

DIE KOHLENTONE DES KÖFLACHER REVIERS  
Ein Beispiel der Anwendung rationeller und moderner  
Methoden zur Nutzbarmachung einer Lagerstätte

Von  
Gottfried KOPETZKY (Graz)

## Einleitung

Die Zeiterscheinung, daß der Kohlenbergbau – und insbesondere der Braunkohlenbergbau – in einem schweren Konkurrenzkampf gegen die übrigen Energieträger steht, bringt es mit sich, daß man die Gewinnung der Kohle mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln zu rationalisieren versucht, um die Gestehungskosten zu senken. Dabei stellen die Zwischenmittel bzw. der Abraum der Kohle und dessen Gewaltigung einen erheblichen festen Kostenfaktor bei der Gewinnung dar. Es ist dabei ein geradezu dringendes Anliegen, sich der Verwertung dieser bedeutenden Abraummassen anzunehmen, um wenigstens einen Bruchteil dieser hohen Kosten wieder hereinzubringen. Dabei wird nicht so sehr an die gewöhnlich beim Abbau der Kohle anfallenden sandig-tonigen Zwischenmittel und die überlagernden Schichten gedacht, welche in mehr oder minder großen Stücken und Knollen anfallen. Das Hauptaugenmerk wurde vielmehr auf das in den Schlammteichen des Pi-bersteiner Reviers (Franzschacht) abgelagerte Material gelegt, welches beim Waschvorgang der Kohle anfällt. Der ursprüngliche Sedimentationsverband der diagenetisch verfestigten tertiären Schichten wurde dabei bis in den Feinkornbereich (unter 1 mm) zerstört, und es liegt ein lockeres künstliches Sediment vor, das mit Kohleteilchen durchsetzt ist.

Da der Waschvorgang der Kohle für eine spätere Verwertung des Abraums auch einen technisch wertvollen Aufbereitungsprozeß darstellt, wurde dieses künstliche Sediment vom Sedimentationsvorgang, also vom Einschlämmen der Bergtrübe bis zum Absetzen und Abtrocknen genau beobachtet und im folgenden beschrieben. Auch das chemische und physikalische Verhalten dieser künstlich abgelagerten Kohlentone, welches sich von den im natürlichen Kornverband befindlichen Sedimenten z. T. wesentlich unterscheidet, wurde näher untersucht und das Ergebnis hier festgehalten. Zum Schluß werden auch Hinweise zur Technologie der Aufbereitung und Selektierung sowie zur keramischen Verarbeitung gegeben. Die Versuche zur keramischen Verarbeitung des künstlich abgelagerten Kohlentes wurden bereits bis zur Produktionsreife vorangetrieben.

Die umfangreichen, kostspieligen Untersuchungen wurden zur Gänze von Herrn Josef HAUGENEDER, Ziegeleibesitzer in Graz, finanziert.

Für die Beurteilung der Möglichkeiten der wirtschaftlichen Nutzung der Kohlentone im Köflacher Kohlenrevier sind folgende Überlegungen maßgebend:

- 1.) Wo und in welcher Form stehen in diesem Gebiet für die wirtschaftliche Nutzung ausreichende Mengen homogener Materialien zur Verfügung?
- 2.) Wie sieht die mineralische und chemische Zusammensetzung solcher in Frage kommender Materialien aus? Wie ist ihre physikalische Beschaffenheit (Korngrößen, Festigkeit etc.)? Wo sind diese Materialien im Sinne der keramischen Terminologie einzuordnen?

Es galt, kurz gesagt, im Köflacher Kohlenrevier eine geeignete Kohlentonlagerstätte zu finden und vom wirtschaftlichen Standpunkt nach jeder Richtung hin zu untersuchen.

