

PRÄPARATIONSHILFE

3D-DRUCK

EINFÜHRUNG

Der dreidimensionale (3D) Druck bezieht sich auf alle Prozesse, die zur Erzeugung eines Produkts durch Überlagerung von Materialschichten auf der Grundlage eines dreidimensionalen digitalen Modells verwendet werden. Der Begriff "3D-Druck" wird am häufigsten im Bereich der "allgemeinen Öffentlichkeit" verwendet, während der Begriff "Additive Manufacturing (AF)" von Fachleuten am häufigsten verwendet wird, d. H. in industriellen Anwendungen.

Dieser Herstellungsprozess unterscheidet sich stark von den üblichen Techniken zur Herstellung von Teilen. Die additive Fertigung erfolgt durch Hinzufügen von Material, während die Bearbeitung durch Entfernen oder Umformen von Material erfolgt. Daher ist für den 3D-Druck kein spezielles Werkzeug erforderlich (z. B. Schneid- oder Stanzwerkzeug).

Der 3D-Druck kann in drei verschiedene Prozesse unterteilt werden. Unabhängig davon, welches Verfahren angewendet wird, ist das Prinzip immer dasselbe. Es wird zunächst ein digitales 3D-Modell des Teils entworfen und dann wird die Konstruktion in Maschinensprache (G-Code) an den Drucker übermittelt, der das Teil dann durch Hinzufügen von Materialschichten erstellt.

Diese drei Kategorien von Prozessen sind:

MATERIALABLAGERUNG

Fused Deposition Modeling (FDM) oder Fused Filament Fabrication (FFF) ist eine Technik zum schichtweisen Abscheiden eines geschmolzenen thermoplastischen Materials. Wenn sich das Material verfestigt, gibt es dem Teil die Form. Ursprünglich war das verwendete Material nur Kunststoff, aber der Fortschritt hat es dem 3D-Druck ermöglicht, Filamente in Verbundwerkstoffen auf der Basis von Metall (Kupfer und Kupferlegierung), Kohlenstofffasern oder sogar Holz herzustellen.

VERFESTIGUNG MIT LICHT

Eine **Stereolithographievorrichtung (SLA)** verfestigt ein lichtempfindliches flüssiges Polymer (das als "Photopolymer" bezeichnet werden kann) unter Verwendung eines ultravioletten Laserstrahls. SLA-Drucker bestehen aus einem Reservoir an flüssigem Photopolymer, einer perforierten Plattform, einem Ultraviolett-Emitter und einem Computer.

Bei Kontakt mit ultraviolettem Licht härtet das Polymer sofort aus, die erste Schicht wird aufgebracht, die Plattform wird abgesenkt und die Produktion der zweiten Schicht kann beginnen. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis das Teil fertig ist. Die Plattform steigt dann an die Oberfläche und zeigt das Produkt. Das Teil wird dann mit einem Lösungsmittel gespült, um überschüssiges Harz zu entfernen, und in einem Ultraviolettofen gehärtet, um die Polymerisation zu vervollständigen.

Das **Polyjet-Verfahren (Materialjet)** basiert ebenfalls auf dem Prinzip der Photopolymerisation. Das lichtempfindliche Material wird tropfenweise auf einem Träger abgeschieden und dann einem ultravioletten Strahl ausgesetzt, der das Harz sofort aushärtet. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass Teile aus mehreren Materialien und Farben gedruckt werden können.

Beim **selektiven Lasersintern (SLS)** wird ebenfalls ein Laserstrahl verwendet, diesmal jedoch ein sehr starker Laserstrahl, der die Temperatur des Materials schnell erhöhen kann. Das Prinzip besteht daher darin, zu erhitzen, um die Pulverteilchen an sehr genauen Stellen zusammensetzen und sie so zu legieren. Eine neue Schicht wird dann abgeschieden und erneut erhitzt, um mit der vorherigen zu verschmelzen. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis das fertige Teil erhalten ist. Das gebräuchlichste Material ist Polyamid (Nylon), es können jedoch auch Glaspulver oder Keramik verwendet werden.

PULVERAGGLOMERATION DURCH KLEBENG

Beim **dreidimensionalen Drucken (3DP)** werden feine Tropfen farbigen Klebers verwendet, um feine Partikel aus dünnen Schichten von Verbundwerkstoffen zusammensetzen, die auf einer Plattform verteilt sind. Diese Plattform wird abgesenkt, wenn die Schichten hergestellt werden, bis das endgültige Teil erhalten ist.

Die oben genannten Verfahren werden hauptsächlich für den Druck von Polymerteilen angepasst und entwickelt. Dennoch hat die additive Metallherstellung in den letzten Jahren an Dynamik gewonnen und zahlreiche technologische Entwicklungen durchlaufen. Diese Fortschritte ermöglichen immer innovativere Herstellungsverfahren und erzeugen eine größere Auswahl an verwendbaren Materialien. Unter den additiven Metallherstellungsverfahren finden wir hauptsächlich:

Direktes Metalllasersintern (DMLS), Teil der 3D-Druckfamilie "Pulverbettfusion". Dieses Verfahren basiert auf dem gleichen Prinzip wie das SLS-Verfahren, d. H. Das präzise Erhitzen mittels eines Laserstrahls, um Metallpulverteilchen zu sintern oder zu verschmelzen und so das endgültige Teil Schicht für Schicht zu erzeugen.

