

## Anwendungsmöglichkeiten der Auflichtmikroskopie in der Baukeramik

von G. Breslmair (Leoben)

Die technischen Produkte wie die der Zementindustrie, der Grob- und Feinkeramik, die technischen Nebenprodukte, wie z. B. Schlacken, die gesinterten und gerösteten Erze und vor allem die Erzeugnisse der Eisen- und NE-Metalle bestehen überwiegend aus Kristallgesellschaften, die naturgemäß die Eigenschaften dieser Erzeugnisse weitgehend bestimmen. Soweit es sich dabei um genügend große, über  $1/4$  messende Kristalle handelt, kann man sich bei ihrer Bestimmung der in der Mineralogie bestens ausgearbeiteten optischen Untersuchungsmethoden bedienen.<sup>1,)</sup>

Ein Stoffgebiet, bei dem sich die Mikroskopie, insbesondere jene mittels Auflicht im Augenblick bewährt und ferner bewähren wird, ist das der Baukeramik. Unter "Baukeramik" müge man alle jene, in der Bauindustrie verwendeten Produkte verstehen, die im Rahmen ihrer Herstellungstechnologie einem keramischen Brand unterworfen wurden, z. B. Steinzeug, Klinkerplatten, Fliesen, Rotziegel etc. Den Letzteren soll das Augenmerk dieses Referates geschenkt werden.

Als "Rotziegel" kann man die Erzeugnisse ansprechen, die aus Ton bzw. Lehm erbrannt, ein rötliches, in der Anwesenheit von Hämatit begründetes Aussehen besitzen. Zum Überwiegenden Teil handelt es sich dabei um die verschiedensten Ausbildungsformen der Mauer- und Dachziegel, wie sie auf nahezu jeder Baustelle zu finden sind.

Um die Rotziegelproben im auffallenden Licht mikroskopieren zu können, bedarf es einer geeigneten Vorbereitung bzw. Präparation, damit die Anfertigung eines Anschliffs möglich ist. Zu diesem Zweck bettet man die auf ca. 1 mm dünn geschliffene Probe in Kunstharz ein, schleift und poliert sie plan.

Es sollen nun einzelne Probleme der Rotziegelherstellung und deren Eigenschaften an Hand von auflichtmikroskopischen Untersuchungen dargestellt, zunächst aber der Chemismus erläutert werden. Die Brennprodukte, der bei etwa 900 - 1000°C gebrannten Rohstoffe (Ton, Lehm, mit oder ohne Beimengungen) bestehen im wesentlichen aus den Oxydkomponenten  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Alkalien und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Demzufolge liegt das Gebiet des Rotziegels, unter Vernachlässigung des  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (5 - 10 Gew.-%) im schraffierten Bereich des Systems  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -  $\text{SiO}_2$  -  $\text{K}_2\text{O}$  (Bild 1). Die erwähnten niedrigen Brenntemperaturen lassen

mikroskopisch die Bildung der Phase  $KAS_6$  nicht erkennen, wohl ist sie röntgenographisch anzunehmen, insbesondere deutet ein Anwachsen der dafür charakteristischen Peaks bei Brenntemperaturen über  $1000^\circ C$  auf eine vermehrte Anwesenheit von  $KAS_6$ . Obgleich dem System nach Mullit ( $Al_2S_2$ ) zu erwarten wäre, ist er nur in den seltensten Fällen und nur bei Anwesenheit von  $K_2O$  im Rotziegel vorzufinden. Die Betrachtung der Anschliffbilder zeigt, daß die Temperatureinwirkung lediglich zur teilweisen bzw. vollständigen Disproportionierung der im Ton vorhandenen Glimmer und zur Bildung von größeren Mengen Schmelzphase, die auf Flußmittelgehalten beruht, geführt hat. Bedingt durch die in der Keramik niedrigen Reaktions- und Umsetzungsgeschwindigkeiten, genügen die Haltezeiten von 2 - 6 Stunden nicht, um bei den üblichen Brenntemperaturen zu einer gleichmäßig zusammengesetzten Schmelzphase zu gelangen. Untersuchungen mit der Elektronenstrahl - Mikroanalyse ergeben beträchtliche, oft auf engem Raum vorhandene Konzentrationsunterschiede, welche für den Ungleichgewichtszustand, in dem sich nahezu alle keramischen Produkte befinden, charakteristisch sind. Jene Minerale, die im Rohstoff Ton vorzufinden waren und die nicht an der Schmelzphasenbildung teilgenommen haben, liegen in ihren "alten" Korngrößen vor, z.T. blieb auch bei weitgehend disproportionierten Glimmern die äußere Gestalt erhalten.

