

Vorlesung Chemie III



Instrumentelle Analytik für Restauratoren

11. Rasterelektronenmikroskopie und Kopplung mit RFA-EDX

11

www.archaeometrielabor.com

HAWK HAWK HOCHSCHULE
FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFT UND KUNST
Fachhochschule Hildesheim / Holzminde / Göttingen

© 2001-2006 Archäometrielabor
Instrumentelle Analytik (11b)

11. Rasterelektronenmikroskopie und Kopplung mit RFA-EDX

Zusammen mit Max KNOLL (1897-1969) baute Ernst RUSKA (1906-1988) 1931 das erste Elektronenmikroskop. Es war ein Durchstrahlungs-Elektronenmikroskop (Transmissions-Elektronenmikroskop-TEM), das keine Bilder des Oberflächenreliefs, sondern eine Massenverteilung im Objekt lieferte. Nachteil dieses ersten Elektronenmikroskopes war es, dass es nur einen einzelnen Punkt des Objektes abbilden konnte.

Erst im Jahre 1940 stellte Manfred von ARDENNE (1907-1997) ein Elektronenmikroskop vor, welches die Probenoberfläche mit einem Elektronenstrahl abtasten konnte. Ein sogenannter Zeilengenerator führt dabei den Elektronenstrahl zeilenweise über die Objektoberfläche.

Heutige Rasterelektronenmikroskope REM (Scanning Electron Microscope-SEM) rastern die Oberfläche ab, so dass ein ganzes Oberflächenprofil des Objektes abgebildet werden kann.

Im Unterschied zur Lichtmikroskopie, die durch die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes (400 - 750 nm) ein beschränktes Auflösungsvermögen* hat, wird bei der Rasterelektronenmikroskopie ein sehr fein gebündelter Elektronenstrahl zeilenweise über eine Objektoberfläche geführt. Die dadurch auftretenden Wechselwirkungsprozesse der Primärelektronen (PE) mit der Objektoberfläche können zur Bilddarstellung genutzt werden.

Die folgende schematische Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Rasterelektronenmikroskops.

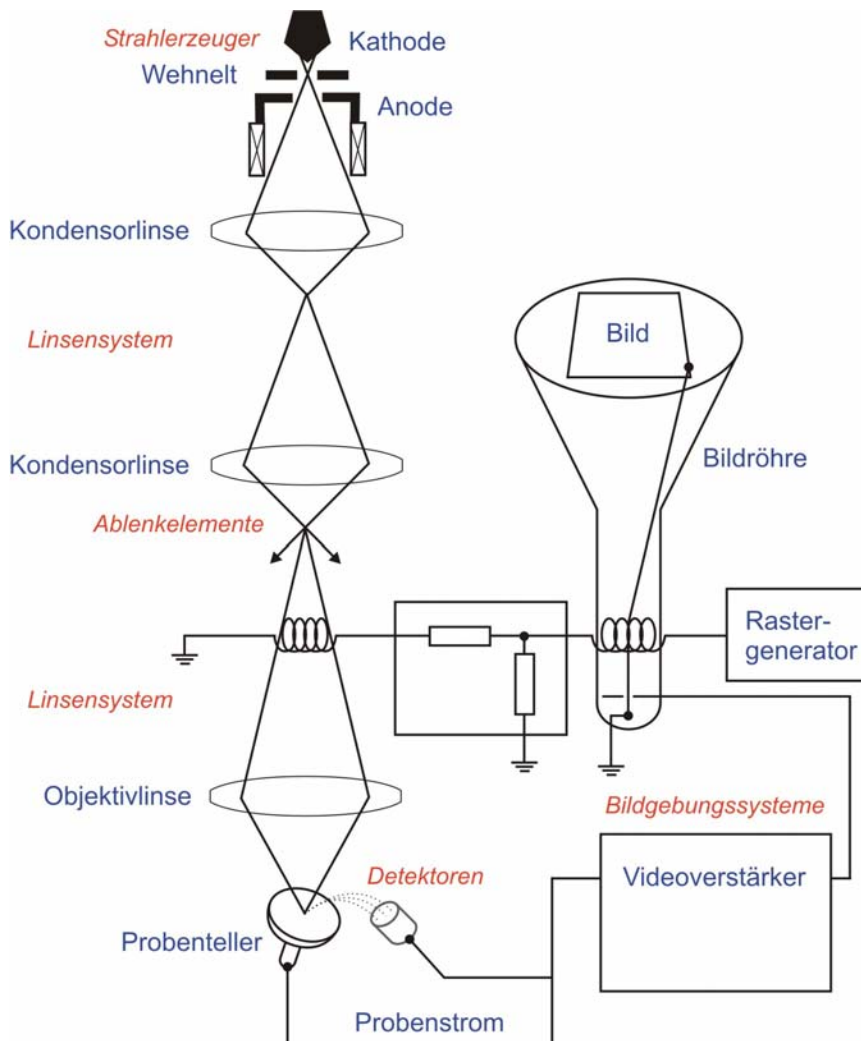


Abb. 11.1. Max KNOLL und Ernst RUSKA bauten 1931 das erste Elektronenmikroskop. E. RUSKA erhielt 1986 stellvertretend für alle geistigen Väter der Elektronenmikroskopie den Nobelpreis für Physik.