Direct Laser Additive Construction (DLAC): Technologie zur Abscheidung konzentrierter Energiermaterialien. Es besteht darin, Material in Form von Metallpulver oder -draht durch die Druckerdüse zuzuführen und es sofort am Auslass mit einer starken Wärmequelle zu schmelzen: in diesem Fall einem Laserstrahl (es gibt andere Technologien, für die die Erwärmung durch einen Elektronenstrahl erfolgt - EBM - oder Plasma). Dieses Verfahren ermöglicht im Gegensatz zum Pulverbettenschmelzverfahren das direkte Drucken von Teilen.

Kaltes Sprühen: Ziel ist es, ein Teil durch Kaltmetallisierung zu beschichten. Die Metallpulverpartikel werden in einem Gas (Stickstoff oder Helium) unter Druck (ca. 50 bar) mit sehr hoher Geschwindigkeit (bis zu 1200 m / s) auf das Substrat gesprüht. Beim Aufprall gewährleistet die Partikelverformung die Qualität der Ablagerung.

Stratoconception ist ein hybrides 3D-Druckverfahren, bei dem das zu produzierende Teil in mehrere Schichten aufgeteilt wird. Jede der Schichten wird durch irgendeine Form des Schneidens (Fräsen, Laserschneiden, Drahtsägen usw.) erzeugt, die dann unter Verwendung von Einsätzen, Brücken oder anderen Verschachtelungselementen positioniert werden, um zusammengesetzt zu werden und so das endgültige Teil wiederherzustellen.

=> Verschiedene andere Technologien wurden von einigen Herstellern direkt entwickelt. Alle diese Entwicklungen unterscheiden die bereits erwähnten Prozesskategorien weiter.

Die meisten Metalle können in der additiven Fertigung verwendet werden. Am weitesten verbreitet sind Aluminium (oft in Form einer Legierung) wegen seiner Leichtigkeit und Stahl wegen seiner mechanischen Eigenschaften. Titan, Kobalt-Chrom, Gallium, Superlegierungen (Inconel-Typ) und Edelmetalle (Gold, Platin und Silber) sind in dieser Industrie ebenfalls weit verbreitet.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass Metallpulver teuer sind, so dass der 3D-Druck bei der Herstellung sehr großer Teile nicht verwendet wird.

Das Gebiet des 3D-Drucks entwickelt sich rasant weiter. Es bietet große Vorteile, weist aber auch einige Einschränkungen auf. Die Vorteile umfassen:

- Die Fähigkeit, Teile mit **komplexen Geometrien** herzustellen, ohne die Kosten zu erhöhen. Der Herstellungsprozess, bei dem Schichten hinzugefügt werden, ermöglicht es, präzise Teilegeometrien einfacher als bei der "herkömmlichen" Herstellung zu erzielen, manchmal sogar zu geringeren Kosten, da weniger Material verwendet wird.

- Zum Erstellen eines Produkts **sind keine speziellen Werkzeuge** erforderlich (im Gegensatz zu den Werkzeugvorrichtungen oder Formen, die bei der Herstellung von Formen verwendet werden). Die Kosten für ein 3D-gedrucktes Teil hängen ausschließlich von der Menge des verwendeten Materials, der zur Herstellung erforderlichen Zeit und den nachfolgenden Verarbeitungsvorgängen ab.

- Die einfache Erstellung **kundenspezifischer Teile**. Da die Startkosten niedrig sind, kann jede Produktion einfach durch Modifizieren des digitalen 3D-Modells personalisiert werden.

- **Rapid Prototyping zu geringen Kosten**. Die Schnelligkeit der Teilefertigung beschleunigt den "Konstruktionszyklus" (Konstruktion, Prüfung, Verbesserung, Modifikation usw.) erheblich.

- Die **große Auswahl an verwendbaren Materialien**. Obwohl die am häufigsten verwendeten Materialien Kunststoffe sind, finden Metalle und Verbundwerkstoffe immer mehr industrielle Anwendungen, um immer spezifischeren Anforderungen gerecht zu werden.

Der 3D-Druck in der Fertigung weist jedoch einige Einschränkungen auf :

- Bei den meisten 3D-Druckprozessen sind die physikalischen Eigenschaften der Produkte nicht so gut wie die der verwendeten Materialien.

