

# Die Top 40 Fragen rund um die Mikroskopie

und ihre originellen und  
informativen Antworten

**NEUERSCHEINUNG**

Martin Kern, 2014

## **Einleitung**

Nicht nur der Zertifizierungsdruck zwingt viele Anwender Arbeitsabläufe und Arbeitsinhalte zu hinterfragen. Zeitdruck, neue Anwendungen, Werkstoffe und neue Techniken müssen schnell und ohne viel Aufwand in die tägliche Arbeit integriert werden. Und was ist mit Fragen und Problemen? Zum Thema Präparation, Mikroskopie, Dokumentation und Bildverarbeitung sind die Literatur und Schulungsangebote überschaubar.

Dieses kleine Werk wird die 40 wichtigsten Fragen der Kunden zu diesen Themen beantworten. Viele Fragen sind meist unabhängig von der Anwendung und betreffen die Techniken und deren Beherrschung. Manche Fragen werden seltener als andere gestellt. Eine Sortierung nach diesem Kriterium habe ich bewusst nicht gewählt. Alle haben aber gemeinsam, die Unsicherheit das Richtige zu tun oder es bestätigt zu bekommen. Dieses Buch hat nicht den Anspruch ein umfassendes Werk zu sein, sondern gezielt bestimmte Themen zu bearbeiten, die mir meine Kunden immer wieder genannt haben.

Mit einer festen Struktur, die auch zum Nachschlagen geeignet ist, hoffe ich auf viele „Ah-ha“ Erlebnisse als auch eine Grundlage für weitere Diskussionen und Nachfragen zu geben.

Neben der Beschreibung der Fragestellungen und deren Lösungsansätze folgen zu jedem Thema praktische Tipps und Übrigens auch übergreifende Gedanken. Den Abschluss jedes Themas bildet ein praktisches, oft verwunderliches Beispiel unter der Überschrift **Tatsächlich passiert**.

## **Ich wünsche dem Leser viel Spaß!**

### **Allgemein**

1. Welche Angebote zur Weiterbildung gibt es?
2. Welche Literatur würden Sie empfehlen?

### **Präparation**

3. Warum verbrenne ich mir bei einer „Kalteinbettung“ meiner Proben die Finger?
4. Warum kann ich keine Haushaltsschere für meine Probentrennung nutzen?
5. Wer dokumentiert Präparationsartefakte?
6. Mikrotomie?
7. Kann man CfK und Metalle tatsächlich schneiden?
8. Welches Einbettmedium brauche ich für meine Proben?
9. Einen Dünnschliff herzustellen ist doch viel zu aufwendig – Wirklich?
10. Wie dick muss meine Dünnschnitt, oder Dünnschliff präpariert werden?

### **Mikroskopie**

Warum brauchen wir überhaupt ein Mikroskop.

11. Bitte Köhler'n Sie ihr Mikroskop!
12. Das Mikroskop ist immer wieder verstellt.
13. Wir planen ein neues Mikroskop mit LED Beleuchtung.

## **Fortsetzung Mikroskopie**

14. Der Staub ist der Tod jeder Optik.
15. Förderliche Vergrößerung?
16. Filter, Filter?
17. Ich habe doch ein Mikroskop.
18. Kann ich mit einem Stereomikroskop 1:25fach Zoom für alle mikroskopischen Anwendungen abdecken?
19. Wer schaut noch ins Mikroskop?
20. Ich benötige für meine Anwendung eine „Eier legende Wollmilchsau“.
21. Wie rechne ich Linienpaarauflösung in Mikrometer aus?
22. Wozu brauche ich die Aperturblende?
23. Was hat sich in den letzten 30 Jahren in der Mikroskopie verändert?

## **Digitalfotographie**

24. Welche Digitale Auflösung benötige ich eigentlich?
25. Wie oft muss ich kalibrieren?
26. Wo habe ich denn gleich meinen Kalibriermaßstab?
27. Vergrößerung, Bildausschnitt, Abbildungsmaßstab
28. Ich möchte mit einer vorgegebenen Normvergrößerung fotografieren.
29. Warum ist die Qualität der digitalen Fotos so schlecht?
30. Was ist ein C-Mount Adapter?