(© www.ernst.ruska.de)

* Ist der kleinste Abstand zweier Bildpunkte, die noch getrennt voneinander wahrgenommen werden können. Das menschliche Auge hat ein Auflösungsvermögen von ca. 0,1mm bei der Bezugssehweite von 250mm. Die Grenze der mikroskopischen Auflösung liegt somit bei ca. 400nm = 0,4 µm.

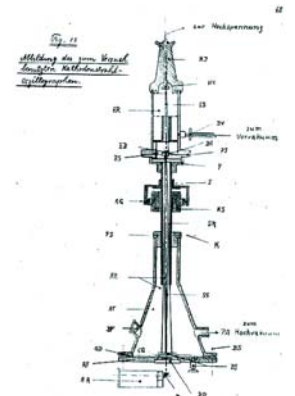


Abb. 11.2. Eine 1929 von E. RUSKA angefertigte Skizze der Elektronenstrahlröhre zur Prüfung der Abbildungseigenschaften des inhomogenen Magnetfelds einer kurzen Spule.

(© www.ernst.ruska.de)

Abb. 11.3. Schematischer Aufbau und Prinzip des Rasterelektronenmikroskops.

Das REM ist aus folgenden Einzelkomponenten aufgebaut (→ Abb. 11.3.):

- **Strahlerzeuger** wie z.B. thermischer Strahlerzeuger mit Kathode, Anode und Wehneltzylinder.
- **Linsensystem** mit Kondensorlinse, Objektivlinse zur Verkleinerung des Crossover auf der Probe.
- Ablenkelemente zur Strahljustage (z.B. Spulen mit elektromagnetischen Feld), Rastereinheit zur zeilenweisen Abrasterung des Primärelektronenstrahls über der Probe, Stigmator zur Korrektur des Astigmatismus.
- **Detektoren** (z.B. Sekundärelektronendetektor, Halbleiterdetektor u.a.)
- **Bildgebungssystem**

Freie Elektronen die für die Wechselwirkung mit der Probe notwendig sind, können beispielsweise durch thermische Emission erzeugt werden. Ein thermischer Emittor (**Strahlerzeuger**) besteht aus Kathode, Anode und einem sog. Wehneltzylinder.

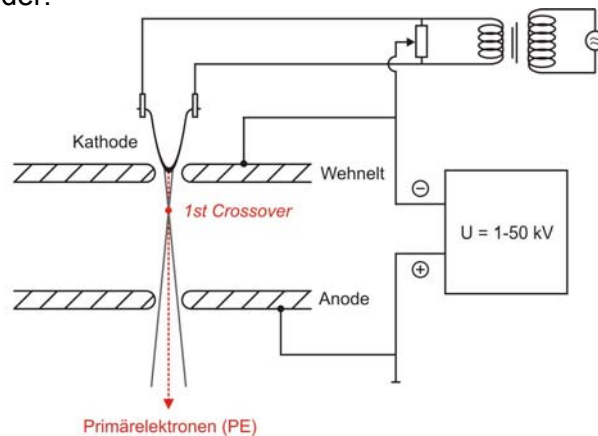


Abb. 11.4. Schematischer Aufbau eines Strahlerzeugers (Emitter).

Das Potential des Wehneltzylinders ist gegenüber der Kathode (z.B. Wolfram-Glühkathode) um ca. 100V negativer. Dies führt zur Bildung einer Raumladungswolke vor der Kathode, wodurch ein stabiler Emissionsstrom erreicht wird. Der PE-Strahl wird zudem im sogenannten Crossover gebündelt. Andere Strahlerzeuger die für die Elektronenmikroskopie verwendet werden sind die sog. Schottky-Emission und die Feldemission.

Das **Linsensystem** eines Rasterelektronenmikroskops besteht aus ein bzw. zwei magnetischen Kondensorlinse und einer magnetischen Objektivlinse. Die durch eine Wolfram-Glühkathode freigesetzten Elektronen werden in der Raumladungswolke konzentriert und durch das Anlegen der Hochspannung (1-30kV) als Strahl 'herausgezogen'. Dieser Primärelektronenstrahl wird zwischen Kathode und Anode in einem Crossover gebündelt. Zwischen den beiden magnetischen Kondensorlinse wird der Strahl im zweiten Crossover und zwischen Kondensorlinse und Objektivlinse im dritten Crossover gebündelt. Dies bewirkt eine mehrstufige Verkleinerung des Crossover auf die Probe.

$1st\ Crossover \approx 30\mu m \rightarrow 2nd\ Crossover \approx 3\mu m \rightarrow 3rd\ Crossover \approx 0,3\mu m$.

