

Zur Einführung :

Kurzer Rückblick auf die Entwicklung der Erzmikroskopie

O.M.Friedrich

Die Tagungen dieser Arbeitsgruppe befassen sich vorwiegend mit der Erzmikroskopie. Deshalb ist es angezeigt, einen kurzen Überblick über die Entwicklung dieses Arbeitsgebietes und über den heutigen Stand den Vorträgen und Referaten (Kurzauszüge) dieser Tagung voran zu stellen.

Die Erzmikroskopie hat sich seit dem 1. Weltkrieg sprunghaft entwickelt. Die Anfänge der Mikroskopie überhaupt sind hinreichend bekannt, ebenso die Entwicklung der Metallmikroskopie. Sie sind beispielsweise in den entsprechenden Bänden des Freund'schen Handbuches der Mikroskopie in der Technik (4) ausführlich dargelegt.

Die Erzmikroskopie im heutigen Sinn beginnt 1906 und 1907 mit den Arbeiten von W. Campbell und von C.W. Knight in Nordamerika. Um diese Zeit ersinnt in Europa J. Königsberger Vorrichtungen, um die Anisotropieeffekte zu erkennen und zu messen. Fr. Klockmann, H.v. Scotti, Ehrenberg, vor allem aber H. Schneiderhöhn sind Pioniere auf dem Gebiete der Erzmikroskopie. M. Berek (1) schafft ab 1922 die theoretischen Grundlagen der Mineraloptik im auffallenden Licht und als Mitarbeiter der Optischen Werke E. Leitz / Wetzlar zugleich auch die geeigneten Apparaturen. Die Erscheinungen und Erkennungsmerkmale der einzelnen Minerale, vor allem der Erze, erarbeitet F. Ramdohr (18) in seinem ausführlichen Lehrbuch, das nunmehr schon in dritter Auflage vorliegt.

Die oxydischen Kristallphasen der anorganischen Industrieerzeugnisse sind 1963 von F. Trojer (23) in einem grundlegenden Werk zusammengefaßt worden, denn diese Techniken, zu denen die Keramik, die Industrie der feuerfesten Steine, des Glases und Portlandzementes als die wichtigsten zählen, bedienen sich ebenfalls sehr weitgehend der Erzmikroskopie. 1966 erschien im Verlag Macmillan Comp. New York und Collier-Macmillan Ltd., London die englische Fassung des Freundlichen Handbuchs (5) unter dem Titel "Applied Ore Microscopy Theory and Technique". Darin ist der Stand der Erzmikroskopie bis zu diesem Jahr auch für Leser des englischen Sprachbereiches gebracht.

Zunächst galt es, die Anschließfertigkeit so zu verbessern, daß möglichst kratzer- und relieffreie Schriffe ohne zu großem Zeitaufwand und ohne übermäßiges handwerkliches Können des Schleifers erzielt werden. Hierzu fand F. Trojer (22), daß Holzscheiben als Träger für die Schleif- und Poliermittel ausgezeichnet geeignet sind. In ähnlicher Weise verwendet W. Siegl Folien (Fourniere) aus geeigneten Hölzern und G. Rehwald (19) entwickelt die Vanderwilt'sche Schleifmaschine wesentlich weiter. Durch sehr genau klassierte Diamantkörnungen, die von verschiedenen Diamant verarbeitenden Firmen angeboten werden, gelingt es heute leicht, auch von Verwachsungen sehr verschieden harter Minerale, beispielsweise von Pyrit in Graphit einwandfreie, reliefarme Schriffe herzustellen.