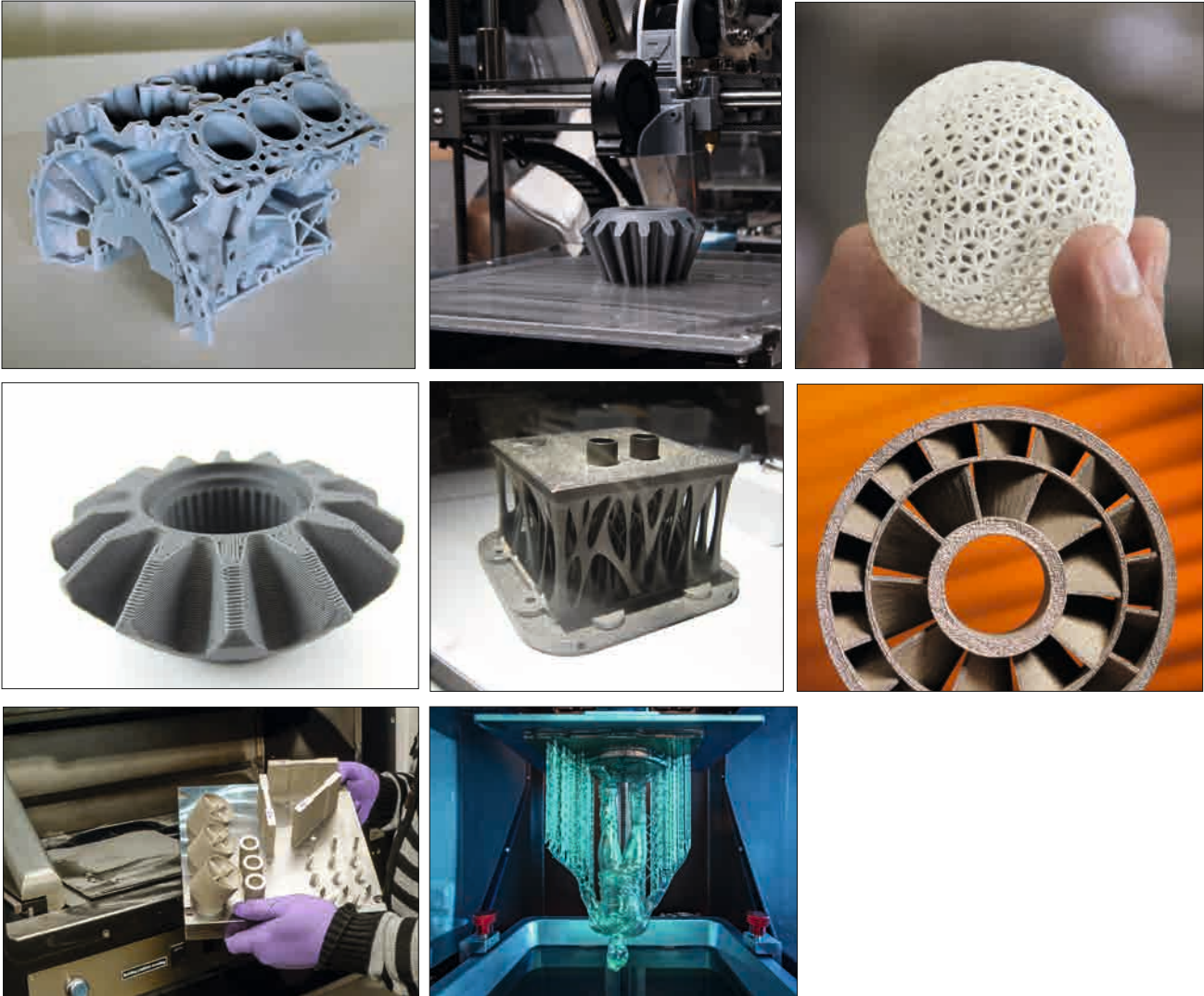
Das selektive Metallschmelzen durch Laserprozesse (DMLS) führt jedoch in einigen Fällen zu Teilen mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften.

- Die additive Fertigung ist durch die Anzahl der Massenprodukte begrenzt. Es kann nicht mit anderen Prozessen für sehr große Produktionsläufe konkurrieren.

- Die Toleranz und Präzision von Teilen sind begrenzt. Sie variieren je nach Druckprozess, aber die Teile erfordern häufig Endbearbeitungsvorgänge, um Eigenschaften, Toleranzen und Oberflächen zu optimieren. 3D-gedruckte Teile sind selten einsatzbereit, wenn sie vom „Drucker“ kommen. Die erforderlichen Endbearbeitungsvorgänge sind normalerweise das Entfernen des Substrats (d. H. Alle gedruckten Strukturen, um das Teil zu verankern und / oder das Ungleichgewicht während des Druckens auszugleichen), Schleifen, Polieren, Lackieren usw.

=> Der 3D-Druck wird daher in vielen Industriebereichen eingesetzt. Es findet Anwendung in vielen Tätigkeitsbereichen wie: Automobilindustrie (Titan-Bremssattel), Luftfahrt (Aufhellung von Bauwerken), Marinefliegerei (Schiffspropeller), Energie (Gasturbinenschaufeln), Medizin (Titanimplantate), Luft- und Raumfahrt (Teleskopaluminiumspiegel, Satellitenantennenunterstützung, Raketentriebwerk-Turbopumpe), Metallkonstruktion (Stahlbrücke), Uhrmacherei, Schmuck- oder Goldschmiedehandwerk usw.

Es ist die additive Metallherstellung, die am häufigsten eine metallografische Untersuchung erfordert.



METALLOGRAPHISCHE PRÄPARATION

Im Allgemeinen werden abhängig von der Drucktechnologie, dem Prozess, der Entwicklung, den Transformationsvorgängen und den verschiedenen Endbearbeitungsbehandlungen die Eigenschaften und Mikrostrukturen der im Teil enthaltenen Materialien beeinflusst.

All diese Einflüsse führen zu metallografischen Qualitätskontrollen wie: Untersuchung von Porositäten, Dimensionierung, Strukturen und Mikrostrukturen, Suche nach Heterogenitäten, Suche nach und Untersuchung von Einschlüssen und / oder Verunreinigungen, Härteprüfungen, Korngrößenkontrollen usw.

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. 1: MECATOME T210



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.

Die Wahl der Trennscheibe hängt von den Materialeigenschaften und insbesondere von seiner Härte ab. Es ist daher erforderlich, die Verbrauchsmaterialien an die Zusammensetzung des zu trennenden Materials anzupassen (weitere Informationen finden Sie in den Lab'Notes, die dem Material entsprechen). Verbrauchsmaterialien werden nach dem Hauptmaterial (Polymer, Leichtmetall oder Keramik) ausgewählt.



