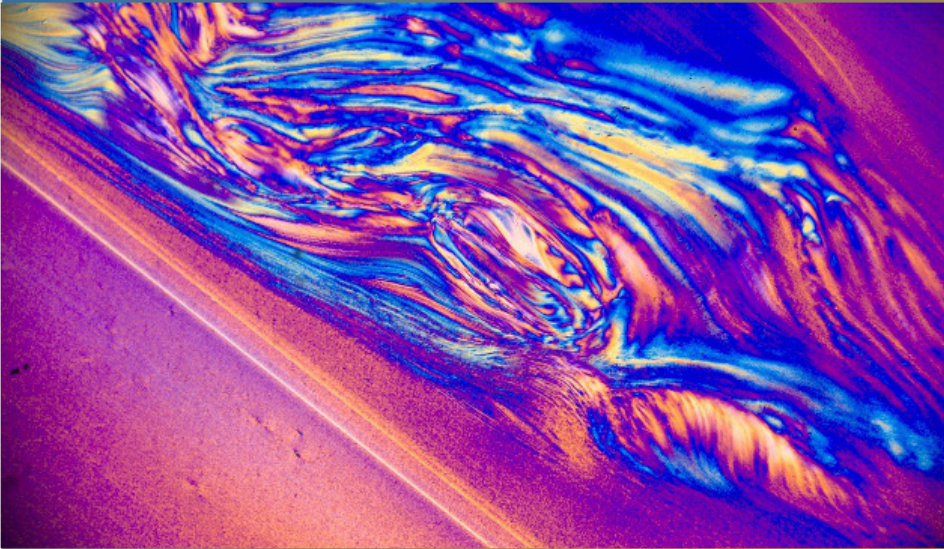


Präparation und Mikroskopie für nichtmetallische Werkstoffe und Verbunde

- Ein Praxisbuch -



Martin Kern

ISBN 978-3-00-063084-2

Es ist so weit, mein sechstes Buch ist endlich fertig!

Es ist das Aufwendigste, aber auch das Beste was mir gelungen ist – wie ich finde. Über 30 Jahre Erfahrungen stecken in diesem Werk. Diese Erfahrungen haben sich mit unseren Kunden und Kundinnen, Industriepartnern und vielen Arbeiten im Labor herausgebildet. Das Thema der nichtmetallischen Werkstoffe, vor allem der Kunststoffe und Verbunde hat sich dynamisch entwickelt. Auch die Anforderungen in der Qualitätssicherung, Schadensanalyse oder Produktentwicklung haben sich in den letzten Jahrzehnten gewandelt. Die Mikroskopie, Digitalfotografie und dafür notwendige Präparationen sind für diese Fragen noch nicht ausgereizt. Ich möchte mit diesem Werk einen Beitrag hierfür leisten.

Wie bei mir gewohnt, steht die Praxis im Vordergrund. Mit Anleitungen, Beispielen, Tipps und Tricks ist für unerfahrene oder geschulte Anwender und Anwenderinnen alles dabei.

Und falls etwas fehlt, nicht verständlich ist oder vertieft werden soll – Sie wissen wie Sie mich finden.

Viel Spaß!

A handwritten signature in black ink, reading "Martin Klein". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen für die Präparation nichtmetallischer Werkstoffe

- Einleitung
- Probenentnahme
- Probeneinbettung
- Probentrennung
- Schleifen
 - Planschleifen
 - Feinschleifen
- Polieren
 - Vorpolieren
 - Endpolieren
- Ätzmethoden
 - Kunststoff Ätzung
- Präparation spezieller Werkstoffe
 - Keramische Werkstoffe
 - Mineralische Werkstoffe (Gesteine)
 - Lösliche Werkstoffe
 - Biologische Werkstoffe