Die nun folgenden Mikrobilder von Ziegelanschliffen sollen als Beispiel dafür dienen, welche Schlüsse die auflichtmikroskopischen Untersuchungen ermöglichen:

Bild 2.170x. zeigt am oberen Bildrand ein Magerungskorn in einem Dachziegel, von dem sich die "Ziegelgrundmasse" (ehemalige Tonfeinstsubstanz) deutlich abgehoben hat. Eine derartige Ausbildung von, die Magerungskomponenten umgebenden Poren läßt die Deutung zu, daß es sich um Trockenschwindrisse handelt, deren Ursache vornehmlich in höherem montmorillonitischen Anteilen des Rohstoffes Ton liegt. Daß die mangelhafte Einbindung der Magerungskörner die Ziegelseigenschaften nachteilig beeinflusst, ist naheliegend, so gab es in diesem Fall nicht allzueltene Klagen über einen zu geringen Frostwiderstand.<sup>3+)</sup>

Bild 3.130x. normales Auflicht. Auf den ersten Blick ist eine deutlich ausgebildete Textur zu erkennen, sie verläuft diagonal über das Bild. Derartige Texturen im Rotziegel sind ein Beweis für die Verwendung einer Strangpresse als Formgebungsaggregat. Darüberhinaus deutet die gute Einbindung der Quarzkörner (die im Prinzip immer ein Magerungsmittel darstellen) auf einen Ton als Rohstoff, der keine

Bild 1

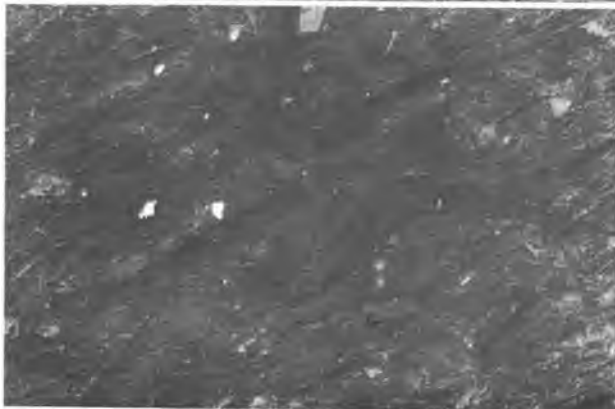
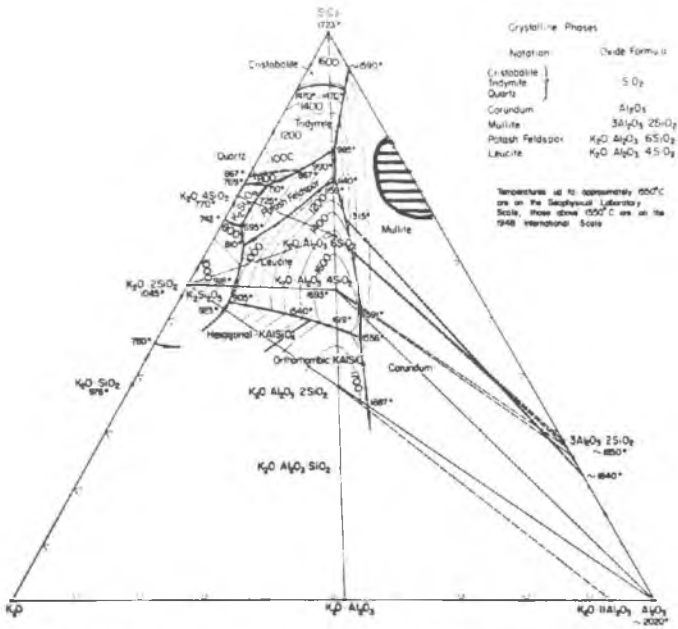