## **Bildverarbeitung**

31. Bilddatenbanken sind teuer
32. Wozu benötige ich eine Shading Korrektur?
33. Warum kann ich mit Fluoreszenzmikroskopie keine Flächenermittlung durchführen?
34. Schärferekonstruktion und Panoramabild
35. Messen mit dem Stereomikroskop
36. Ich möchte mit meinem Mikroskop eine Tiefenmessung (z-Achse) durchführen.
37. Kann ich mein Gesamtsystem zertifizieren?
38. Wie oft muss ich meine Software updaten?
39. Wie setze ich meinen Schwellwert richtig?

## **Nachwort**

40. Wie arbeite ich in 10 Jahren

## **Nach-Nachwort**

## **Literaturverzeichnis**

## 9. Ein Dünnschliff ist doch viel zu aufwendig! - Wirklich?

Alle geologischen und mineralogischen Institute stellen in ihren Präparationslaboren Dünnschliffe her. Nach meinen Hochrechnungen 80.000 bis 120.000 Stück im Jahr (Dt.). Für die Routine mit Vollautomaten, für spezielle Anwendungen (Großschliffe bis 150x100mm, polierte Schliffe für die Spektroskopie) auch mit Hand. Es ist also kein Hexenwerk und ein Routineverfahren. Und warum machen es nur Wenige in der Industrie?

Zunächst hat kaum jemand Erfahrung in dieser Technik und auch der Nutzen wird nicht gesehen. Wie auch, gibt es doch wenig Literatur oder andere vermittelnde Erfahrungswerte. Doch im Zuge neuer Werkstoffe, wie verstärkte Kunststoffe, Beschichtungen und Verbunden werden sich wohl viele auch diesem Thema widmen müssen.

Ein weiterer Punkt stellt der scheinbar erhebliche Aufwand dar einen Dünnschliff herzustellen. Schließlich ist es ein „zweiseitiger“ Anschliff, und der auch noch „dünn“ Die Sache scheint also doppelt so aufwendig und kompliziert zu sein. Doch wie bei allen Verfahren stellt sich auch hier die Frage: „Was ist möglich und was ist nötig?“ Auch hier sind Optimierungen möglich.

Die absolute Schliffdicke spielt z.B. nur für die quantitative Polarisationsmikroskopie eine Rolle, wenn also optische Vermessungen durchgeführt werden sollen. Das gleiche Problem haben wir ja auch bei der Mikrotomie (**s. Punkt 3**). Die Kunst eine optimale Schliff- oder Schnittdicke herzustellen bleibt eine Erfahrungs- und Übungssache.

Auch das eigentliche Schleif- und Polierrezept kann sich ganz erheblich von einem Anschliff unterscheiden. In der Regel machen wir bei der 800er Schleifkörnung Schluss. In der Durchlichtmikroskopie werden unter anderem Lichtbrechungseigenschaften der Materialien sichtbar gemacht. Die „Güte“ der Oberfläche (Reflexion) spielt daher weniger eine Rolle. Damit entfallen die Feinschliff-, Polier- und Ätzzstufen. Man spart viel Zeit.

Zu guter Letzt, wenn Sie alle Phasen einer Klebung, Beschichtung, Verstärkung oder Füllung sichtbar machen wollen, sollten Sie sich schnell damit vertraut machen – sorry es ist eben so.

### **Tipp :**

Es gibt Labore und Dienstleister, die Ihnen Dünnschliffe herstellen – probieren Sie es mal aus. Nur so können Sie den Nutzen für Ihre Anwendungen überprüfen.

