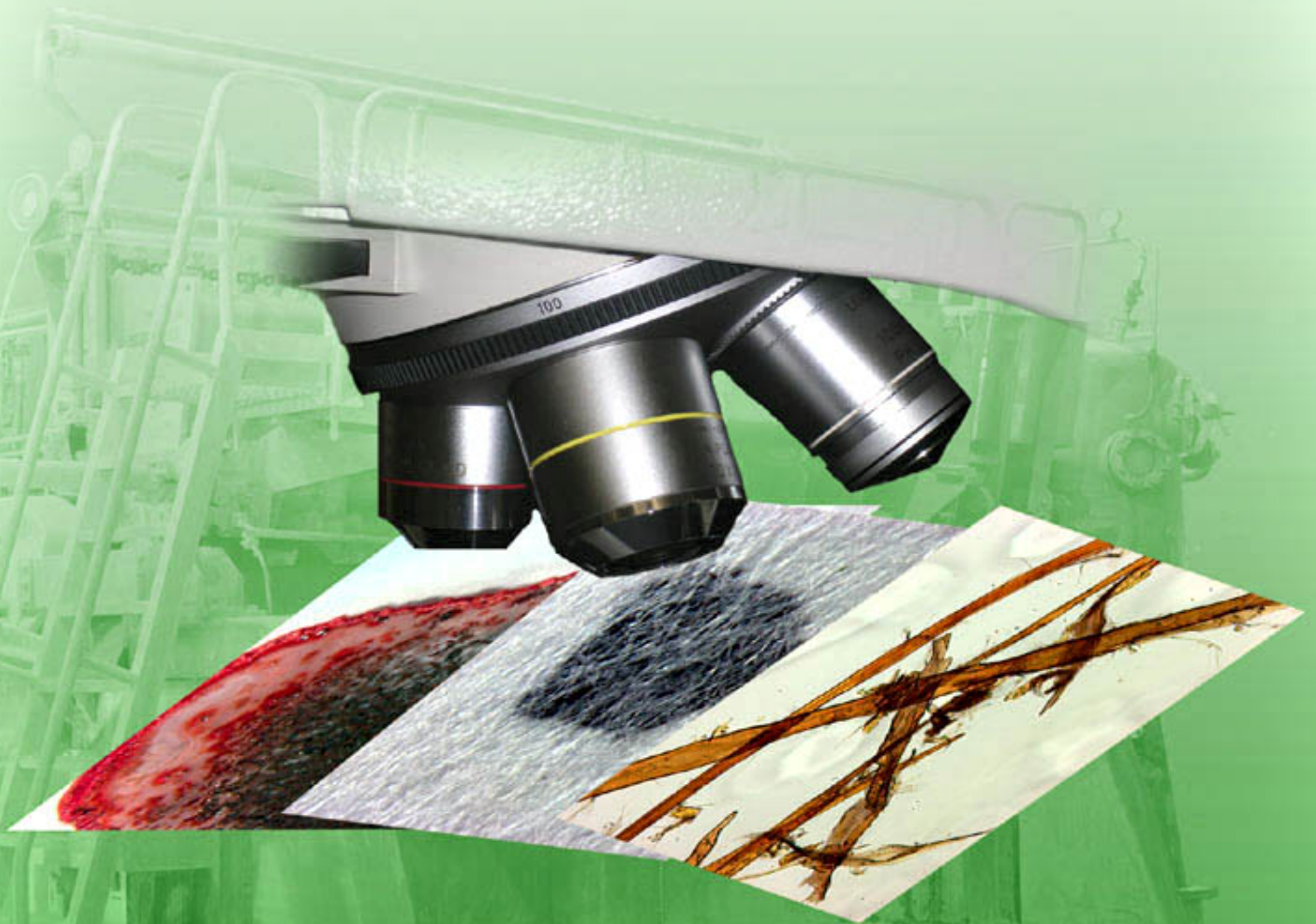


Mikroskopie in der Papierindustrie



Walter Kammermann

Mikroskopie in der Papierindustrie



Walter Kammermann

Walter Kammermann

Mikroskopie in der Papierindustrie

Basiswissen
Arbeitstechniken
Papier-/Störungsanalytik

Books on Demand

Vorwort

Mikroskopie (*griechisch, mikrós [klein], skopeîn [betrachten]*)

