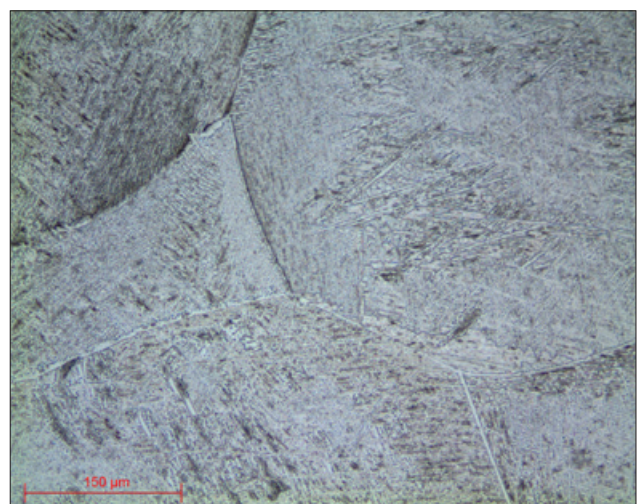
Mikroskopische Aufnahme 15:
Aus rostfreiem Stahl - Objektiv x20



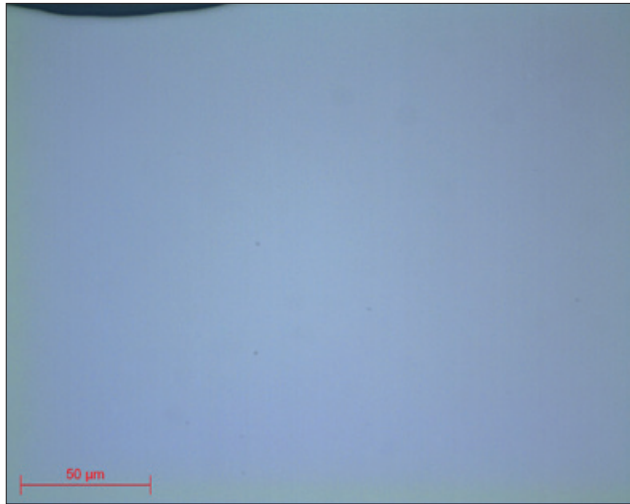
Mikroskopische Aufnahme 16: Edelstahl geätzt
mit ADLER-Reagenz - Objektiv x20



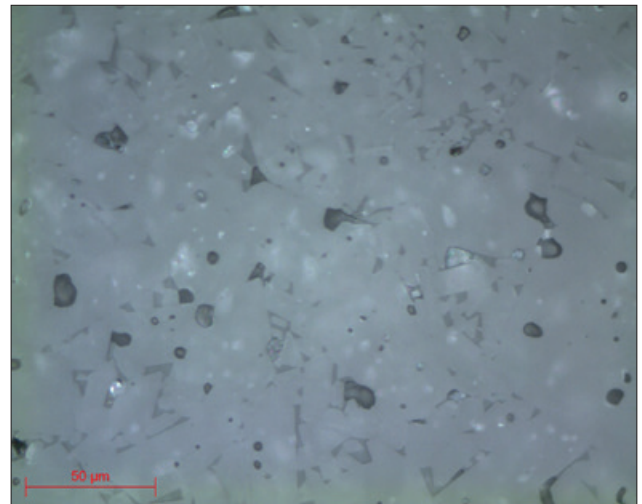
Mikroskopische Aufnahme 17: Titan - Objektiv x20



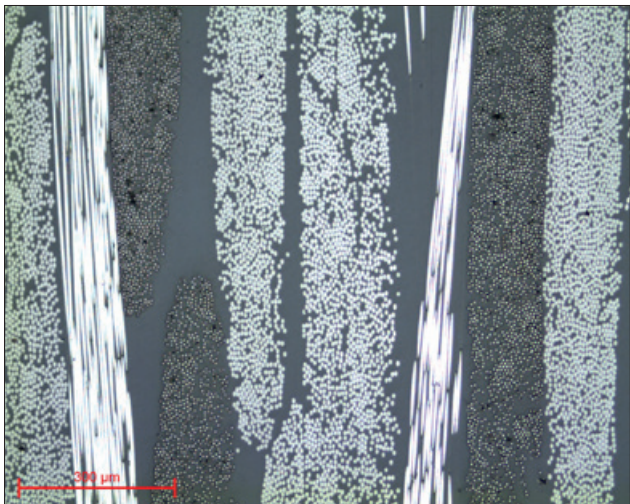
Mikroskopische Aufnahme 18: Mit KROLL-Reagenz -
Objektiv x20 - geätztes Titan



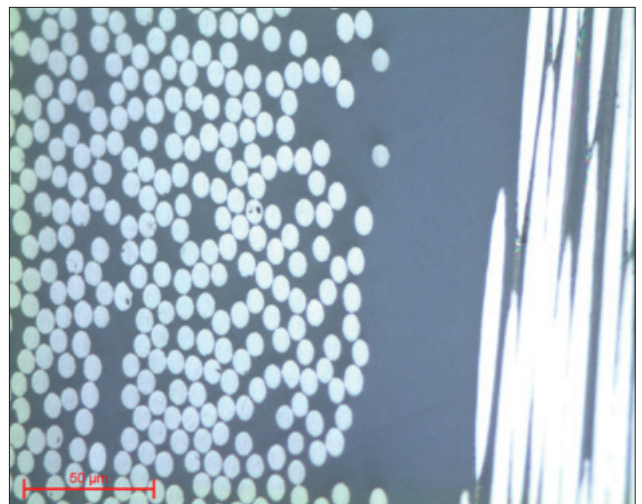
Mikroskopische Aufnahme 19: Zirkonium (ZrO_2)
Objektiv x50



Mikroskopische Aufnahme 20: Aluminiumoxid (Al_2O_3)
Objektiv x50



Mikroskopische Aufnahme 21: Verbundpolymere
Objektiv x10



Mikroskopische Aufnahme 22: Verbundpolymere
Objektiv x50

PRESI

www.presi.com

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