	Polymermaterialien	Metallische Werkstoffe		Keramische Materialien
		Nicht-Eisen	Eisen	
Präzisionstrennen	UTW S Ø180 MNF LM+ LR	UTW S Ø180 mm MNF	UTW S Ø180 A CBN	LM / LM+ LR
Trennen mittelgroßer Proben	MNF LM+ LR	T MNF F	A AO S CBN	LM / LM+ LR
Trennen großer Proben	MNF LM+ LR	T MNF	A AO S CBN	LM / LM+ LR

Tabelle 1: Auswahl der richtigen Trennscheibe

=> Die Wahl der Trennscheibe ist entscheidend, um einen Schmiereffekt, einen übermäßigen Verschleiß der Trennscheibe oder sogar einen Bruch 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 Schneidgrate sind zu entfernen. Eine Reinigung mit Ethanol (in einem Ultraschallbad für noch mehr Effizienz) 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: Sie ist 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:



Abbildung 5: Druckmontagevorrichtung

PLUSPUNKT

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



Abbildung 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.

VERBRAUCHSMATERIAL

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.



	Polymermaterialien	Metallische Werkstoffe	Keramische Materialien
Warmeinbettprozess	∅	Hot epoxy Phenolic Allylic	∅
Kalteinbettprozess	KM-U KM-B IP / IP-FAST MA2+	KM-U KM-B IP / IP-FAST 2S*	KM-U KM-B IP / IP-FAST

Tabelle 2: Auswahl des richtigen Einbettmittels

* Geeignet für sehr große Serien

Keramik- und Polymermaterialien sind spröde und empfindlich gegen Hitze und / oder Druck. Es wird daher nicht empfohlen, mit dieser Art von Material einen Warmeinbettprozess 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, 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 Vorpolieren bis zum Superfinish und Polieren von Einzel- oder Serienproben.



Abb. 7:
CUBE 250

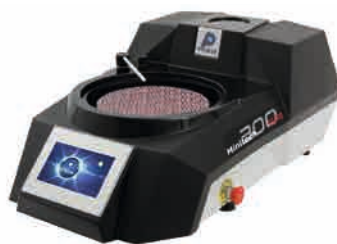


Abb. 8:
MINITECH 300 SPI



Abb. 9:
MECATECH 250 SPI

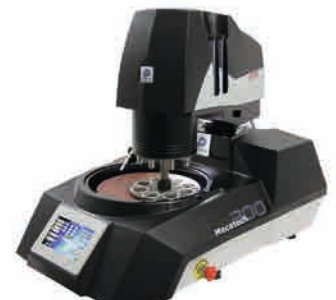


Abb. 10:
MECATECH 300 SPS

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 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 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.

Bereich	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
Material	Polymermaterialien	Stahl und Hartmetalle	Weiche Metalle	Titan	Keramische Materialien

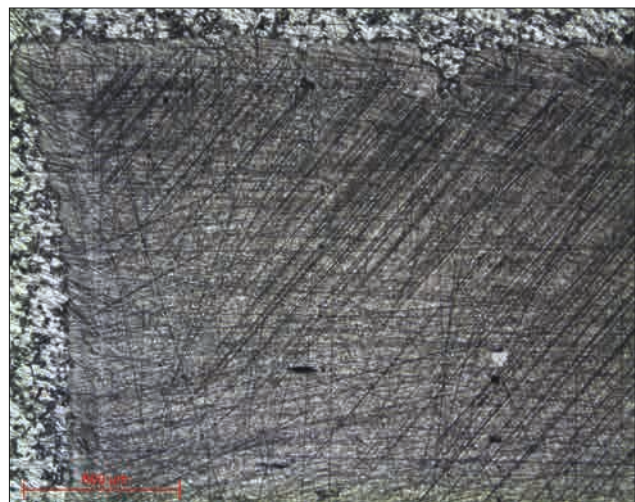
Tabelle Nr. 3: Wahl des Polierprozesses

Polierprozess N°1

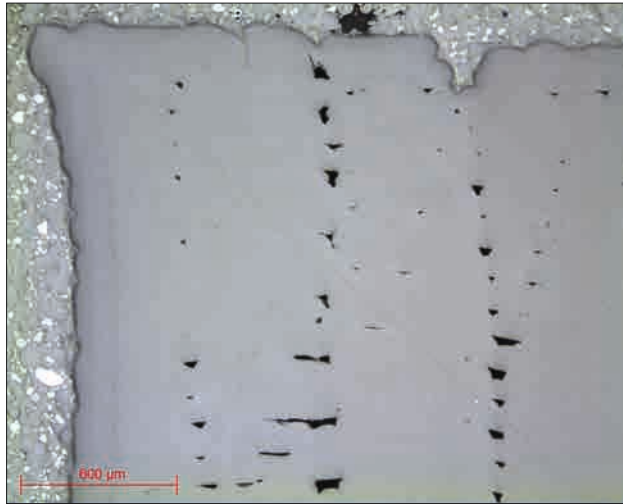
N°	Verbrauchsmaterial	Suspension / Lubrikant	Arbeitsplatte (U/min)	Kopf (U/min)	Rotationsrichtung von Arbeitsplatte / Kopf	Zeit (mm)
1	SiC P600	Ø / Wasser	300	150	→ →	1'
2	TOP	9µm LDP / Reflex Lub	150	135	→ →	4'
3	STA	3µm LDP / Reflex Lub	150	135	→ →	3'
4	NT	Al ₂ O ₃ n°1 / Wasser	150	100	→ ←	1'