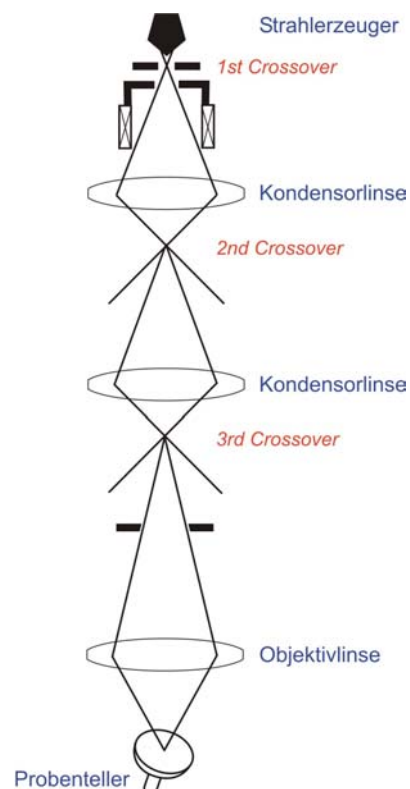


Abb. 11.5. Schematischer Aufbau des Strahlengangs (Primärelektronen) in der Elektronensäule eines Rasterelektronenmikroskops.

Auf die verschiedenen Linsenfehler wie sphärische Aberration*, Beugungsfehler, chromatische Aberration und axialer Astigmatismus, die vor allem Einfluss auf das Auflösungsvermögen des Rasterelektronenmikroskops haben, können wir an dieser Stelle nicht detaillierter eingehen.

Unter Astigmatismus versteht man einen Abbildungsfehler von Linsen, der z.B. durch eine Asymmetrie der Polschuhe oder auch durch Aufladungen erzeugte Unrundheiten der Blenden ausgelöst werden kann. Diese Abbildungsfehler können durch einen sog. Stigmator kompensiert werden.

Die ebenfalls zu den Ablenkelementen gehörende Rastereinheit (Scangenerator) hat die Aufgabe, den fein fokussierten PE-Strahl zeilenweise über das zu untersuchende Probenfeld zu führen.

Bei der Wechselwirkung des Primärelektronenstrahls mit der Probe (Materie) entstehen, eine Reihe energetisch unterscheidbarer Elektronen, die durch entsprechende **Detektoren** erfasst und zur Bilddarstellung oder zur Analyse genutzt werden können.

1. **Sekundärelektronen** (SE) sind Elektronen, deren Energie unter 50eV liegt. Sie stammen aufgrund ihrer geringen Energie aus der obersten Oberflächenschicht (ca. 0,5-2nm). Die SE entstehen durch unelastische Wechselwirkung der Primärelektronen mit der Atomhülle des Probenmaterials (\nearrow Ionisation) und liefern die bekannten Oberflächenkontrastbilder (Topographie).

2. **Rückstreuielektronen** (RE, engl. backscattered electrons, BSE) sind Elektronen deren Energie größer als 50eV entspricht. Sie entstehen durch elastische Wechselwirkung (\nearrow Streuung) der Primärelektronen mit der Probe. Die 'Austrittstiefe' liegt in der Größenordnung von mehreren μm der Probe. Sie bilden im sogenannten Rückstreuielektronenbild Bereiche unterschiedlicher Orientierung oder unterschiedlicher Ordnungszahl, also den Elementkontrast der Probe ab (Topographie und Materialkontrast).

3. **Auger-Elektronen** (AE) entstehen aufgrund von Ionisation und Anregung innerer Elektronenniveaus der Atome innerhalb der Probe. Beim Übergang eines Elektrons einer energetisch höheren Schale in ein energetisch niedrigeres ionisiertes Niveau wird Energie in Form eines Röntgenquants ($h \cdot \nu = \Delta E$) frei. Die Energie dieser Elektronen ist elementspezifisch und kann zur Analyse genutzt werden.

4. Charakteristische **Röntgenstrahlen** werden bei der Anregung und Ionisation innerer Elektronenniveaus der Atome und anschließendem Übergang in den Grundzustand emittiert. Sie ist elementspezifisch und kann wie die Auger-Elektronen zur Analyse (Röntgenfluoreszenzanalyse, RFA) des Probenmaterials verwendet werden. Bei kleinerer Ordnungszahl ($Z < 20$) tritt überwiegend Emission von AE auf, bei höheren Ordnungszahlen dominiert die Emission von charakteristischer Röntgenstrahlung.

* Als Aberration (aus dem Lat. *aberrare* = abirren) bezeichnet man Farb- und räumliche Fehler von Linsenabbildern.

► Welcher Wellenlänge entspricht die Energie (50eV) der Sekundärelektronen?

Elektronen	Information	Detektor	Auflösung
Sekundärelektronen (SE)	Topographie	Everhardt-Thornley	einige nm
Rückstreuielektronen (RE)	Topographie und Elementkontrast	Everhardt-Thornley	0,1 - 10 μm
Augerelektronen (AE)	Materialanalyse	Energiespektrometer für Elektronen	einige 100 nm
Röntgenquanten	Materialanalyse	EDX und WDX (Energie- und Wellenlängendispersive Spektrometer)	ca. 1 μm REM, einige 10 nm TEM

Tab. 11.1. Übersicht einiger Eigenschaften von energetisch unterschiedlichen Elektronen.