### **Übrigens 1:**

Sie brauchen bei der manuellen Dünnschliffherstellung keine neuen Schleifmaschinen. Sie können Ihre Anschliffgeräte nutzen. Ein paar spezielle Zubehöre und schon kann's los gehen. Allerdings sollte eine präzise Trennmaschine im Haus sein, das minimiert den Aufwand nochmals.

### **Übrigens 3:**

Auch bei dieser Technik gilt: die Schliffdicke sollte die kleinsten darzustellenden Strukturen abbilden, um Überlagerungen bei der Mikroskopie zu vermeiden.

#### **14. Der Staub ist der Tod jeder Optik. - Wo liegt denn nun der Dreck?**

Das kennt jeder – wenn eine Verschmutzung im Mikroskop auftaucht, dann immer wenn man es absolut nicht gebrauchen kann, es ganz schnell gehen soll und es sich an der ungünstigsten Stelle im Bild positioniert. Da im Normalfall nicht in einem Reinraum gearbeitet wird, müssen Sie über kurz oder lang mit einem solchen Fall rechnen.

Viele Verschmutzungen zeigen ihre Auswirkungen (Lichtstreuung, Absorption, Inhomogenitäten) ohne dass man sie sofort wahrnimmt oder sie stören nicht sehr. Das Auge ist eben träge und bemerkt vor allem kontinuierliche Verluste, wie z.B. Helligkeitsreduzierung sehr schwer. Andere sind zwar ärgerlich, werden aber geduldet, vor allem dann wenn sie auf dem Foto nicht mehr zu sehen sind, z.B. bei der Verschmutzung der Okulare. Aber auf dem Foto? -Das geht ja nun gar nicht, man hat ja seinen Stolz und was macht das für einen Eindruck. Außerdem führen Verschmutzungen bei bildanalytischen Aufgaben zu fehlerhaften Messungen, Dreck hat eben auch einen Grauwert. Doch gleich einen Servicetechniker rufen ist auf die Dauer auch keine Lösung, nicht nur wegen des Zeitfaktors.

Was können Sie denn nun selbst unternehmen? Der erste Schritt ist zunächst zu prüfen wo der Staub nun eigentlich liegt, auf der Probe, der Kondensorlinse, dem Okular, dem c-mount oder sogar der Kamera.

Die Probe ist einfach, einmal reinigen oder pusten – fertig. Man erkennt sie meist auch sofort, weil diese Partikel wie die Probe scharf abgebildet sind und sich mit der Probe mitbewegen.

Okular ist auch einfach, linkes Auge zu, rechtes Auge zu, nicht auf dem Live Kamera Bild – alles schick.

Jetzt wird es aber schwieriger, denn die oft nicht scharfen Strukturen, meist Schatten oder Flecke zu lokalisieren kann etwas Zeit in Anspruch nehmen. Nach meinen Erfahrungen liegen diese Verschmutzungen meist auf dem c-mount Kameraadapter, auf dem IR-Schutzfilter der Kamera, umso häufiger wenn die Kamera oder der Adapter oft gewechselt werden.

Dies ist einer der wichtigsten Gründe für jedes Mikroskop auch eine Kamera fest zu montieren – sorry für die Investoren. An zweiter Stelle steht die Verschmutzung im Strahlengang, meist im Fototubus, auch durch Kamerawechsel verursacht. Doch wie unterscheide ich die Positionen und was kann man tun? Dazu nun viele Tipps, mehr als gewohnt:

#### **Tipp 3:**

Beim Reinigen, oder wenn Sie die Kamera und den C-mount wechseln müssen, machen Sie dies im „kalten“ Zustand, da die Wärme (Lampe, Kamera) den Staub anzieht. Und auch hier immer schön nach unten halten.

#### **Übrigens 1:**

Nennen Sie den größten Staubträger – falsch, es ist die Staubschutzhülle! Jedes mal, wenn Sie eine 10 Jahre alte Hülle, mit viel Schwung über Ihr Mikroskop ziehen, ist jede vorherige Wartung dahin. Alle 2-3 Jahre eine Neue kaufen oder, was bei den meisten Herstellern heute möglich ist, waschen Sie das Ding einfach mal bei 30° durch. Oder benutzen Sie gar keine Staubschutzhülle? - ts, ts, ts.