Große Fortschritte in der Kontrolle der Schliffgüte brachte das Phasenkontrastverfahren, das beispielsweise von K. Michel (12) zusammenfassend dargestellt wurde. Durch die darnach entwickelten Interferenzkontrastobjektive nach Francon bzw. nach dem Prinzip von Jamin- Lebedeff (H. Piller

(14) und J.Gahn 6) ist es nun möglich, sich leicht von der Güte einer Anschliff-Oberfläche zu überzeugen, zumal diese, wie H.Piller und K.v.Gehlen (15) zeigten, ausschlaggebend ist für die Meßzahlen des Reflexionsvermögens. Es wurden für solche Beobachtungen auch eigene Interferenz-Mikroskope geschaffen (Torge 21). Nach den heutigen Erfahrungen ist es unerlässlich, jede Schliffstelle, deren RV. man mißt, nach diesen Methoden zu prüfen.

In der seit den Arbeiten von M.Berek verflossenen Zeit bemühte man sich vor allem, die Meßmöglichkeiten der Erzmikroskopie auszubauen, um von den subjektiven Bestimmungsmöglichkeiten, die vor allem sehr große Erfahrung verlangten, zu möglichst objektiven, auf meßbare Zahlenwerte gegründete Verfahren zu gelangen. Viele der im durchfallenden Licht verwendeten Möglichkeiten, wie die Unterscheidung von optisch einachsigen und zweiachsigen Kristallen oder der optische Charakter usw. scheiden für das auffallende Licht (zur Zeit noch) aus. Schon Berek hat aber auf das Reflexionsvermögen als dem am ehesten meßbaren Wert hingewiesen und auch schon eine Meßapparatur geschaffen. Diesen Methoden hafteten aber vielfach Fehler an, die in der Beobachtungsgüte des Untersuchenden begründet sind, von beispielsweise der Farbtüchtigkeit seiner Augen. Deshalb versuchte man hier möglichst zu elektrischen Meßverfahren überzugehen. Einen großen Fortschritt brachten die Photovervielfacher. Verschiedene optische Firmen, z.B.E.Leitz, G.Zeiß und C.Reichert entwickelten entsprechende Mikroskop-Photometer (Leow 10, Weber Kl (24), die in neuester Zeit auch im elektrischen Teil wesentlich verbessert werden konnten. Aber auch die Farbwerte lassen sich nun messen und wie H.Piller (16) zeigte, diagnostisch auswerten. Mit den photoelektrischen

Meßmethoden ist das Reflexionsvermögen der Erzminerale nun so genau meßbar, daß man die Dispersionskurven konstruieren kann, die das Bestimmen der Minerale sehr sichern, da man dadurch die Farbe objektiv ansprechen und auch die Erzminerale nach den Zahlenwerten des Farbsystems reihen kann.

Lange Zeit verwendete man natürliche, kubisch kristallisierende Minerale als Eichsubstanz für die Photometer, vor allem Bleiglanz und Pyrit. Es zeigte sich aber immer wieder, daß diese Minerale dafür nur bedingt geeignet sind. Deshalb ging man in letzter Zeit, gerade auch auf Anregung dieser Tagungsreihe fußend, dazu über, bestimmte Gläser und total reflektierende Prismen dafür zu verwenden.

In der Mikroskopie der Metalle wurden schon länger Prüfverfahren der " M i k r o h ä r t e " angewendet. Durch die Eigenheiten vieler natürlicher Minerale, beispielsweise durch ihre vorzügliche Spaltbarkeit, konnten diese Verfahren in der Erzmikroskopie lange nicht angewendet werden. Durch den in letzter Zeit erfolgten Bau von Geräten, die auch für die Erzmikroskopie geeignet sind, ist nun die Mikrohärtung auch für diese eine in vielen Fällen brauchbare und auch viel verwendete Meßzahl geworden. Entsprechende Härteprüfgeräte werden von mehreren einschlägigen Firmen erzeugt, beispielsweise wieder von E. Leitz, C. Reichert und C. Zeiß, wie auch von dem Kent Cliff Labor, Peek's Hill, N.Y. Deren Mitarbeiter veröffentlichten auch Berichte über die Arbeitsmethoden und gemachten Erfahrungen mit diesen Geräten, so J. Gahn (7,7a) und L. Schwank (20).