Die folgende schematische Darstellung zeigt die energetisch unterscheidbaren herausgelösten Elektronen in einer sogenannten Streubirne. Die Form und Größe der Streubirne ist abhängig von der Ordnungszahl Z des Probenmaterials und der Energie des Primärelektronenstrahls.

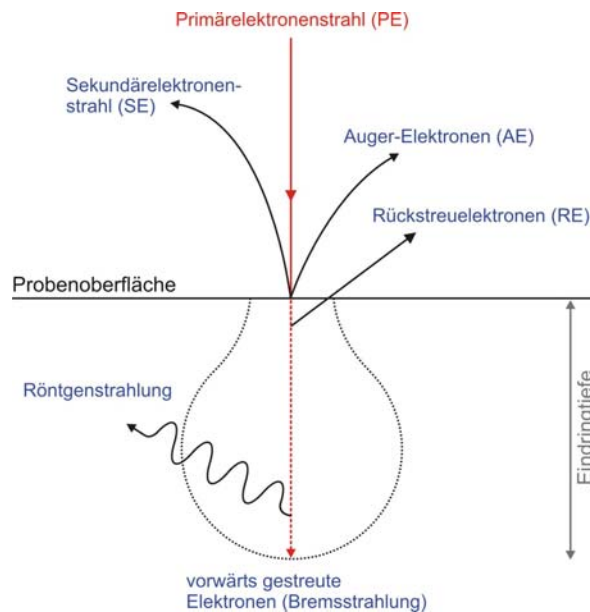


Abb. 11.6.
Schematische Darstellung der Wechselwirkung zwischen Primärelektronenstrahl und Probe in einer 'Streubirne'.

Neben diesen Elektronen, die uns in den folgenden Überlegungen weiter interessieren werden, entstehen noch andere Elektronen wie vorwärtsgestrene, unelastisch gestrene und elastisch gestrene Elektronen, Plasmon-Loss-Elektronen (PL), Kathodolumineszenz (CL), transmittierte Elektronen (TE), absorbierte Elektronen (Probenstrom), die u.a. ebenfalls für analytische Zwecke genutzt werden können.

Die für ein Abbild der Probenoberfläche (Topographie) im REM notwendigen Sekundär- und Rückstreuelektronen werden im **Sekundärelektronendetektor** (sog. Everhardt-Thornley-Detektor) empfangen.

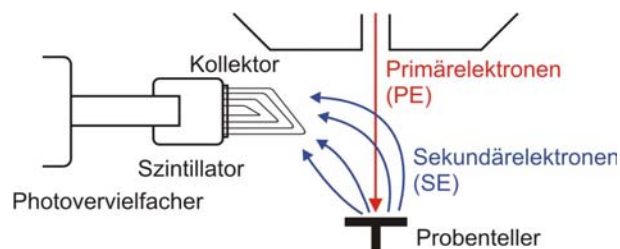


Abb. 11.7.
Schematische Darstellung eines Sekundärelektronendetektors.

Dieser ist seitlich in der Vakuumkammer neben dem Probenteller angebracht. Der gitterförmige Kollektor wird während der Messung auf positiver Spannung gehalten, so dass die Sekundärelektronen von der Probe regelrecht abgesaugt werden können. Der Szintillator ist auf ca. +10kV vorgespannt und beschleunigt die Sekundärelektronen auf ein wesentlich höheres Energieniveau. Die entstehenden Lichtquanten werden über einen Lichtleiter nach außen zu einem Photovervielfacher geführt, in dem die Lichtquanten wieder in einen Elektronenstrom umgewandelt werden.

In einem nachgeschalteten Vorverstärker wird dieser Elektronenstrom in ein geeignetes Videosignal verarbeitet und kann zur Abbildung des Topographiekontrastes in einer Bildschirmdarstellung verwendet werden. Dabei liefern die Bereiche, die dem Detektor zugewandt sind mehr Signale als die Bereiche die dem Detektor abgewandt sind. So kommt es nach der Bildverstärkung zu den bekannten Topographiedarstellungen aus 'Licht und Schatten'.

Wird der Kollektor negativ vorgespannt, so können nur Rückstreuielektronen registriert werden und man erhält ein sog. Rückstreuielektronenbild, das zur Abbildung des Elementkontrastes genutzt werden kann.

Andere Detektoren, wie der EDX-Detektor werden zur schnellen Elementanalyse und zur Abbildung der Elementverteilung verwendet, der WDX-Detektor, zur genauen Elementanalyse und der Auger-Elektronen-Detektor zur Elementanalyse dünner Schichten.