Präparationsrezept Cfk, manuell					
Probeneinbettung	Epoxydharz, alternativ lichthärtendes Einbettmedium				
Probentrennung	SiC Trennblatt, Rotation 2500 bis 3000 U/Min Vorschub 0,020 - 0,030 mm/sec.				
Arbeitsgang	Stufe	Körnung	Träger	U/min	
Planschleif	Stufe 1	533	SiC	150°	
Planschleif	Stufe 2	600	SiC	150°	
Feinschleif	Stufe 3	1200	SiC	150°	
Feinschleif	Stufe 4	2500	SiC	150°	
*Nach jeder Schleifstufe Probe reinigen und dann um 90° drehen.					
*Wir haben mit reduzierter Umdrehungsgeschwindigkeit gute Erfahrungen gemacht.					
Arbeitsgang	Stufe	Polierzeit	Polierpaste	Suspension	Körnung
Vorpolitur	Stufe 1	3 - 4 Minuten	Mittelhartes Kunststoffschatz	polykristalline/ monokristalline Diamantsuspension + Schleifmittel	1µm
Vorpolitur	Stufe 2	3 - 4 Minuten	Mittelhartes Kunststoffschatz	polykristalline/ monokristalline Diamantsuspension + Schleifmittel	1µm
Endpolitur	Stufe 3	90 Sekunden	weiches Seidentack	Aluminiumoxid mit Wasser Schleifmittel	0,06
	Stufe 4	ca 30 sec.	weiches Seidentack	Unter fließendem Wasser	
Nach jeder Polierstufe Probe reinigen und dann um 90° zur vorherigen Drehrichtung bearbeiten. Die Proben wurden mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 150 U/min bearbeitet.					

Abb. 3.24 Anschliffrezept Cfk

Abb. 3.27 Kunststoff - Ätzung

Anschliffätzung			
Werkstoffe	Ätzmedium	Ätzdauer	Ätzergebnis
PPA, PB, PB, PA, POM	65% ige Salpetersäure	30 Sekunden	Das Gefüge der Werkstoffe wurde gut sichtbar gemacht.
ABS, PP	Xylol	15 Sekunden	Guter Ätzangriff, PP wurde eher angequollen.
PA	80ml dest. Wasser + 30ml 25% iger Salzsäure	20 Minuten	Es wurde ein leichter Ätzangriff dokumentiert, das Konzentrat der Salzsäure könnte eine schnellere und stärkere Ätzung erreichen
PMMA, PC, ABS	Aceton	3- 5 Sekunden	Die Proben wurden angequollen. Aceton ist für die Werkstoffe ungeeignet.
PP, PB, PA, PP, POM	Aceton	30 Sekunden - 1 Minute	Kein Ätzangriff

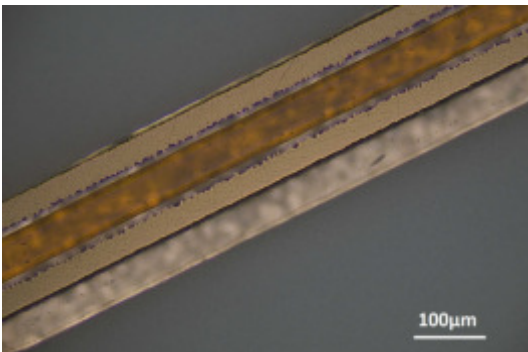


Abb. 3.26 Metall- (Messing) Kunststoffolie, polierter Dünnschliff im Auf- und Durchlicht
Polarisationskontrast. Leichte Schleifkratzer in Metallfolien.