Aus dieser Problemstellung heraus ergab sich, daß das Hauptaugenmerk vor allem auf die bedeutenden Kubaturen des Abraums, der bei der Kohlengewinnung anfällt, gelegt wurde. Im größten derzeit im Abbau befindlichen Tagbau des Reviers, im Karlschacht, wurden z. B. in der Zeit nach dem zweiten Weltkrieg bis heute ca. 12, 000. 000 m<sup>3</sup> Abraum gehaldet. Wenn man bedenkt, daß jede Tonne Kohle aus dem Franzschacht (Pibersteiner Revier) z. B. mit etwa S 160. -- bis S 170. -- für die Gewaltigung des Abraumes belastet ist, so ist es geradezu ein dringendes Anliegen, sich der möglichen Verwertung dieser Halden anzunehmen.

Bevor nun auf die Ausbildung der Halden näher eingegangen wird, soll kurz die geologische Situation im Köflacher Braunkohlenrevier erläutert werden.

### Geologische Situation

Im Mittelmiozän in der helvetischen Stufe wurden aus dem kristallinen Rahmen der Stubalpe in die damalige Sumpf- und Moorlandschaft dieses Gebietes feinkörnige Sedimente ab-

gelagert. Das Relief der Stubalpe muß damals äußerst flach gewesen sein. In der flözführenden Schichtfolge treten fast ausschließlich Sedimente auf, die über ein Korn von 2-3 mm  $\phi$  nicht hinausgehen, wenn man von späteren diagenetischen Verfestigungen und konkretionären Bildungen absieht. Diese Sedimente bestehen makroskopisch betrachtet aus tonigen Glimmersanden, welche mehr oder minder von kohligten Substanzen durchsetzt sind. Das Köflacher Kohlenrevier besteht aus mehreren isolierten Mulden, welche zum Teil steil angelagert vom paläozoischen Grundgebirge in Form von Kalken und Dolomiten begrenzt sind. Dabei ist der Anteil an Kalk bzw. Kalziumoxyd in den zwischengelagerten Sedimenten auffallend gering. Die wichtigsten dieser Mulden sind die trogförmige Mulde des Karlschachtes zwischen Rosenthal und Köflach, die Mulde von Piberstein mit dem Tiefbau "Franzschacht" und dem Tagebau "Sebastiani" südwestlich von Lankowitz sowie der tiefe Untertagebau des Marienschachtes. Der Tagebau von Zangtal bei Voitsberg, der bereits eingestellt ist, fällt aus dieser Betrachtung heraus, da die Zwischenmittel dieses Bergbaues eine abweichende CaO-reichere Zusammensetzung aufweisen. Die Lagerung der flözführenden Schichten ist im allgemeinen sehr flach. Nur an den Rändern ist eine Verstellung und Verbiegung der Schichten festzustellen, die wahrscheinlich nachfolgenden Hebungen des Grundgebirges zuzuschreiben ist. Die flözführende Schichtfolge, welche einige hundert Meter mächtig ist, wird erosionsdiskordant von grobem Hangendschotter überlagert. Dieser Hangendschotter besteht ebenfalls aus kristallinen Komponenten. Die Pegmatitgerölle erreichen hier einen Durchmesser von einem halben Meter bis zu einem Meter. Dieser Hangendschotter hebt sich durch seine helle Farbe markant von den darunterliegenden dunkelgrauen Sedimenten der flözführenden Serie ab. Für die hier gedachte Verwertung bildet der Hangendschotter eine unangenehme Verunreinigung, da die groben Gerölle und Schotter aussortiert werden müßten.

## Die Beschreibung der Halden

Im folgenden soll nun auf die Halden des Karlschachtes und des Pibersteiner Reviers näher eingegangen werden. Der Marienschacht fällt aus dieser Betrachtung heraus, da seine Zwischenmittel zum größten Teil als Versatz für die Stollen im Untertagebau verwendet werden.