Mikroskopische Aufnahme 1: PLA - Oberflächenzustand TOP 9µm Objektiv x5



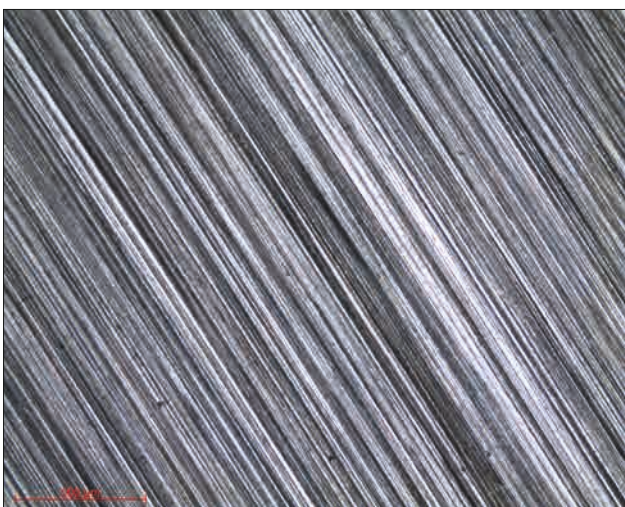
Mikroskopische Aufnahme 2: PLA - Oberflächenzustand STA 3µm Linse x5



Mikroskopische Aufnahme 3: PLA -
Oberflächenzustand NT Al₂O₃ Nr. 1 Linse 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	300	150	→ →	4'
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'



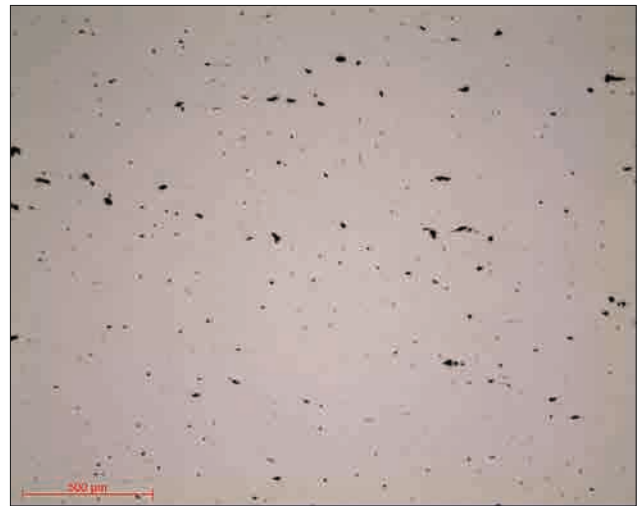
Mikroskopische Aufnahme 4: Legierung
von Kobalt-Chrom - Oberflächenzustand P320
Objektiv x5



Mikroskopische Aufnahme 5: Legierung
von Kobalt-Chrom - Oberflächenzustand TOP 9µm
Objektiv x5



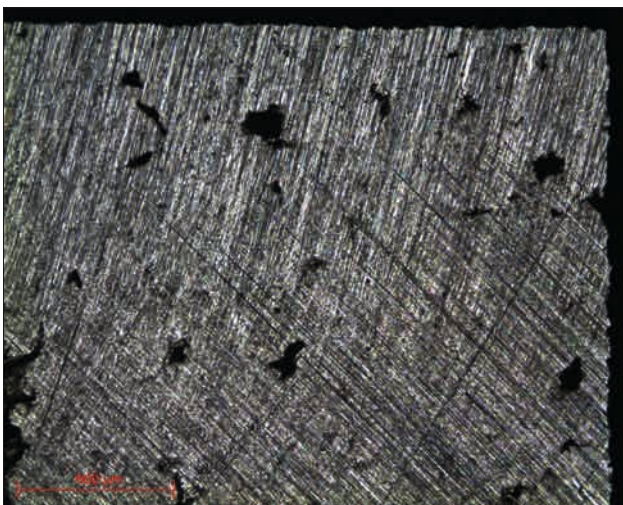
Mikroskopische Aufnahme 6: Legierung von Kobalt-Chrom
- Oberflächenzustand RAM 3µm Objektiv x5



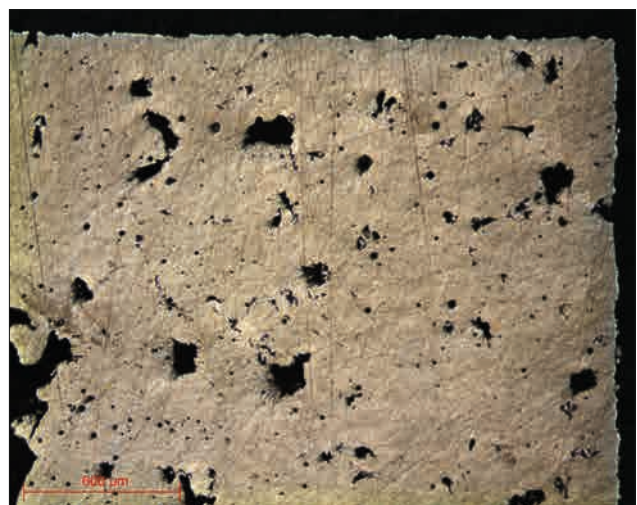
Mikroskopische Aufnahme 7: Legierung von
Kobalt-Chrom - Oberflächenzustand NT 1µm Linse x5