Inhaltsverzeichnis

Dünnschlifftechnik

Arbeitsanleitung zur manuellen Herstellung von

Dünnschliffen

Notwendige Arbeitsmaterialien

Anleitung

Automatische Dünnschliffherstellung



Abb. 4.9 Arbeitsablauf zur Herstellung eines manuellen Dünnschliffes

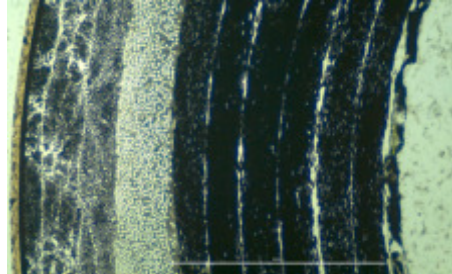


Abb. 4.33 Glasfaser-Graphitfaser-Kunststoff Verbund (Golfschläger), Manueller Dünnschliff mit 30µm, Schliffdicke, im Durchlicht Hellfeld



Abb. 4.12 Universeller Probenhalter für Trennmaschinen bekannter Hersteller. Firma MicroKern

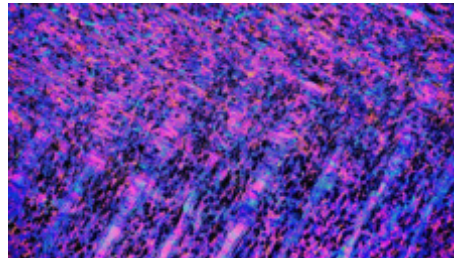


Abb. 4.40 Dünnschliff POM, absolute Schliffdicke 15µm; additiv gefertigt; Lufteinschlüsse und Strukturdefizite erkennbar; Homogenität (gerichtete optische Ausrichtung) hingegen minimal; Durchlicht Polarisation, Lambda; Objektiv 10x/0.3

Inhaltsverzeichnis

Dünnschnitttechnik - Mikrotomie

Schneidbare Werkstoffe

Das Funktionsprinzip

Probengröße

Mikrotomtypen

Rotationsmikrotomie

Kryostate

Schlittenmikrotome

Großschnittmikrotome

Probenvorbereitung

Mikrotommesser

Probenhalter

Messer- / Klingenhalter

Präparationsablauf – Dünnschnitt

Schnittabnahme

Schnittabnahme Kryotechnik

Präparationsablauf – Anschnitt

Zielpräparation

Präparationsartefakte

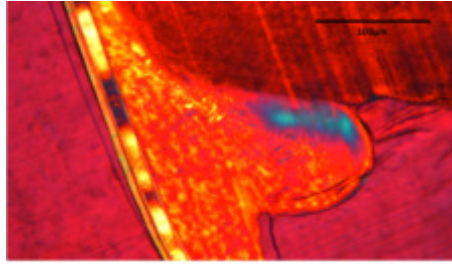


Abb. 5.2 Polyethylen Schweißnaht, Mikrotomschnitt, 12 μ m, Durchlicht Polarisierung

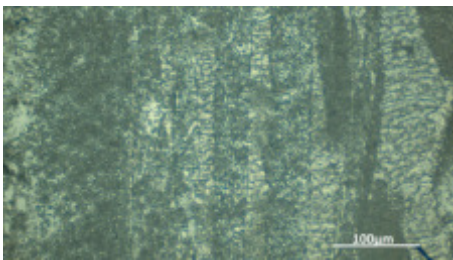


Abb. 5.7 GfK Bauteil im Durchlicht Hellfeld. Mikrotomschnitt mit Folien Schnittabnahme, 20 μ m Schnittdicke

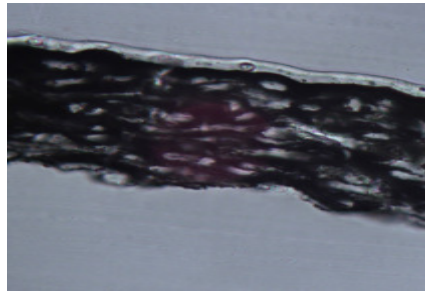


Abb. 5.13 Kunststoff Deckfolie mit mineralischen Einlagerungen und Cellulose Basisschicht, Kryoschnitt 20 μ m, Durchlicht Hellfeld