### a) Die Halden des Karlschachtes

Eine Übersichtsbegehung dieses ausgedehnten Haldenareals, welche sich über ca. 400–500 ha erstreckt, zeigt ein ziemlich einheitliches Bild. Die sandig-tonigen Zwischenmittel, wo immer wieder der grobe Glimmer auffällt, lagern mit Kohle oder Lignit vermischt in Korngrößen von der Tonfraktion bis zu 1/2 m Größe auf den Halden. Der Anteil an kohligter Substanz dürfte überschlägig zwischen 20 und 25% liegen. Auch die Kohle ist in ihrem Korngrößenaufbau ebenso unterschiedlich wie die Zwischenmittel. Kohlenstücke mit einem Durchmesser von 30 cm sind keine Seltenheit. Durch die maschinelle Förderung im Tagbau sind die Halden des Karlschachtes erheblich mit Kalk- und Dolomitgeröllen aus den Rändern der Mulde verunreinigt. Für eine Verwertung scheidet dieses Material praktisch aus, da die Aufbereitungskosten für eine Selektion bzw. Homogenisierung dieser verunreinigten Materialien zu hoch wären.

Trotzdem stehen auch im Karlschacht zwei Haldensektoren zur Verfügung, die die spezifischen, später noch zu erläuternden Eigenschaften haben, welche für die Verwertung notwendig sind.

### b) Pibersteiner Revier

Zum Teil sind auch hier die Verhältnisse ähnlich wie im Haldenareal des Karlschachtes. Es lagern ca. 4–5 Mill. m<sup>3</sup> korngrößenmäßig unsortiertes Material auf den Halden. Dieses besteht ebenfalls fast ausschließlich aus tonigen Glimmersanden. Auf diesen Halden fehlt nur die paläozoische Kalk-Komponente. Es finden sich jedoch Haldenanteile, vor

allem gegen den Ort Maria-Lankowitz hin, welche mit dem Hangendschotter vermischt sind.

Sehr interessant in diesem Haldenareal des Franzschachtes sind aber die sogenannten Waschberge, welche das Abraummaterial aus der nach dem Kriege errichteten Kohlenwäsche darstellen. Wie in anderen Braunkohlenbergbauen wird auch im Franzschacht die in zähe tonige Zwischenmittel eingebettete Kohle in einer Waschanlage auf Sieben im harten Strahl des fließenden Wassers gereinigt. Das aufgeschlämmte sandig-tonige Material wird mit Pumpleitungen zu großen Absetzteichen befördert und dort sedimentiert. Das Wasser läuft nach Klärung wieder in einen tiefer gelegenen Frischwasserteich und wird von dort wieder zur Wäsche gepumpt. Derzeit (1962) ist ein Schlämmteich von ca. 6-7 ha Ausmaß im Gebiet der sogenannten Barbaramulde in Auffüllung begriffen, ein zweiter mit einer Ausdehnung von ca. 7 ha und einer Mächtigkeit von 4-5 m ist bereits trockengelegt. Beide Schlämmteiche befinden sich in unmittelbarer Nähe der Packer Bundesstraße im Bereich der Gerstenmaierhöhe am südwestlichen Ortsende von Köflach. Dieses künstliche Sediment, welches hier aus seinem ursprünglichen Verband gelöst lagert, ist sowohl in seiner Korngrößenmäßigen, als auch in seiner mineralischen Zusammensetzung als sehr homogen im aufbereitungstechnischen Sinne zu bezeichnen. Von diesem Wäschenmaterial werden mindestens ein bis eineinhalb Mill. Kubikmeter in gleicher Ausbildung, nach Auffüllung des tieferen Schlämmteiches zur Verfügung stehen. Dieses völlig aufgelöste Material, welches keinerlei Kornbindung aufweist und beim Trocknen völlig zerfällt, mußte in diesem Zusammenhang das besondere Interesse erregen. Es wurde daher das Hauptaugenmerk bei den Untersuchungen auf dieses Schlanmmaterial gelegt. Das Ausgangsstadium für eine Verwertung ist nämlich hier wesentlich günstiger als bei den anderen Haldenmaterialien. Letztere sind, wie bereits erwähnt, Korngrößenmäßig sehr unterschiedlich und auch mit Kohle ver-