Vereinigt man die Meßwerte für die Mikrohärtung mit jenen für das Reflexionsvermögen in graphischen Tabellen, so wie dies Bowie und Taylor (2) erstmals zeigten, kommt

man zu Tafeln, die das Bestimmen der Erzminerale wesentlich erleichtern und vom subjektiven Erfassen unabhängiger machen.

Wie weit sich ein in letzter Zeit von den Leitzwerken gebauter Heitzisch (9,25) in der Erzmikroskopie bewähren wird, muß wohl noch abgewartet werden, doch scheint dieses Gerät sowohl für die Lagerstättenforschung zur Ermittlung geologischer "Thermometerpunkte" wie auch für die Industrie (z.B. Keramik) hoffnungsvoll (25) zu sein. Versuche damit laufen auch an unserem Institut.

Hingegen dürfen sich Fluoreszenzuntersuchungen mit dem Erzmikroskop (Ploem 17, Gahn und Kornmann 8) mehr für die Kohlenmikroskopie eignen, als für die Mikroskopie der Erze und anorganischer Industrieprodukte, ausgenommen einige stark fluoreszierende Minerale wie Scheelit und dgl.

Unter dem Erzmikroskop werden namentlich für die Aufbereitung von Erzen vielfach Mengmessungen ausgeführt. Verwendete man dazu früher vorwiegend Kreuztisch und Mikrometerokular, so werden heute vielfach Meßokulare (Neuer 13) oder eigene Meßgeräte, z.B. Linearanalysator (Exner 3) oder Quantimet herangezogen.

Schließlich sei noch auf die durch ihre ausgezeichneten Lichtbilder bekannte Bildkartei von A. Maucher und G. Rehwald hingewiesen. (11)

So sehen wir, daß auf dem Gebiete der Erzmikroskopie viel gearbeitet wird. Die von M. Berek erarbeiteten Erkenntnisse der Mineraloptik sind nach wie vor die Grundlagen für den weiteren Ausbau dieses Faches, das nicht nur für viele Bereiche der Wissenschaft nicht mehr entbehrt werden könnte, beispielsweise für die Lagerstättenkunde oder die Mineralparagenesenforschung, sondern auch für die Aufbereitung, aber auch für viele Zweige der Technik anorganischer Stoffe unentbehrlich geworden ist. Gerade diese Anwendungen erheischen möglichst genaue Meßwerte, um Fehler,

die durch menschliche Schwächen, wie durch mangelnde Farbtüchtigkeit der Augen oder sonstige Sehfehler bedingt sind, auszuschalten. Dazu sind oft kostspielige Apparaturen nötig, wie die modernen Mikroskop-Photometer und gerade an solchen Geräten wurden in den letzten Jahren große Fortschritte erzielt, die vorstehend nur kurz angedeutet werden konnten. Dadurch wird es nötig, daß zahlreiche Fachkollegen zum Erfahrungsaustausch über sprachliche und staatliche Grenzen hinweg zusammenfinden, wie dies durch diese Tagung beabsichtigt ist.

Auszug aus dem Schrifttum der letzten Zeit:

- 1 Berek M. Optische Meßmethoden im polarisierten Auflicht, insonderheit zur Bestimmung der Erzminerale, mit einer Theorie der Optik absorbierender Kristalle. Fortschr.Min.22,1937,1-104 und viele weitere Arbeiten.
- 2 Bowie S.H.U. und K.Taylor A system of ore mineral identification.II.Atom.Energ.Conf.Genova A/Conf. 15/P/42,1958 (bezw.Atomic Energy Division,Geol. Survey of Great Britain,1958).
- 3 Exner H.E. Die Kennzeichen des geometrischen Gefügebaues mit Hilfe des Linearanalysators nach H. F.Fischmeister. Leitz.Mittg.Wiss.u.Techn.4,1967, 97- 102.
- 4 Freund H. Handbuch der Mikroskopie in der Technik. 8 Bände. Umschau-Verlag Frankfurt/Main ab 1959.