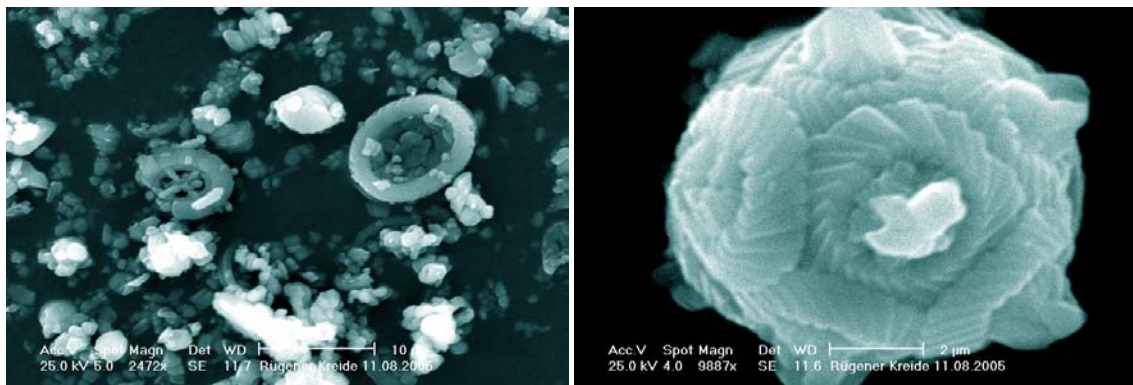
Bei Untersuchungen in Verbindung mit Kunst- und Kulturgut kann die Rasterelektronenmikroskopie wichtige Hinweise zur Oberflächenstruktur und deren Veränderung geben. Allerdings ist dieses bildgebende Verfahren ohne die zusätzliche Nutzung von EDX oft nicht viel aussagekräftiger als die normale Lichtmikroskopie, die zudem die Farbe des Präparates darstellen kann.

Bei der Untersuchung von physikalischen, chemischen oder vor allem auch biologischen Alterungsprozessen und damit verbundenen Veränderungen kann die REM wertvolle Daten liefern. So können z.B. Abbauprozesse einzelner Bestandteile, das Auskristallisieren von Salzen an Steinproben oder Schimmel und Bakterien untersucht werden.

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen das Beispiel einer Kalk-Kreide Probe (Provenienz: Insel Rügen), die ohne Bedampfung auf Kohlenstofftapas präpariert wurde. Die in der Abbildung eingeblendete untere Daten-Leiste beinhaltet folgende Informationen:

Acc.V	Spot	Magn	Det	WD
Hochspannung	Elektronenstrahldurchmesser	Vergrößerung	Detektor-Typ	Arbeitsabstand
25,0 kV	4,0	2472 - 9887	SE	11,6 - 11,7

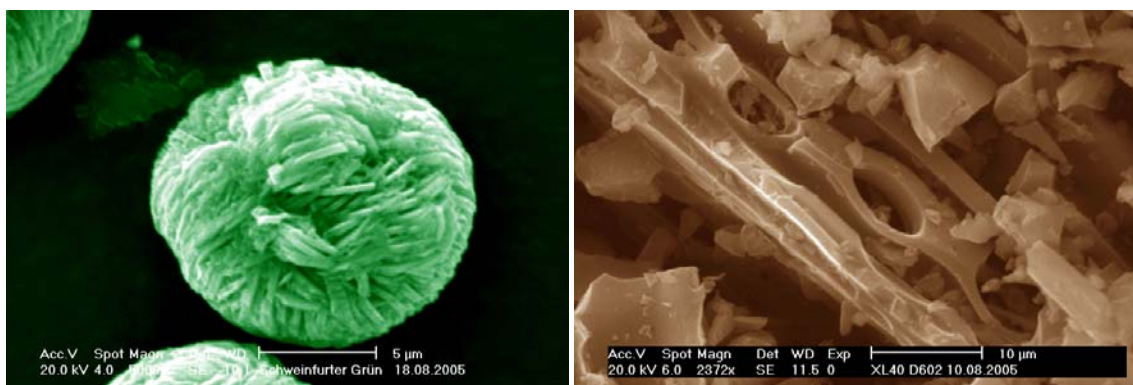
Abb. 11.8. - 11.9. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von Rügener Kreide. Gut zu erkennen sind die biogen organisierten Strukturen der Kokkolithen.



Die in natürlicher Kalkkreide vorkommenden Kokkolithen sind in den rasterelektronischen Aufnahmen sehr gut zu erkennen, allerdings sind diese im normalen Lichtmikroskop (↗ Sphäritenkreuz) ebenfalls zu lokalisieren, so dass hier der analytische Wert fraglich ist.

Die folgenden zwei Beispiele zeigen ebenso wichtige morphologische Eigenschaften von Schweinfurter Grün und Holzkohlenschwarz.

Abb. 11.10. - 11.11. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von Schweinfurter Grün (typische Rosetten) und Holzkohlenschwarz mit den gut zu erkennenden Gefäßöffnungen.