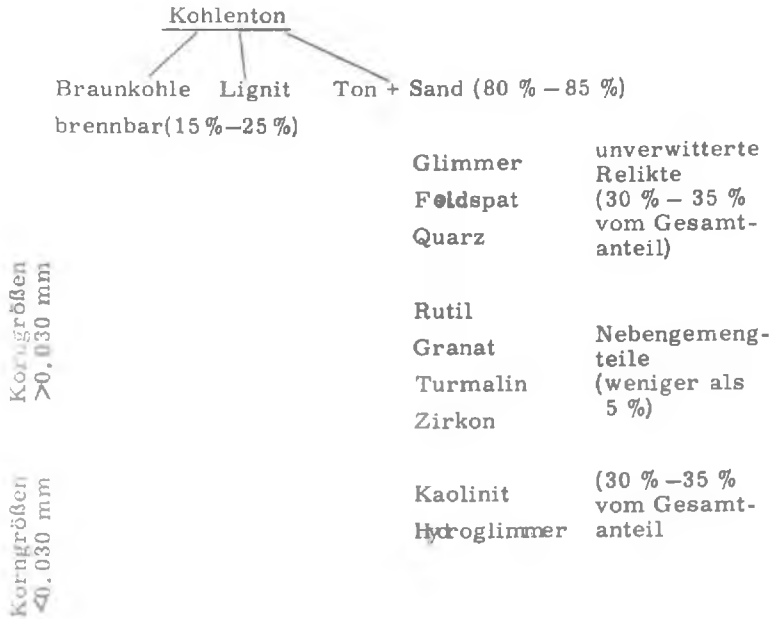
schieden durchsetzt. Bei dem homogenen Material aus der Wäsche ist auch die Gewähr gegeben, daß einmal gewonnene Untersuchungsergebnisse mit großer Sicherheit auf das gesamte Material übertragen werden können.

### Die Ausbildung der Sedimente in den Schlammteichen

Auch bei diesem künstlichen Sedimentationsvorgang finden sich alle Bilder wieder, wie sie in natürlichen Teichen und Seen auftreten. An den Rändern der Absetzbecken, wo die Einschlammung stattfindet, lagern sich die groben Kornkomponenten ab, bilden recht reine Sande, deren Porenräume mit Wasser gefüllt sind (Schwimmsande). Sie machen in diesem Falle ca. 20 % - 25 % der gesamten Menge aus und setzen sich im wesentlichen aus Quarz, Hellglimmer und Kohle zusammen. Die Korngrößen in diesem sogenannten Randmaterial liegen zwischen 0,5 und 3 mm. Die übrigen  $\frac{4}{5}$  -  $\frac{3}{4}$  der Schlammteiche bestehen aus einem feinkörnigen Schlicker, der von dünnen Lagen aus größerer Kohle und aus größerem Hellglimmer immer wieder unterbrochen wird. Auch ist oft flache Kreuzschichtung festzustellen.

### Makroskopische Beschreibung des Kohlentes (Schlammmaterial)

In den unverwitterten Relikten spiegelt sich die Zusammensetzung der Gesteine des kristallinen Rahmens der Stubalpe wider, welche vorwiegend aus Glimmerschiefern und Pegmatiten besteht. Nur die kalkige Komponente fehlt auffälligerweise vollkommen. Der Kaolinit und Hydroglimmer sind Neubildungen, die aus der chemischen Umsetzung gesteinsbildender Minerale und damit ebenfalls von den ursprünglichen Gesteinen herrühren.