Polierprozess N°3

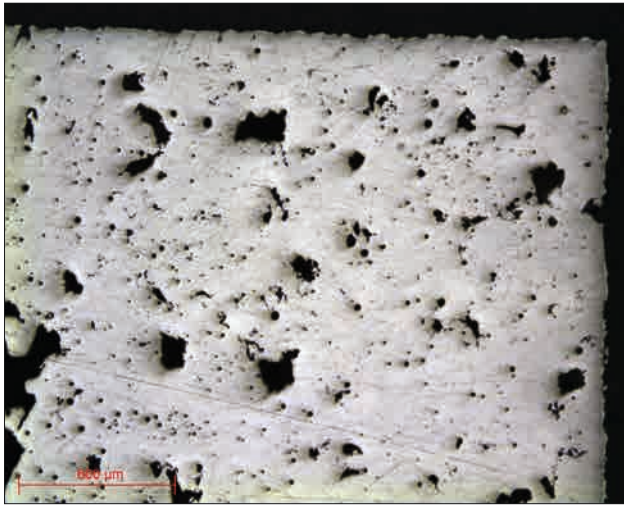
N°	Verbrauchsmaterial	Suspension / Lubrikant	Arbeitsplatte (U/min)	Kopf (U/min)	Rotationsrichtung von Arbeitsplatte / Kopf	Zeit (mm)
1	SiC P320	Ø / Wasser	300	150	→ →	1'
2	SiC P120	Ø / Wasser	300	150	→ →	1'
3	RAM	3µm LDM / Reflex Lub	150	135	→ →	3'
4	NT	1µm LDM / Reflex Lub	150	135	→ →	1'
5	SUPRA	SPM / Wasser	150	100	← →	1'



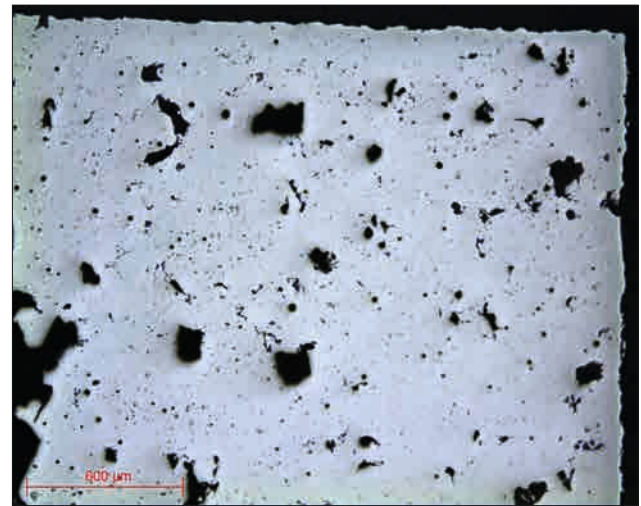
Mikroskopische Aufnahme 8: Aluminiumlegierung -
Oberflächenzustand P1200 Objektiv x5



Mikrophotographie 9: Aluminiumlegierung -
Oberflächenzustand RAM 3µm Objektiv x5



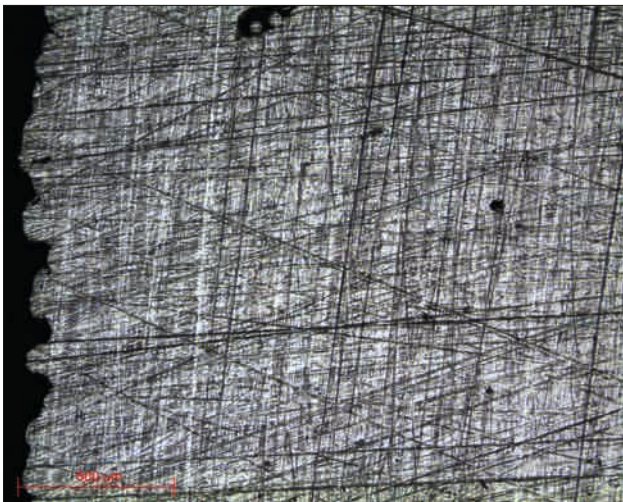
Mikroskopische Aufnahme 10: Aluminiumlegierung -
Oberflächenzustand NT 1µm Linse x5



Mikroskopische Aufnahme 11: Aluminiumlegierung -
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 / Wasser	300	150	→ →	1'
2	TOP	9µm LDP / Reflex Lub	150	135	→ →	5'
3	SUPRA	SPM / Wasser	150	100	← →	5'



Mikroskopische Aufnahme 12: Titanlegierung -
Oberflächenzustand P320 Objektiv x5



Mikroskopische Aufnahme 13: Titanlegierung -
Oberflächenzustand TOP 9µm Objektiv x5



Mikroskopische Aufnahme 14: Titanlegierung -
Oberflächenzustand SUPRA SPM Objektiv x5

Polierprozess N°5

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'

Alle oben aufgeführten Polierprozesse sind Standard- und vielseitige Polierverfahren, die gemäß den Eigenschaften der Proben geändert werden können. (Siehe Lab'Notes des betreffenden Materials für weitere Informationen).

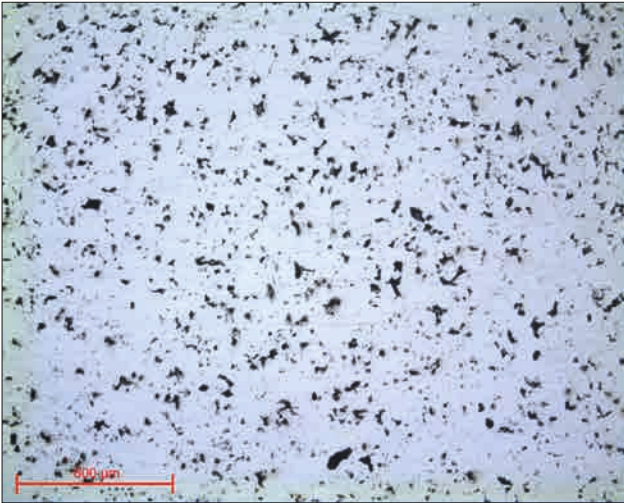
Darüber hinaus sind sie nicht unbedingt vollständig durchzuführen; Untersuchungen definieren den Bedarf (mit Ausnahme von Titanproben, für die alle Schritte des Polierprozesses durchgeführt werden müssen).