Inhaltsverzeichnis

Mikroskopische Verfahren

Optische Kontrastverfahren

Hellfeld

Dunkelfeld

Phasenkontrast

Polarisation

Interferenzkontrast

Fluoreszenz

Mischlichtverfahren

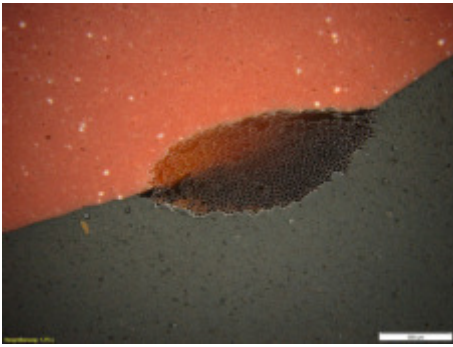


Abb. 6.23 Gummischlauch mit Cellulosefasern. Die orange Eigenfarbe des Gummis ist gut erkennbar. Die Faserquerschnitte werden herausgehoben



Abb.6.32 Polyamid Sphärolithe im Anschliff, Auflicht - Interferenzkontrast

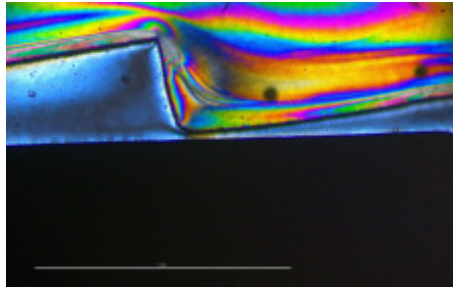


Abb. 6.28 Ver Streckung eines duroplastischen Werkstoffs, Dünnschliff



Abb. 6.45 Als Mischlichtverfahren eignet sich besonders die Kombination (simultan) von Auflicht und Durchlicht Polarisation. Sie erlaubt die Darstellung aller Phasen und die gesamten Gefügeeigenschaften

Inhaltsverzeichnis

Dokumentationsverfahren Digitale Fotografie

Datenblatt Lichtmikroskop					
Mikroskop Daten					
Hersteller	Typ	Baujahr	Inventar Nr.	Anwender	
ZEISS	Primotech	2018		KERN	
Optische Daten					
Okulare			Tubus Faktor	Kamera C-mount	
Typ	Vergrößerung	Schfeld		Sensor Diag.	Vollbild mm
E-Plan	10	20	1	11	493
Objektive					
Bezeichnung	Vergrößerung	numerische Apertur	Auflösung* μm	Tubus Faktor	
EpiPlan	5	0,13	2,1	1	
EpiPlan	10	0,30	0,9	1	
EpiPlan	20	0,40	0,7	1	
EpiPlan	50	0,65	0,4	1	
*ISO9001/2015					
Kameradaten Pixelgröße x Auflösung					
Hersteller	Kamera	Chip Horizontal μm	Chip Vertikal μm	Pixelgröße μm	Auflösung
JENOPTIK	Arktur	9216	5184	2,4	3840x2160
Beleuchtungsdaten					
Lichtart	Wellenlänge μm				
LED	0,55				
Visuelle Vergrößerung					
Okular* μm	Monitor Vollbild mm				
7,12	141,2				
10,92	282,4				
20,60	564,7				
50,42	1411,8				
Notwendige digitale Auflösung					
Zwischenbild μm	Horizontal	vertikal			
6,7	2766	1556			
5,8	3192	1795			
8,7	2128	1197			
13,3	1383	778			
*Okular x Objektiv x Tubus x /Mont, CCD		*Objektiv x i-mount x Tubus x /Mont, CCD		Objektiv x Auflösung x Tubus x C-mount	
				CCD gröÙe / Zwischenbild x 2	

Abb. 7.13 Datenblatt für die Errechnung der optischen und der notwendigen digitalen Auflösung. Die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems ist damit dargestellt.