### Korngrößenbestimmung - Trockensiebung

Die Korngrößenbestimmung wurde mittels DIN-Sieben mit einer Laborsiebmaschine, Bauart Alpine Augsburg, durchgeführt. Es ist daraus ersichtlich, daß mindestens 50 % des getrockneten Materials aus den Schlämmteichen feiner ist als 40 Mikron. Hinter diesem hohen Feinanteil ist ein erheblicher Prozentsatz an Tonmineralien oder Glimmerneubildungen (Illit) zu suchen. Die Summe des Korngrößenbildes entspricht der eines schluffigen Feinsandes.



Die chemische Analyse  
des Schlammmaterials

Ein sorgfältiger Durchschnitt des Schlammmaterials, jedoch ohne das Randmaterial ergab folgende chemische Analyse:

	Grubenfeucht:	getrocknet:	geglüht:
Wasser	26,9	—	—
Glühverlust	16,26	22,25	—
SiO <sub>2</sub>	34,78 (31,28)	47,58 (42,78)	61,20 (56,18)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,11 (18,61)	20,67 (25,47)	26,60 (31,62)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,76	3,78	4,86
CaO	0,36	0,49	0,63
MgO	0,96	1,31	1,68
K <sub>2</sub> O	1,96	2,68	3,45
Na <sub>2</sub> O	0,56	0,76	0,98
Rest	<u>0,35</u>	0,48	0,60
	100,00		

Aus der Gegenüberstellung der Analysen von grubenfeuchtem, getrocknetem und geglühtem Durchschnittsmaterial ergeben sich bereits interessante Aufschlüsse hinsichtlich der Eigenheiten dieses Schlammmaterials. Der Wassergehalt und der Glühverlust sind auffallend hoch. Obwohl der Schlammteich unmittelbar an der Packer Bundesstraße bereits über drei Jahre trockengelegt ist, ist der Feuchtigkeitsgehalt mit 26,9 % noch sehr groß. Der hohe Glühverlust weist auf einen sehr hohen Prozentsatz ausbrennbarer Substanzen (Kohle, Lignit) hin. Nach Abzug des Wassergehaltes der etwa mit 35 % ermittelten Tonminerale verbleibt noch immer ein Anteil an Glühverlust, der auf 15 % – 20 % ausbrennbarer Substanzen zurückzuführen ist. Die chemische Analyse des geglühten Kohlentes entspricht der eines guten Steinzeugtones. Auffallend ist der geringe Gehalt an CaO, welcher unter 1 % liegt. Der hohe Kaliumgehalt weist auf den reichen Glimmeranteil im Sediment hin. Der verhältnismäßig hohe

Eisengehalt stammt aus dem Pyrit der Kohlenasche. In der vorliegenden Form wäre das Material als Steinzeugton nicht einsetzbar, da die Kohle bzw. der Lignit ausbrennt und das Material zu sehr porosieren würde. Der grobe Glimmer und der grobe Anteil an ausbrennbaren Substanzen müßten zur Veredelung des Materials für Steinzeugzwecke eliminiert werden.

### Röntgenographische und elektronenoptische Untersuchungen (Siehe Abb. 11)

Um den wichtigsten Mineralbestand in diesem Kohlen- ton, nämlich über die Tonminerale Gewißheit zu bekommen, wurden röntgenographische und elektronenoptische Untersuchungen herangezogen. Die Feinfraktionen unter 20 Mikron geben hier den besten Aufschluß. Aus der Kombination zwischen röntgenographischen Untersuchungen und den elektronenoptischen Aufnahmen konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Die Intensitätslinien des Röntgendiagrammes zeigen deutliche Reflexe, die auf Kaolinit, Illit und Quarz schließen lassen.

Illit:  $2\theta = 8.9^\circ, 17.8^\circ, 26.8^\circ, 36.0^\circ, 45.6^\circ$

Quarz:  $2\theta = 21.0^\circ, 26.6^\circ$

Kaolinit:  $2\theta = 12.4^\circ, 20 - 21.5^\circ, 35 - 36.5^\circ, 55.2^\circ$ .