### 30. Was ist ein C-Mount Adapter? - Kleines Teil, große Wirkung

Dieses kleine meist silberfarbene oder schwarze Teil ist nichts anderes als das Verbindungsstück zwischen einer digitalen Kamera und dem Mikroskop. Die eine Seite besitzt eine Anpassung an das Mikroskop und ist daher Herstellerspezifisch. Leider benutzen die meisten Hersteller ihre eigenen Anpassungen, die sich im Laufe der Zeit auch geändert haben. Daher ist immer genau zu prüfen um welches Mikroskop und welchen Hersteller es sich handelt. Die andere Seite ist mit einem Feingewinde ausgestattet, dem C-Mount. Mit wenigen Ausnahmen besitzen die digitalen Mikroskopkameras dieses Gewinde. Es können also alle Kameras angeschlossen werden, die ein solches Gewinde aufweisen. Diesen Adapter gibt es bereits seit der Einführung der analogen Videokameratechnik.

Soweit der allgemeine Teil. Dieser Adapter hat aber nicht nur die Aufgabe Mikroskop und Kamera mechanisch zu verbinden, sondern besitzt oft auch eine integrierte Optik, die die Gesamtvergrößerung auf dem CCD der Kamera beeinflusst. Für das Warum muss ich ein bisschen ausholen:

Klassische SLR Fotografie, also Diaaufnahmen bilden das Foto auf einem 24x36mm großen Bildrahmen ab. Von dieser Größe können die meisten digitalen CCD Kameras nur träumen. Die heute gängigen Größen von 2/3 oder 1/2 Zoll Kameras besitzen eine aktive Fotofläche von 8,5x6,4 bzw. 6,4x4,8mm. Der abzubildende Ausschnitt ist also nur ein Drittel bzw. ein Viertel so groß wie bei den Diaaufnahmen. Ein großer Nachteil dieser Kameras. Zudem werden die CCDs zukünftig immer kleiner! Was lag daher näher zu versuchen das objektivseitige Bild so zu verkleinern, dass man einen größeren Bildausschnitt erhält. Man kann es auch einfacher ausdrücken: Möchte ich einen möglichst großen Bildausschnitt erzielen, muss ich das mikroskopische Bild an irgendeiner Stelle verkleinern. Dies ist die zweite Aufgabe dieser Adapter.

Und so gibt es für die unterschiedliche CCD Größen Adapter, die Optiken mit einem Faktor von 0,5x bis 0,7x aufweisen. Ihre Verwendung hat aber erhebliche Folgen. Zum einen muss der Faktor immer bei der Vergrößerungsangabe und der Kalibrierung beachtet werden. Zudem beeinflussen sie den Zusammenhang zwischen optischer und notwendiger digitaler Auflösung, wie ich es im **Punkt 24** ausführlich beschrieben habe. Und zu guter Letzt muss auch über die unterschiedlichen Qualitäten dieser Optiken gesprochen werden. Die meisten Älteren wurden für die analoge Technik entwickelt, also für niedrig auflösende Kameras. Sie bestehen meist aus einem Einlinsensystem. Um es kurz zu machen. Es gibt hier von Adapter zu Adapter und von Hersteller zu Hersteller Qualitätsunterschiede. Ich bin der „No-Optik“ Vertreter, also Adapter mit dem Faktor 1x ohne zusätzliche Linsen zur Bildverkleinerung. Um einen optimalen Bildausschnitt zu erhalten, ist über andere Vergrößerungen, unter Berücksichtigung der Auflösung, nachzudenken. Das geht gut, wenn man ein bisschen umdenkt.

#### **Tipp 2:**

Testen Sie die unterschiedlichen Adapter, nicht nur auf die Größe des Bildausschnitts, sondern auch in der Qualität der Bilder.

