

Zur Verwendung des Elektronenmikroskops in der Mineralogie

Von Erich Neuwirth

Seit einigen Jahren steht der Technischen Hochschule in Graz ein modernes (Siemens-100-kv-)Elektronenmikroskop zur Verfügung. Eine großzügige Zuwendung der steirischen Privatindustrie, der Bundesministerien für Unterricht sowie für Handel und Wiederaufbau, der Steiermärkischen Landesregierung und die Einmütigkeit des Professorenkollegiums der Technischen Hochschule haben diese bedeutende Anschaffung ermöglicht. Nun ist dieses Mikroskop seit Herbst 1951 in Betrieb und hat die Erwartungen mehr als erfüllt. Auch die Mineralogie zog unmittelbaren Nutzen daraus; so konnten zahlreiche mineralogische Fragen steirischer Rohstoffe beantwortet werden. Im breiteren Kreis mag davon wenig gehört worden sein, da diesbezügliche Arbeiten nur in Zeitschriften enger Fachkreise und meist außerhalb der Steiermark erschienen sind. Es ist daher an der Zeit, im Rahmen dieser Mitteilungen über seine Verwendung in der Mineralogie kurz zu berichten.

In vielen Wissenschaftszweigen treten Teilchen von äußerst geringer Größe auf und spielen eigenschaftlich eine bedeutende Rolle. Die Forschung war daher frühzeitig bemüht, sich über diese Anteile der Materie Kenntnis zu verschaffen. Da im allgemeinen bei der Beurteilung von Individuen ihr visueller Eindruck von außerordentlicher Bedeutung ist, spielen Mikroskope in der Wissenschaft schon lange Zeit eine große Rolle. Auch in den verschiedenen Zweigen der Mineralogie, wie z. B. der Petrographie, wurde das Lichtmikroskop zu einem Hilfsmittel wie kaum ein anderes. Durch die verhältnismäßig bedeutende Größe der Wellenlänge des Lichtes ist diesem Mikroskop jedoch eine entscheidende und allzufrühe Grenze nach unten gesetzt. Da aber ein sehr wichtiger Vorgang und Teil der Gesteinsbildung, nämlich die Verwitterung, Teilchengrößen schafft, die in oder sogar unter der Größe der Lichtwellenlänge liegen, ist in dieser Gesteinswelt der Anwendung des Lichtmikroskops geringerer Erfolg beschieden. Es war daher die Einführung des Elektronenmikroskops, das mit Wellenlängen von durchschnittlich 0,045 Ångström arbeitet (um fünf Zehnerpotenzen kleiner als die kleinsten Lichtwellenlängen), in diesem Teil der Petrographie von besonderer Bedeutung (W. Eitel 1938). Dadurch war neben der bis dahin schon geläufigen Darstellung der Struktur der Tonminerale auch ihre bildliche Erfassung möglich. Ferner ist der bisher (lichtoptisch) bearbeitbare Größenbereich nach unten um etwa drei Zehnerpotenzen erweitert worden.

Diese letzte Feststellung umreißt schon einen sehr wichtigen und großen Teil der Anwendungsmöglichkeiten des Elektronenmikroskops in der Mineralogie. Über die Produkte der Verwitterung hinaus können aber weiters alle jene Minerale untersucht werden, die von Natur aus eine entsprechend geringe Größe besitzen. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, daß sich nur entsprechend kleine Minerale für eine elektronenoptische

Untersuchung eignen. Für gröbere Teilchen besteht dazu jedoch meist nicht die Notwendigkeit, da sie ohnedies im Lichtmikroskop studiert werden können.

Eine sehr wichtige Anwendungsmöglichkeit des Elektronenmikroskops besteht weiters in der Untersuchung von Oberflächen. Hiezu macht es der Elektronenstrahl besonders geeignet, da er außerordentlich kurzwellig ist. Auf die Mineralogie übertragen heißt dies, daß submikroskopische Eigenschaften von Kristall- und Bruchflächen, wie z. B. ihr Verhalten beim Ätzen, studiert werden können. Zahlreiche Arbeiten sind auf diesem Gebiet bereits erschienen und zeitigten sehr interessante Ergebnisse (G. Pfefferkorn und H. Westermann).

Es liegt nun die Frage nahe, auf welche Weise z. B. Tonminerale im Elektronenmikroskop bestimmt werden können. Im allgemeinen dient dazu neben dem Bild auch die Beugung, die ähnlich der Röntgenbeugung verwertet wird. Beide Äußerungen der Substanz sind während der Untersuchung wechselweise auf dem Leuchtschirm zu sehen und können unmittelbar auf einer Platte abgebildet werden. Aus dem Bild selbst verstand man bis vor kürzerer Zeit eigentlich nur die Größe und Form der Teilchen abzulesen (R. E. Grim 1953, K. Jasmund 1955). Dem Bestreben der Lichtmikroskopie folgend, möglichst viele Mineraleigenschaften als Bestimmungskriterien zu sammeln, wurden für die eigenen Untersuchungen mehrere elektronenoptische Methoden zurechtgelegt, die sich bisher sehr bewährt haben. Die interessanteste Möglichkeit davon stellt zweifellos das Dunkelfeldbild dar, das als Phänomen schon längere Zeit bekannt ist. Wie sein Name andeutet, wird dabei der bilderzeugende Hauptstrahl durch Kippung des Beleuchtungssystems ausgeblendet. Die Probe wird sodann nur von Strahlen getroffen, die unter einem sehr spitzen Winkel einfallen. Als Folge beobachtet man im Dunkelfeldbild durchstrahlbarer, kristalliner Teilchen leuchtende Streifen, die die Teilchen ganz oder zum Teil durchziehen und Interferenzerscheinungen darstellen, die den Bragg'schen Beugungsgesetzen gehorchen. Man hat also Abbildung und Beugungseffekt in einem Bild beisammen und hat, zumal sich diese Streifen in jeder Tonmineralart verschieden verhalten, besonders günstige Anhaltspunkte für die Bestimmung zur Hand. Dem geübten Elektronenmikroskopiker ist es daher oft ohne Zuhilfenahme weiterer Methoden, wie Röntgenbeugung, Differentialthermoanalyse usw., möglich, Tonminerale zu bestimmen. Das Elektronenmikroskop ist daher ein sehr bedeutendes Hilfsmittel der Sedimentpetrographie geworden und ergänzt bei tiefgründigeren Untersuchungen die Ergebnisse der oben angeedeuteten Methoden (Röntgenbeugung, D. T. A.) in einer für derzeit geltende Begriffe sehr vollständigen Weise.

Für den Inhalt der Arbeiten zeichnen die Verfasser
allein verantwortlich

Druck Leykam A.G., Graz