Am Ende dieser Vorbereitungsphase können die polierten Proben ohne metallographisches Ätzen direkt untersucht 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 Präparationshilfe zum betreffenden Material).

MIKROSKOPIE

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



Mikroskopische Aufnahme 15: Auf 3µm polierter Sinterstahl zur Prüfung der Härte der Linse x5



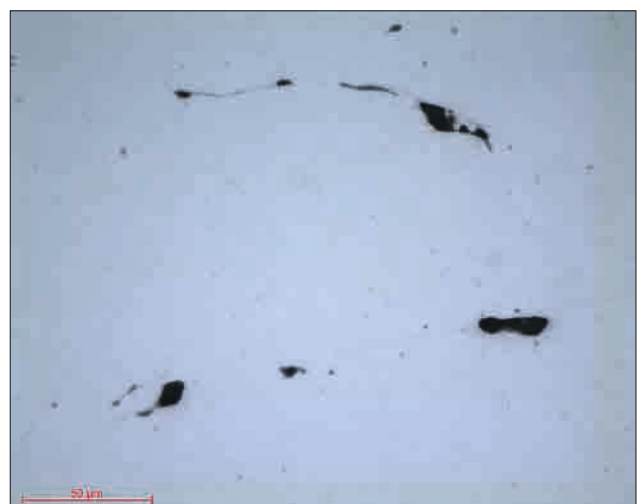
Mikrophotographie 16: Polierter Edelstahl im 1µm-Objektiv x50-Zustand



Mikroskopische Aufnahmen 17 und 18: Titanlegierungen, poliert im Zustand SPM-Linse x20 und x50



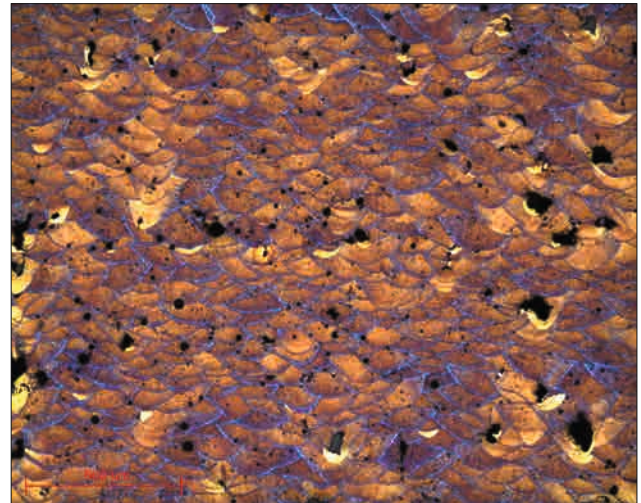
Mikroskopische Aufnahme 19: Inconel poliert in Al₂O₃-Zustand Nr. 3 Linse x20



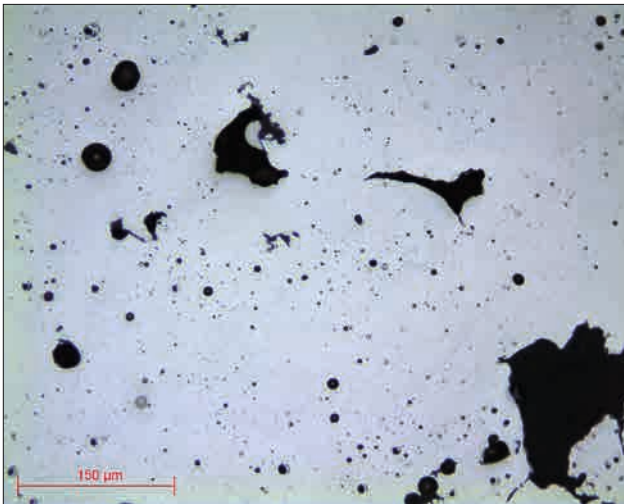
Mikroskopische Aufnahme 20: Kobalt-Chrom-Legierung, poliert im Zustand 1 µm Linse x50



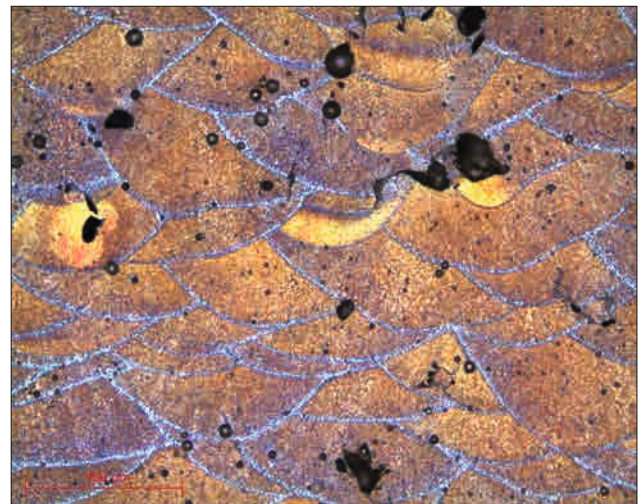
Mikroskopische Aufnahme 21: Polierte Aluminiumlegierung im Zustand SPM-Linse x5