Es kommt aber auch zum Ausdruck, daß der hier vorliegende Kaolinit im Gegensatz zu der Testsubstanz wenig saubere, breite Reflexe aufweist. Dies bestätigen auch die Aufnahmen im Elektronenmikroskop, die zeigen, daß der Kaolinit in diesem Falle keine schöne Begrenzung aufweist. Man hat den Eindruck, daß die Mineralaggregate des Kaolinites und auch Illites beim Schlämmevorgang und bei der nachherigen Sedimentation zum Teil zerstört wurden. Im Elektronenmikroskop konnte auch das Tonmineral Halloysit in Form kleiner charakteristischer Röhren nachgewiesen werden. Kaolinit und auch Illit liegen als regelloses Haufwerk zum Teil über großen Serizitblättchen. Von einzelnen charakteristischen

Mineralaggregaten wurden auch im Elektronenmikroskop Beugungsbilder angefertigt. In einem Falle zeigen sich sehr regelmäßige hexagonal angeordnete Massenzentrenpunkte der Netzebenen eines Schichtgitterminerals. Hier handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um ein Glimmermineral (Serizit?). Im anderen Falle sind die Ringe mit diffuser Streuung von Punkten überlagert, was auf eine gewisse Unordnung in den Netzebenen bzw. im Gitter hindeutet und damit für ein Tonmineral (Kaolinit) spricht (Siehe Abb. 13 u. 14).

Ganz allgemein ist die Deutung so ausgefallener elektronenoptischer Aufnahmen, wie sie hier vorliegen, nicht sehr einfach, da sie von monomineralischen Testaufnahmen, z. B. eines Kaolinites, stark abweichen und schlecht zu vergleichen sind. Trotzdem konnte der Nachweis für ein kaolinitisches Tonmineral, für Illit und Halloysit einwandfrei erbracht werden. Schließlich weisen ja die Basisinterferenzen im Röntgendiagramm eindeutig darauf hin. Das Wissen über die Ausbildung der Tonmineralien bringt für die praktische Verwertung manchen wertvollen Fingerzeig.

Die elektronenoptischen und röntgenographischen Untersuchungen wurden in vorbildlicher Weise von der Forschungsstelle für Elektronenmikroskopie an der T.H. Graz durchgeführt.

Nachdem nun das Material hinsichtlich seiner chemischen und mineralischen Zusammensetzung hinreichend ausgeleuchtet wurde, sollen nun die keramisch-technologischen Untersuchungsergebnisse erläutert werden.

### Keramisch-technologische Untersuchungsergebnisse

#### Plastizität:

Die Plastizität des Durchschnittsmaterials aus den Schlämmteichen ist als sehr gut zu bezeichnen. Dies ist vor

allem auf die geringe Teilchengröße des Kaolinitis zurückzuführen. Bei formgerechtem Wassergehalt, der etwa bei 17 - 19 % liegt, stellt sich in relativ kurzer Zeit eine gute Bindung ein. Die brennbaren Teilchen wirken allerdings der Bindung durch ihre lamellenartige Ausbildung entgegen und bringen eine lagige Textur in die verformte Masse. Doch lassen sich diese Erscheinungen mit einfachen physikalischen Mitteln (Sichtung und Siebung) eliminieren.

#### Allgemeines Schwindungsverhalten im Erhitzungsmikroskop:

Mit Hilfe des Erhitzungsmikroskopes läßt sich das Schwindungsverhalten und auch der Erweichungspunkt sehr übersichtlich und exakt darstellen. In oxydierender Atmosphäre wurde das Verhalten eines kleinen Probekörpers von der Raumtemperatur bis 1.500° C mit einer Aufheizgeschwindigkeit von 5° C/Min. verfolgt. Aus dem Diagramm (Abszisse: Temperatur in 100° C; Ordinate: lineare Schwindung in Prozenten) ist zu erkennen, daß das Material erst bei 1.400° C zu erweichen beginnt. Bis 1.100° C ist die Schwindung sehr gering und erreicht bei 1.400° C eine relativ geringe Gesamtschwindung von 11 %. Oberhalb dieser Temperatur blähte die Probe auf (siehe Abb. 15 u. 16).