- 5 Freund H. Applied Ore Microscopy, Theory and Technique. 1966 Macmillan Comp. New York and Collier-Macmillan Ltd., London, 607 + XLI Seiten.
- 6 Gahm J. Quantitative Messungen mit der Interferenzanordnung von Jamin-Lebedeff. ZeiB Mittg. 3, 1965, 3-31.
- 7 Gahm J. Ein neuer Mikrohärteprüfer. ZeiB Informationen Nr. 22, 1966, 121- 127.
- 7a Gahm J. Einige Probleme der Mikrohärtemessung. ZeiB Mittg. 5, 1969, 40-80.
- 8 Grehn J. und Kornmann H. Kontrastfluoreszenz mit dem Opak-Illuminator. Leitz-Mittg. Wiss.u.Techn. 3, 1965, 108-111.
- 9 Kosel J. und R. Anschütz Der Leitz-Mikroskop-Heiztisch 1750 und seine Anwendung. Leitz, Wiss.u.Techn. 2, 1963, 129-142.
- 10 Leow J.G. Das Leitz-Mikroskopphotometer MPV und seine Anwendung für quantitative Reflexionsmessungen. Leitz Mittg. Wiss.u.Techn. 4, 1968, 176-180.
- 11 Maucher E. und G. Rehwald Bildkartei der Erzmikroskopie Umschau-Verlag Frankfurt/Main ab 1961.
- 12 Michel K. Phasenkontrast. ZeiB Mittg. 1, 1959, 243-268.
- 13 Neuer H. Mengenanalyse mit dem Mikroskop. ZeiB Informationen, 60, 1966, 65-69.
- 14 Piller H. Durchlicht-Interferenzmikroskopie nach dem Jamin-Lebedeff-Prinzip, ZeiB-Mittg. 2, 1962, 309-334.
- 15 Piller H. und K.v. Gehlen On Errors of Reflectivity Measurements and of Calculations of Refractive Index n and Absorption Coefficient k. Amer. Mineralogist 49, 1964, 867-887, Auszug in ZeiB-Mittg. 3, 1965, 441-442.
- 16 Piller H. Colour Measurements in Ore-Microscopy Min. Dep. 1, 1966, 175-192.
- 17 Ploem J.S. Ein neuer Illuminatortyp für die Auflicht-Fluoreszenzmikroskopie. Leitz Mitt. Wiss.u.Techn. 4, 225-238.

- 18 Ramdohr P. Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Akademie Verlag, Berlin 3.Auflage, 1960, 688 Abb. 1089 Seiten.
- 19 Rehwald G. Entwicklung und Zukunft der Erzmikroskopie. Leitz Mittg. Wiss. u. Techn. 2, 1962, 56-59.
- 20 Schwank L. Der Mikrohärteprüfer zum Metallmikroskop MM5. Leitz Mittg. Wiss. und Techn. 4, 1967, 7-13.
- 21 Torge H. Das Interferenz-Mikroskop. Zeits. Informationen 61, 1966, 100-103.
- 22 Trojer F. Herstellung von Dünn- und Anschliffen von oxydischen Industrieprodukten. Mikroskopie (Hammer, Wien) 2, 1947, 376-382.
- 23 Trojer F. Die oxydischen Kristallphasen der amorganischen Industrieprodukte. (OH) - und H₂O-freie Verbindungen. Schweizerbart, Stuttgart, 1963, 428 Seiten.
- 24 Weber Kl. Leitz-Mikroskop-Photometer MPV mit variabler Meßblende. Leitz Mittg. Wiss. u. Techn. 3, 1965, 103-107.
- 25 Zednicek W. Mineralogische Untersuchungen von Chromerzen verschiedener Lagerstätten der Erde. Radex-Rdsch, 1969, 650-680 und 693 -728.