Bild 2

Bild 4

Bild 3

größeren Montmorillonitenteile besaß bzw. wenig Fauchte zur Plastifizierung benötigte. Die Trocknung dieses Strangfalzziegels kann keine Probleme aufgeworfen haben. Aus dem Bild, wie auch aus dem vorhergehenden geht die Anwesenheit von Glimmer hervor, der in Sedimentgesteinen nahezu immer vorhanden ist. Hier, im gebrannten Produkt, kann er zur ungefähren Bestimmung der Brenntemperatur herangezogen werden. Betrachtet man die größeren Muskowitteleiten unter gekreuzten Nicols, so zeigen sie noch Anisotropieeffekte, d.h. diese Muskowite sind trotz des Brandes noch ziemlich unbeschädigt. Die kleineren Muskowite dagegen scheinen unter gekreuzten Nicols isotrop zu sein, ihre Anschlifffläche macht außerdem einen aufgerauhten Eindruck, bedingt durch eine erfolgte thermische Disproportionierung. Man weiß, daß die "Schmelztemperatur" des Muskowits bei  $1000^{\circ}\text{C}$  liegt<sup>2.)</sup>, somit können wir den Muskovit in diesem Fall als mineralogisches Thermometer ansehen und die Brenntemperatur dieses Ziegels mit  $950 - 980^{\circ}\text{C}$  annehmen, auf jeden Fall aber unter  $1000^{\circ}\text{C}$ . Die röntgendiffraktometrische Untersuchung eines Tones bei verschiedenen Brenntemperaturen gibt dieselben Verhältnisse wieder: Mit steigender Brenntemperatur steigt der Anteil des disproportionierten Muskowits, während der unbeschädigte, im Auflicht optisch anisotrope, sicherlich grobe Glimmeranteil proportional dazu sinkt.<sup>3.)</sup>

Bild 4, 200x, zeigt nur die Randzone eines Dachbibers, der etwa 50 Jahre der natürlichen Bewitterung ausgesetzt war. Man erkennt deutlich die, durch die Frostvorgänge bewirkte, aufgelockerte Randzone, bei der die weichere Schmelzphase abgetragen wurde und nur die erheblich härteren Komponenten (Quarz, Glimmer etc.) der Erosion Widerstand geleistet haben. Die noch ungeschädigte Grundmasse zeigt fast keine Strangpreßtexturen, sodaß der betrachtete Ziegel mit Sicherheit als handgeschlagen zu bezeichnen ist. Dieses Bild muß außerdem als Hinweis dafür angesehen werden, daß für den Frostwiderstand die Beschaffenheit der ehemaligen, nun weitgehend verglasten Tonfeinstfraktion ausschlaggebend sein muß, natürlich im Zusammenhang mit den Magerungskomponenten.

- 1.) Trojer, F.: Reflexionsmessungen in der Mikroskopie hüttenmännischer Produkte; RADEX - Rundschau 1962, S. 43.
- 2.) Träger, W.E.: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Bd. II; Schweizerbart-Verlag, Stuttgart 1967, S. 512.
- 3.) Unveröffentlichte Untersuchungsberichte des Inst. f. Gesteins- hüttenkunde u. feuerfeste Baustoffe, Leoben.