... oder anders ausgedrückt: Die Faszination des Kleinen! Die Grenzen des menschlichen Auges zu überschreiten und sich in eine mikroskopisch kleine Welt zu begeben, eröffnet einem Perspektiven, welche kaum in Worte zu fassen sind. Einmal entdeckt, lässt einem diese Welt nicht mehr los! Dies mag im Vorwort zu einem Fachbuch sicherlich ein wenig romantisch klingen, aber viele Leser werden mir beipflichten, dass in der trockenen Industrierealität gerade die Mikroskopie als Fachgebiet begeistert. So zeigen meine eigenen Erfahrungen, dass die Augen von Kollegen oder Kunden am Bildschirm kleben bleiben und nach mehr verlangen! Natürlich verblasst diese Romantik im Alltag ein wenig, man ist ja schliesslich nicht zum philosophieren am Mikroskopie-Arbeitsplatz. Der Anspruch, eine Problemstellung schnell, technisch korrekt und aussagekräftig zu bearbeiten ist gross, da bleibt (leider) wenig Zeit für Anderes.

Ich verstehe dieses Buch als Nachschlagewerk und Ideengeber. Leider sind in unserem Industriezweig wenig Informationen über das Spezialgebiet der Mikroskopie für die Öffentlichkeit verfügbar. Es wird zwar in vielen Betrieben, an Hochschulen und Instituten mikroskopiert und geforscht, oft kommt man aber an diese Informationen nur schwer heran. Ich will Ihnen mit diesem Nachschlagewerk Basiswissen, Arbeitstechniken und praxisbezogene Beispiele

vermitteln, welche Ihnen bei der täglichen Arbeit helfen sollen. Sie sollen Ihre technischen Möglichkeiten möglichst effektiv nützen können und werden vielleicht den einen oder anderen Kniff mal gebrauchen.

Es war für mich eine Bereicherung meine bisherigen beruflichen Erfahrungen in diesem Buch zusammenzufassen. Ich hoffe und wünsche mir, dass das Werk auch Ihnen Freude bereitet.

Dallenwil, September 2012 Walter Kammermann

Der Inhalt dieses Buches wurde nach bestem Wissen verfasst. Das Buch orientiert sich an der Praxis. Die Herkunft der im Buch dokumentierten Beispiele ist zufällig.

Der Autor

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

1 Mikroskope

1.1 Das Stereomikroskop

1.2 Das Forschungsmikroskop

2 Arbeitsvorbereitung

2.1 Werkzeug

2.2 Prüflösungen

3 Fasermikroskopie

3.1 Bestimmung von Faserstoffen

3.2 Bestimmung von Füllstoffen

4 Nasschemische Analytik

4.1 Am Papier

4.2 Bei Störungen in der Papierherstellung

5 Weitere Verfahren

5.1 Probenvorbereitung

Einleitung

Die Mikroskopie hat sich in der Papieranalytik etabliert. Bei den bekannten Prüfinstituten sind mikroskopische Untersuchungen ein fester Bestandteil des Prüfprogramms. Es wird zwischen verschiedenen Verfahren unterschieden:

- Lichtmikroskopie
- Rasterelektronenmikroskopie (REM)
- Rastertunnelmikroskopie (RTM)
- Rasterkraftmikroskopie
- IR Mikroskopie
- Lupen
- Fadenzähler

Lichtmikroskopie

Bei der Lichtmikroskopie wird das zu untersuchende Material mit einer Lichtquelle beleuchtet. Die Probe wird auf der Oberfläche angeleuchtet (Auflicht) oder sie wird durchleuchtet (Durchlicht). Die Betrachtung des Objekts findet direkt am Mikroskop durch das Okular statt. Der maximale Vergrößerungsbereich liegt bei der Lichtmikroskopie bei etwa 2500fach. Man unterscheidet bei diesem Mikroskopie-Verfahren zwischen Stereomikroskopen und Forschungsmikroskopen. Die Stereomikroskope zeichnen sich durch ihre hervorragende Tiefenschärfe aus, arbeiten aber bei eher kleineren Vergrößerungen. Forschungsmikroskope sind in der Ausstattung sehr variabel und eignen sich speziell gut für höhere Vergrößerungen und für spezielle Verfahren (Phasenkontrast im Durchlicht, Differenzieller Interferenzkontrast im Auflicht u.s.w.). Die

meisten Lichtmikroskope sind mit einem Bildverarbeitungssystem kombinierbar. Dies ermöglicht einerseits die Betrachtung der Probe am Bildschirm, andererseits können Bilder festgehalten, dokumentiert, vermessen und ausgewertet werden.