### **31. Bilddatenbanken sind teuer - Das Suchen nach Bildern und Daten auch.**

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte – aber wenn ich es nicht finde, z.B. wenn ich 1000 Fotos habe? Und auch die Daten sind nicht zu vernachlässigen, Probennummer, Kalibrierung, Maßstab usw. Ach ja, ein Bericht mit Text ist auch noch da und wo habe ich eigentlich meine Analysedaten abgelegt? Und so sieht der Explorer aus wie ein „Weihnachtsbaum“, verästelt und unterschiedlich abgelegt. Wie war es damals, wer hat das Projekt (Daten) abgelegt, den Bericht geschrieben die Auswertungen durchgeführt und wenn ja wie und wo, wer hat es bekommen (mail) und warum? Das Problem hatten wir doch schon, was war die Lösung? Warum hat der Kunde schon wieder diese Anfrage? Schon wieder diese Maschine oder Materialzusammensetzung oder Anwendung?

**„Ich möchte für die Zeit bezahlt werden, die ich mit suchen vergeude“, sagte ein Kunde von uns – ich auch.**

Den Wert einer Bilddatenbank oder provokativ Datenbildbank, erkennt man nicht am ersten Tag. Pflichtenheft, Pflichteingabe, wie störend und zeitaufwendig. Über die Jahre und tausende Bilder später, Mitarbeiter übergreifend, sogar Generationen später erkennt man den Wert. Ich glaube man nennt es auch „know how“ Sicherung oder mit einem neuen deutschen Wort: Nachhaltigkeit.

#### **Tipp:**

„Pflichtenheft“ - Dieses Wort lässt viele zusammenzucken und suggeriert viel, viel Arbeit. Stimmt, aber nur einmal. Die Zeit des Suchens ist danach vorbei.

#### **Übrigens 1:**

Ein Kunde pflegt die Bilddatenbank seit über 15 Jahren, mit zwischenzeitlich über 50.000 (!) Bildern, mit eigenen Daten und Analyseergebnissen. Diese sind verknüpft und in allen Kombinationen und Abfrageroutinen abrufbar – was für ein Erfahrungsschatz.

#### **Übrigens 2:**

Eine Kundin berichtete, dass nach drei Jahren keine neuen, unbekannteren Schadensfälle mehr auftraten. Der Beweis wurde über Kontrolluntersuchungen durchgeführt, die in der Bilddatenbank hinterlegt und bestätigt wurde. Das spart eine Menge Zeit und Geld und macht mich arbeitslos!

#### **Tatsächlich passiert 1:**

Man erfindet im wissenschaftlichen und universitären Bereich viel Neues. Viele Daten, Bilder, Ergebnisse sind folgenden Wissenschaftlern aber nicht mehr als Rohdaten, die verifiziert, überprüft und ergänzt werden können, verfügbar. Was für eine Wissens Verschwendung.

#### **Tatsächlich passiert 2:**

Alle Daten wurden auf dem persönlichen Laptop des Laborleiters abgespeichert. Sie wissen was kommt, nach einem Diebstahl war alles weg, für den Mitarbeiter und die Firma.

## **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; langjährige Tätigkeit bei einem namhaften Mikroskophersteller.

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

Gründung des Mikroskopiezentrums Berlin im Jahr 2003.

Autor der Bücher Geologie im Gelände (1988 und 1999), Mikroskopische Technik für die industrielle Anwendung (2003) und Beobachtende und messende Mikroskopie in der Materialkunde (2007). 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.



# 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:

### **Die Top 40 Fragen rund um die Mikroskopie**

Format: ca.14,8x21cm, 116 Seiten (90g Druckpapier), Softcover (300g)

ISBN 978-3-9816824-9-6

Preis: 12,95 € incl. 7% MwSt.

\_\_\_\_\_  
Datum, Unterschrift

**FAX: +49 30 74106866**

**e-Mail: [info@micro-kern.de](mailto:info@micro-kern.de)**