Um Proben im Rasterelektronenmikroskop untersuchen zu können, müssen diese zuvor auf einem Aluminiumprobenteller präpariert werden. Hierzu werden kleine Proben (z.B. Pigmentproben) mit Hilfe von doppelseitig klebenden Kohlenstoff-Tapes direkt auf den Teller fixiert. Größere Proben werden mit leitfähigen Kohlenstoffkleber auf den Teller gekittet.

In einem sog. Sputtergerät können die Proben anschließend mit einer dünnen Leitschicht aus Gold oder einem anderen Edelmetall überzogen werden. Als Goldquelle dient ein Gold-Target innerhalb des Sputtergerätes. Dieses wird in einer Vakuumkammer in Argongas-Atmosphäre ionisiert. Das Goldplasma setzt sich auf der Probe ab und bildet je nach Sputterzeit eine dementsprechend feine Schicht von einigen Nanometern.

► Warum müssen die Proben für die Rasterelektronenmikroskopie leitfähig gemacht werden?

Um beispielsweise bei einer Elementanalyse das mitanalyisierte Gold zu umgehen, kann die Probe mit einer dünnen Schicht aus Kohlenstoff beschichtet werden. Kohlenstoff wird von EDX-Detektoren mit Beryllium-Fenster nicht erfasst und stört daher die Analyse nicht. Der Kohlenstoff stammt z.B. aus einem Graphitstab, der im Vakuum über der Probe verdampft wird.

An- und Dünnschliffe müssen ebenfalls mit Kohlenstoffkleber auf einem Aluminiumteller fixiert und anschließend besputtert werden.

Da die Untersuchungen grundsätzlich im Vakuum durchgeführt werden, darf das Probenmaterial in der Probenkammer nicht ausgasen (↗ Lösemittel des Kohlenstoffklebers), zudem muss wie bei allen instrumentell analytischen Untersuchungsverfahren mit äußerster Sauberkeit gearbeitet werden (↗ Handschweiß).

Die Proben für die Rasterelektronenmikroskopie können archiviert und für spätere Untersuchungen zur Verfügung gestellt werden, da anders als bei anderen instrumentellen Untersuchungen die Proben durch den Messvorgang nicht zerstört werden.

Material-Analyse (RFA)

Die bei der Wechselwirkung des Primärelektronenstrahls mit den Probenatomen erzeugte charakteristische Röntgenstrahlung* ist elementspezifisch und kann daher zur Elementanalyse herangezogen werden.

Die Energie der emittierten Röntgenquanten entspricht der Differenz der bei der Emission beteiligten Energieniveaus, die für Atome eines Elements charakteristisch ist.

Wenn ein Elektron aus einer inneren Schale (z.B. K-Schale) herausgeschlagen wird (Tiefenionisation), wird die entstandene freie energetisch günstigere Position durch ein Elektron einer äußeren Schale (z.B. L-Schale) wieder besetzt. Dabei wird durch Emission ein Röntgenquant mit der Differenzenergie (ΔE) der beiden Schalen freigesetzt.

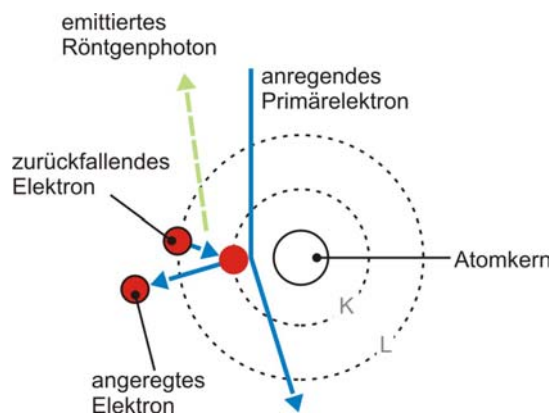


Abb. 11.12. Handelsüblicher Aluminiumprobenteller, auf dem die Proben für die REM fixiert werden.



* Neben der charakteristischen Röntgenstrahlung, tritt ebenfalls noch eine sogenannte Bremsstrahlung auf, die aber materialunspezifisch und deshalb zu vernachlässigen ist.

Abb. 11.13. Anregung der charakteristischen Röntgenstrahlung.

Die Benennung der Übergänge erfolgt nach der Schale, in die ein Elektron zurückfällt, also K, L, M. Mit griechischen Indizes wird das betroffene Elektron näher charakterisiert (\nearrow Elektronenspin), wie z.B.:

K_{α} ist der Übergang von der L-Schale in die K-Schale und
 K_{β} ist der Übergang von der M-Schale in die K-Schale.

Durch die weitere Unterteilung der Schalen (Nebenquantenzahlen) sind mehrere Übergänge pro Schale (Hauptquantenzahl) möglich, die durch eine Nummerierung unterschieden werden, z.B. $K_{\alpha 1}$ und $K_{\alpha 2}$.