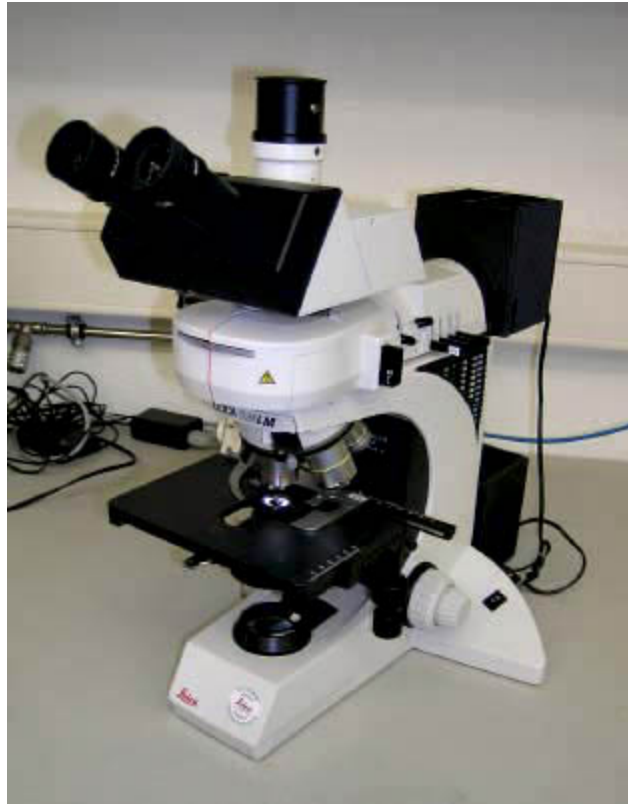


Abb. 1 Forschungsmikroskop

Stereomikroskope und Forschungsmikroskope eignen sich sehr gut für den Gebrauch in kleineren Betrieben oder Labors. Sie sind in der Anschaffung und im Unterhalt relativ günstig, gezielt ausbaubar und recht einfach in der Bedienung. Der Nutzen ist im Vergleich zu den Kosten sehr gut.

Eine andere Technologie im Bereich der Lichtmikroskopie ist das Konfokalmikroskop. Bei dieser Technik ist der fokale Lichtfleck deutlich kleiner als beim herkömmlichen Mikroskop. Dadurch wird die Abbildung schärfer. Es können

Strukturen in der Grösse von 100 Nanometer dargestellt werden. Die Konfokaltechnik eliminiert unscharfe Bildinformationen aus anderen Fokusebenen. Um ein dreidimensionales Bild eines Objektes sehen zu können, nimmt man mit dem Konfokalmikroskop das Objekt schichtweise auf und überlagert diese Bilder am Computer. Es entsteht ein Bild mit einer extrem guten Tiefenschärfe. Die Konfokalmikroskope sind aber recht teuer. Diese Präzisionstechnologie ist aufwändig. In der Papierindustrie ist sie noch wenig verbreitet.

Um Proben bestmöglich beurteilen zu können, scheint es mir unerlässlich, den Aufbau, die Technik und die Funktionsweise eines Mikroskops zu kennen. Gerade bei der Verwendung von Systemen zur Bilddokumentation oder Bildbearbeitung ist es wichtig, ein ausgewogenes Verhältnis der Mikroskopeinstellungen zur Belichtung zu finden. Es kann sonst passieren, dass man nicht aussagekräftige Resultate erzielt. Deshalb sollte man sich in der Bedienung dieser Geräte gut auskennen. Im ersten Teil des Buches werde ich darum auf dieses Thema im Detail eingehen.

Da in der Papierindustrie vorwiegend die Lichtmikroskopie angewendet wird, konzentriere ich mich bei meinen Ausführungen auf diesen Bereich. Alle späteren Praxisanwendungen beschränken sich auf die Lichtmikroskopie.

Rasterelektronenmikroskopie

Das Elektronenmikroskop (auch SEM, Scanning Electron Microscope genannt) verwendet zum Arbeiten einen Elektronenstrahl statt Licht. Die kleinere Wellenlänge des Elektronenstrahls ermöglicht eine deutlich bessere Auflösung. Durch magnetische Felder wird der Elektronenstrahl auf die Probe fokussiert. Einerseits werden nun die Elektronen von der Probe reflektiert, andererseits gibt die Probe Elektronen ab (sogenannte

Sekundärelektronen). Ein Empfänger detektiert die von der Probe kommenden Elektronen. Durch rasterartiges Abtasten der Probe entsteht ein Bild des Objekts.

Weil die Probe sich aufladen kann, eignet sich das REM nur für leitfähige Objekte. Bei nicht leitfähigen Proben kann man eine dünne Goldschicht oder Kohlenstoff aufdampfen.

Die Objekte werden unter Vakuum detektiert. Deshalb eignet sich das REM nicht für lebende Proben.