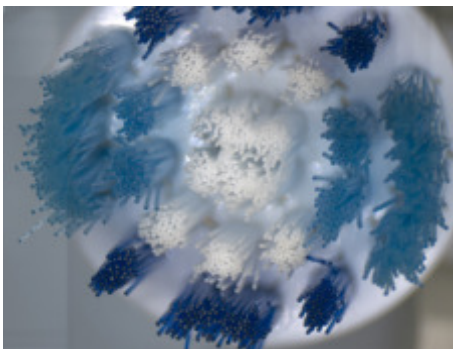
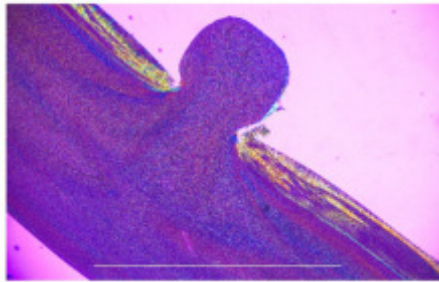


Abb. 7.21 Z-Stacking Bild, dass aus mehreren Bildern in der Höhe (Z-Achse) zusammengesetzt wurde. Dabei wird eine tiefenscharfes Bild erzeugt. Zahnbürste, unpräpariert.



C-Mount Adapter 1,0x



C-Mount Adapter 0,5x

Abb. 7.6 Bildausschnitt bei Verwendung unterschiedlicher C-Mount Adapter, bei gleicher Sensorgröße 1/2". Der C-Mount 1x ist eine reich mechanische Adaption, während der C-Mount 0,5x das vom Objektiv vergrößerte Bild um den den Faktor 0,5x verkleinert – also um die Hälfte!



Der Autor

Martin Kern

Dipl.-Geologe

Dipl.-Wirt.-Ingenieur

Jahrgang 1959, verheiratet, vier Kinder; Studium der Geologie, Mineralogie und Wirtschaftswissenschaften; wissenschaftliche Arbeiten im Bereich Bergbau und Kunststoffindustrie; 14 jährige Tätigkeit bei einem namhaften Mikrotom- und Mikroskophersteller.

2001 Gründung der Firma MicroKern. Gründerpreis Prämierung der Firma durch den Bezirk Berlin-Neukölln im Jahr 2003.

Gründung des Mikroskopiezentrums für Präparation, Mikroskopie und digitale Fotodokumentation Berlin im Jahr 2003.

Einrichtung eines Applikationslabors im Jahr 2016.

Autor der Bücher Geologie im Gelände (1988 und 1999), Mikroskopische Technik für die industrielle Anwendung (2003), Beobachtende und messende Mikroskopie in der Materialkunde (2007/2009) und die Top 40 Fragen rund um die Mikroskopie (2014). Mitautor wissenschaftlicher Veröffentlichungen.

Seit 2009 Dozent des Lette Vereins-Berlin, Abt. Metallographie und Werkstofftechnik.

Offizieller Partner der TU-Berlin, Abt. Polymertechnik und des Lette Vereins-Berlin, Abt. Metallographie und Werkstoffanalyse.

Partner zahlreicher Firmen im Anwendungsfeld Automotive, Verpackung und Maschinenbau.

Buch Bestellung

An die
Firma MicroKern
Herrn Kern
Drusenheimer Weg 96
12349 Berlin

Absender

Vorname, Name: _____
Telefon /e-mail: _____
Firma / Einrichtung _____
Abteilung: _____
Straße: _____
PLZ und Ort: _____

Hiermit bestelle ich/wir verbindlich _____ Exemplare des Buches:
Präparation und Mikroskopie für nichtmetallische Werkstoffe und Verbunde
Format: 17x24cm, 180 Seiten (115g Druckpapier), Hardcover (300g)
195 Abbildungen und Fotos
ISBN 978-3-00-063084-2
Preis: 79,90 € incl. 7% MwSt.

Datum, Unterschrift

FAX: +49 30 74106866
e-Mail: info@micro-kern.de