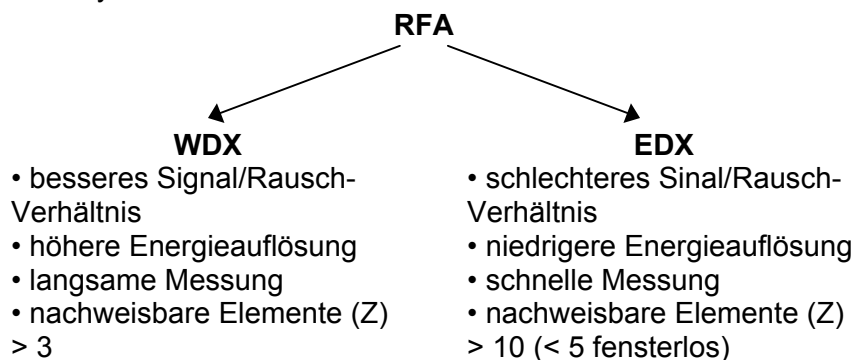
Bei der **Röntgenfluoreszenzanalyse RFA** (engl.: x-ray flourescence analysis XRF) wird die zu untersuchende Probe mit einem hochenergetischen Elektronenstrahl angeregt (Röntgenstrahlung), das zu den genannten Übergängen im Elektronensystem des Atoms und zu 'charakteristischen' Linien im Spektrum führt. Aufgrund der Anregung mittels Röntgenstrahlung spricht man von Röntgenfluoreszenz.

Zur Detektion wird entweder ein wellenlängendispersives (**WDX**) oder ein energiedispersives (**EDX**) Spektrometer genutzt.

Bei der WDX-Analyse wird über einen Kristall die emittierte Röntgenstrahlung gebeugt, so dass ein räumlich aufgeweitetes Spektrum entsteht (Wellenlängen-Dispersion).

Die EDX-Analyse erlaubt die schnelle Elementbestimmung aus einem Impulsspektrum mit Hilfe eines Halbleiterdetektors. Die Röntgenimpulse aller Elemente, die innerhalb der Anregungshochspannung liegen, werden gleichzeitig, also parallel, in einem Vielkanal-Zählrohr erfasst.

Die folgende Übersicht verdeutlicht kurz die Vor- und Nachteile der beiden genannten Systeme:



Das Impuls-Energie-Diagramm des EDX-Detektors (Impulsspektrum) liefert zunächst nur Linien bestimmter Energien, deren Höhe die Zahl der gesammelten Impulse über die Messzeit ausdrückt. Ob eine Linie auch angeregt wird, hängt von der Anregungsspannung ab. So werden mit einer Anregungsspannung von 5 kV nur die L-Linien von z.B. Kupfer angeregt, bei 20 kV dagegen die L-Linien und die K-Linien.

Im Spektrum ist ein sogenanntes Grundrauschen zu erkennen, es entspricht der Bremsstrahlung und entsteht durch den Energieverlust, den Primärelektronen durch Wechselwirkung mit den Atomhüllen erfahren.

K-Niveaus, die am stärksten gebundenen Elektronen enthalten, erzeugen die energiereichsten Linien, gefolgt von L- und M-Linien. Je schwerer ein Atom ist und je mehr Elektronen es besitzt, desto höher fällt die Energie von Linien mit gleichem Buchstaben aus. So liegt die K_{α} -Linie von Silizium bei 1,739 keV, die von Eisen bei 6,488 keV (\nearrow Abb. 11.15.).

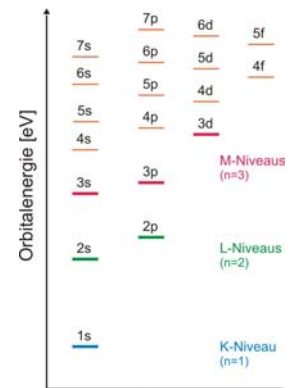


Abb. 11.14. Energieniveauschema von Mehrelektronensystemen. Jeder Strich symbolisiert ein Orbital. Niveau 1 entspricht dem Grundzustand ($n=1$).

Zudem können sich durch die geringe Auflösung des EDX-Spektrums, die Linien verschiedener Elemente überlagern was die Interpretation eines Spektrums erschwert. So liegen die K_{α} -Linien von Natrium, Magnesium und Aluminium sehr dicht beieinander.

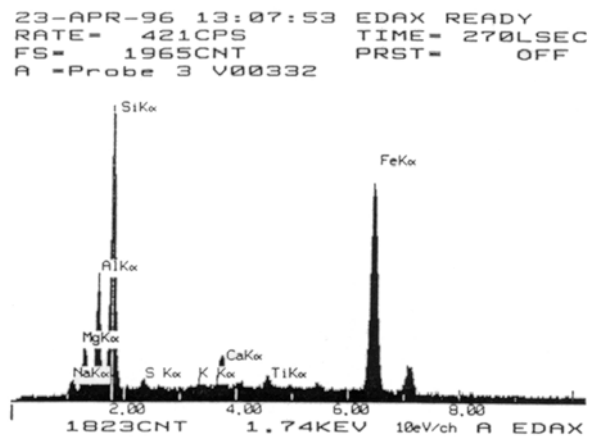


Abb. 11.15. Impulsspektrum einer Pigmentprobe (Roter Ocker).