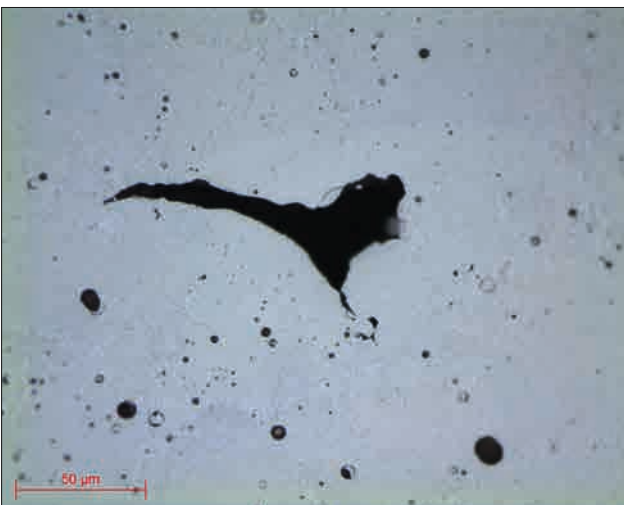
Mikroskopische Aufnahme 22: Polierte Aluminiumlegierung im SPM-Zustand und geätzt mit Keller Linse x5 Reagenz



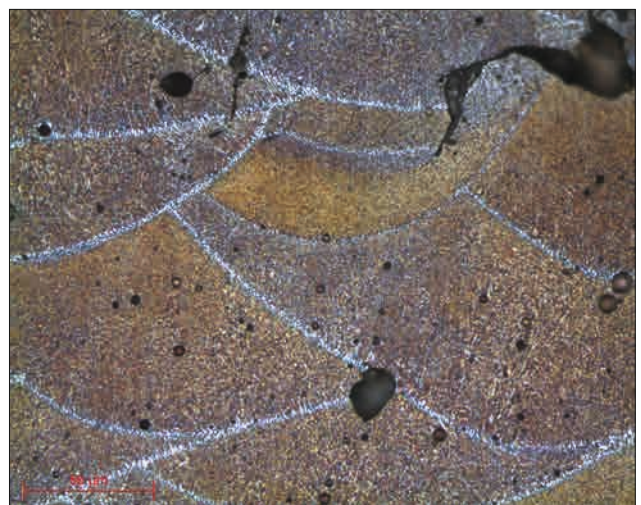
Mikroskopische Aufnahme 23: Polierte Aluminiumlegierung im Zustand der SPM-Linse x20



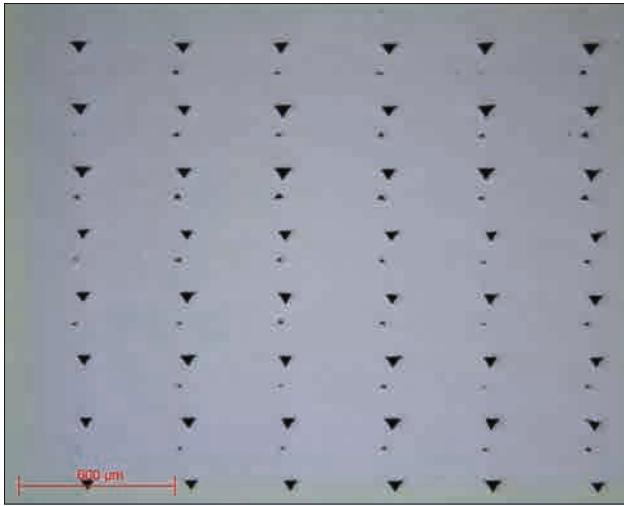
Mikroskopische Aufnahme 24: Polierte Aluminiumlegierung im SPM-Zustand und geätzt mit Keller Lens x20 Reagenz



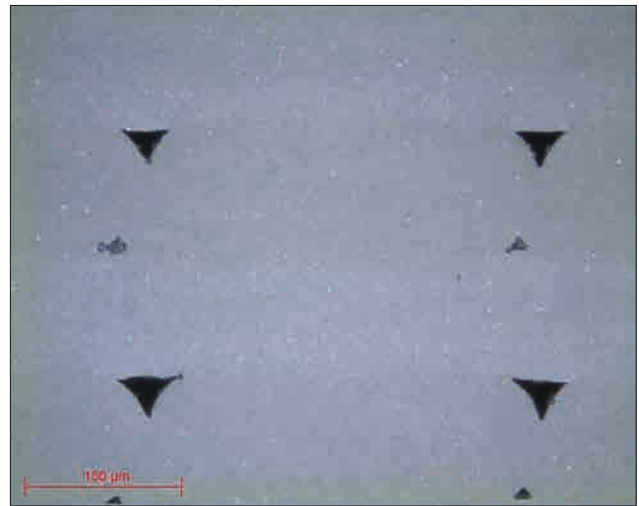
Mikroskopische Aufnahme 25: Polierte Aluminiumlegierung im Zustand SPM-Linse x50



Mikroskopische Aufnahme 26: Polierte Aluminiumlegierung im SPM-Zustand und geätzt mit Keller Lens x20 Reagenz



Mikroskopische Aufnahme 27: PLA-Polymer poliert
in Al_2O_3 -Zustand Nr. 1 Linse x5



Mikroskopische Aufnahme 28: Poliertes PLA-Polymer
in Al_2O_3 -Zustand Nr. 1 Linse x20



PRESI

www.presi.com

Tel.: +33 (0)4 76 72 00 21 | Email: presi@presi.com