Mit dem REM können Auflösungen von bis zu 0.1nm erreicht werden (Lichtmikroskop etwa 200nm). Bemerkenswert ist die sehr grosse Detailtreue und die ausserordentlich gute Tiefenschärfe von REM-Aufnahmen (dies ist vor allem bei hohen Vergrösserungen gut sichtbar).

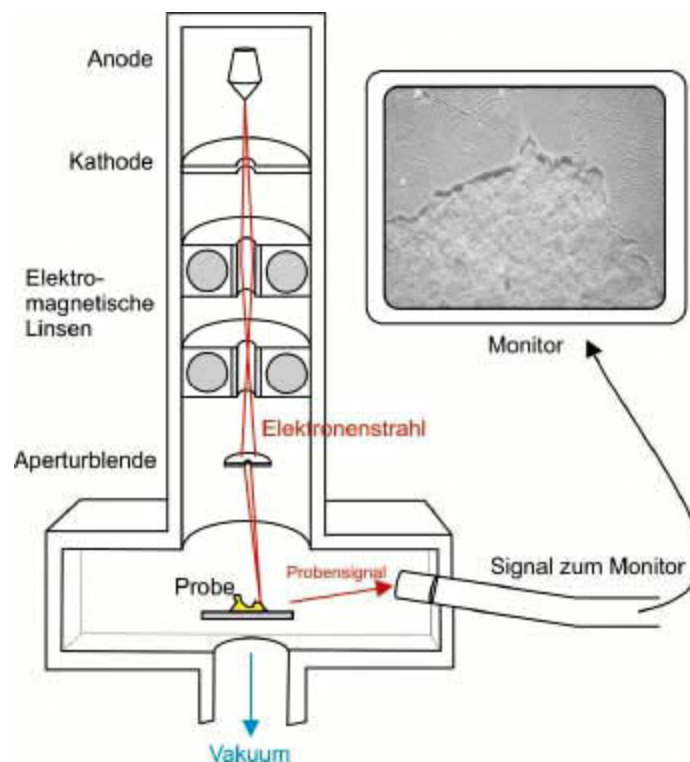


Abb. 2 Funktionsweise des Rasterelektronenmikroskops

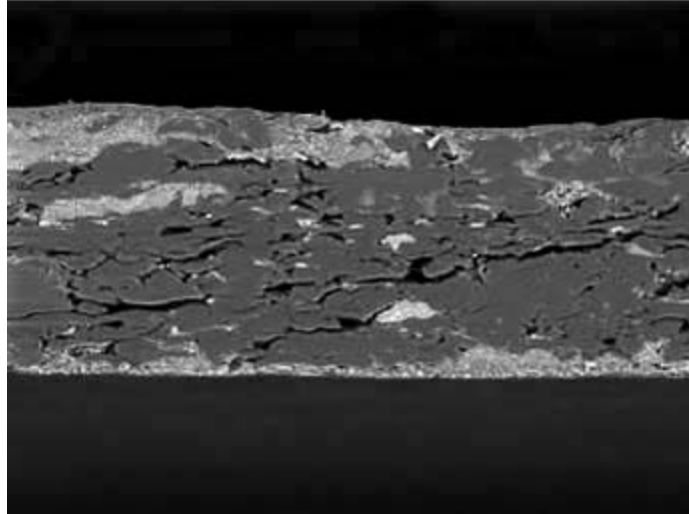


Abb. 3 Papierquerschnitt im REM

Rasterelektronenmikroskope eignen sich für Hochschulen, Forschungslaboratorien und Prüfinstitutionen. Sie haben dank der ausgezeichneten Auflösung in hohen Vergrößerungen und der heute möglichen qualitativen Bestimmung von Inhaltsstoffen der Probe einen hohen Stellenwert und einen entsprechend grossen Nutzen. Die Kosten einer solchen Anlage sind allerdings immens.

Oft werden Rasterelektronenmikroskope mit EDS-Scannern (Energy Dispersive Spectrometer) versehen. Damit macht man eine chemische Substanzanalyse. Diese kann Aufschluss darüber geben, aus welchem Material die untersuchte Probe besteht.

Seit wenigen Jahren gibt es sogenannte Tabletop Rasterelektronenmikroskope. Diese sind relativ klein und haben, wie der Name schon sagt, auf einem Tisch platz. Die Vergrößerungen liegen im Bereich unter 30000x und normalerweise wird bei den Geräten mit niedrigem Vakuum gearbeitet. Die Proben müssen teilweise nicht mehr gesputtert (beschichtet) werden, da sich die elektronische Aufladung einigermaßen in Grenzen hält. Die Geräte sind verhältnismässig günstig. In den höheren Vergrößerungsbereichen solcher Geräte fällt die Schärfe