In dem gezeigten Impulsspektrum (Roter Ocker) stammt das Eisen von der farbgebenden Komponente (Eisenoxid, Eisenoxidhydroxid), Silicium und Aluminium sind Hauptbestandteile des Aluminiumsilikat, Magnesium und Calcium sind Elemente des Calciumcarbonats und Calcium-Magnesiumcarbonats (Dolomit).

Ein grundsätzliches Problem in der Mikrosondenanalytik ist die Messung und Quantifizierung leichter Elemente. Der EDX-Detektor erfasst wegen des Beryllium-Fensters* vor dem Detektor, das den Detektor beim Belüften der Kammer vor Schäden schützen soll, nur die Elemente ab Ordnungszahl 11. Viele Detektoren haben dafür die Option, dieses Fenster im Hochvakuum wegzuschalten. Damit werden auch Elemente ab Ordnungszahl 5 detektiert.

Leichte Elemente emittieren nur geringe Energiebeträge, so dass diese von schwereren Elementen absorbiert und so gestört werden können.

* Das Beryllium-Fenster schützt den mit flüssigen Stickstoff gekühlten Detektor vor Restgasen (Vereisung).

Ein anderes Beispiel aus der restauratorischen Praxis zeigt eine Probe eines chlorid- und nitratbelasteten Ziegelmauerwerks. Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zeigt einen Ausschnitt aus einem Salzfilm im oberflächennahem Porenraum. Die Pfeile zeigen kubische Kristalle, bei denen sich es wahrscheinlich um NaCl handelt. Das zugehörige Impulsspektrum zeigt neben Linien von Si, Al, Ca, K, Fe auch K_{α} -Linien von Natrium und Chlor. Hier wird sehr deutlich, dass die Überlagerung (wie in diesem Fall der Ziegelmatrix) der Linien eine Interpretation solcher Spektren erschweren kann.

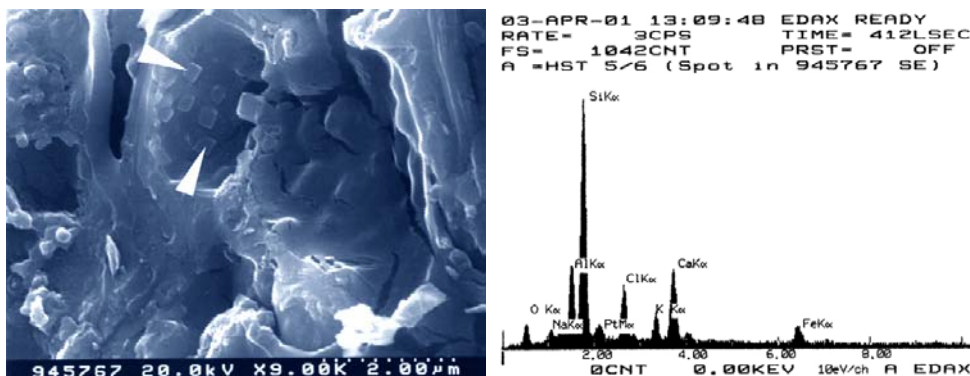


Abb. 11.16-11.17. REM-Aufnahme (links) eines Salzfilmes mit kubischen Kristallen. Impulsspektrum (rechts) einer Spotmessung der kubischen Kristalle.

(aus: F. SCHLÜTTER/M. STEIGER/H. JULING, 'Schädigung von chlorid- und nitratbelastetem Ziegelmauerwerk')

Neben der qualitativen Analyse lassen sich mit dem EDX auch quantitative Untersuchungen durchführen. Diese Untersuchungen werden immer mit Standards oder Referenzen durchgeführt.

Die quantitative Analyse leichter Elemente mit EDX ist schwierig und nur bei standardisierten Messungen sinnvoll. Das WDX-Spektrometer bietet hier bessere Möglichkeiten durch seine bessere Auflösung und den höheren Probenstrom.

Bei An- und Dünnschliffen kann zudem eine bestimmte Verteilung eines Elements von Interesse sein. Dazu kommen verschiedene Programme zum Einsatz die Elementkontrastbilder oder Elementverteilungsbilder liefern können.

Die Probengröße und Probenstruktur kann bei der Rasterelektronenmikroskopie je nach Fragestellung sehr unterschiedlich sein. Bei der Untersuchung von Streuproben reichen kleinste Proben im mg Bereich. Bei der Untersuchung von Stratigraphien müssen Proben ähnlich wie bei der normalen Lichtmikroskopie vorliegen. Dies bedingt auch die zuvor durchzuführende Präparierung als An- bzw. Dünnschliff.

Die Proben müssen durch das anliegende Vakuumabstrahlrohr frei von Feuchtigkeit und Lösemittelrückstände (Kohlenstoffkleber) sein. Die Präparierung (z.B. Besputterung) sollte im Idealfall vom Anwender selbst durchgeführt werden, da das Anbringen von Markierungen für das Auffinden von repräsentativen Stellen in der Probe ausschlaggebend sein kann.