#### Schmelzverhalten des Kohlentes:

Eine zweite Untersuchung in dieser Richtung zeigt das Asche-Schmelzverhalten in reduzierender Atmosphäre, nach der Methode von Bunte-Baum, in einem Tammanofen durchgeführt. Ein gepreßter Körper bestimmter Ausmaße wurde mit einem bestimmten konstanten Druck belastet und nun das Schmelzverhalten des Kohlentes durch das Nachgeben des Körpers bei steigender Temperatur (5° C/Min.) beobachtet und gemessen. Man sieht, daß bei einer Temperatur bis 1.100° C keine Veränderung eintritt. Ab 1.200° C beginnt die Erweichung im flachen Abfall der Kurve sichtbar zu werden. Ab 1.400° C fällt die Kurve steil ab, was das völlige Erweichen des Probekörpers anzeigt (siehe Abb. 17).

### Säurelöslichkeit:

Die Bestimmung der Säurefestigkeit des Durchschnittsmaterials aus den Schlammteichen erfolgte nach DIN-Norm 4092. Die rohe Probe wurde vorher 3 Std. bei  $1.100^{\circ}\text{C}$  ge-  
glüht. Verwendet wurde die in den deutschen Industrienormen vorgeschriebene Fraktion zwischen den Prüfsieben 100 Maschen/cm<sup>2</sup> (0.6 mm) und 64 Maschen/cm<sup>2</sup> (0.75 mm). Die normgerechte Untersuchung ergab eine Säurelöslichkeit von 10.9 %. Diese Zahl ist als sehr gut zu bezeichnen, da andere gute Hafentone vor der Sinterung z. B. noch eine Säurelöslichkeit bis zu 66 % aufweisen.

### Feuerfestigkeit:

Der Kegelfallpunkt des Durchschnittsprobenmaterials liegt bei  $1.410^{\circ}\text{C}$  und entspricht also einem Segerkegel 14. Der Kohlenton ist dadurch in die untere Klasse der feuerfesten Tone einzuordnen. Bindetone, wie sie für Schamotte verwendet werden, zeigen ein ähnliches Verhalten.

### Brennproben:

Einige Probekörper des Kohlentes wurden unter folgenden Bedingungen gebrannt:

- a)  $1.000^{\circ}\text{C}$ , 2 Std. auf maximaler Temperatur im Labor-Silitstabofen in oxydierender Atmosphäre.
- b)  $1.100^{\circ}\text{C}$ , 2 Std. auf maximaler Temperatur im Labor-Silitstabofen in oxydierender Atmosphäre.
- c)  $1.250^{\circ}\text{C}$ , 3 – 5 Std. auf maximaler Temperatur. In einem gemuffelten Tunnelofen in oxydierender Atmosphäre. Gesamtdurchlaufzeit 30 Std.
- d) ca.  $1.250^{\circ}\text{C}$  in ölbeheiztem Tunnelofen, reduzierender Gassphäre. Gesamtdurchlaufzeit 33 Std.

Daraus ist ersichtlich, daß das Material wegen seines hohen Anteiles an ausbrennbaren Substanzen möglichst in oxydierender Atmosphäre gebrannt werden soll. Die Brennschwundung bei  $1.250^{\circ}\text{C}$  (SK 8) mit 7.3 % ist bemerkenswert niedrig

und zeigt, daß das Material eher einem schamotteähnlichen Produkt, niemals aber einem Ziegelton zuzuordnen ist.

### Porosität und Raumbgewicht:

Die Porosität des gebrannten Materiales in oxydierender Atmosphäre liegt zwischen 35 und 43 % und ist verhältnismäßig hoch. Das Raumbgewicht eines solchen gebrannten Körpers beträgt  $0.9 - 1.1 \text{ kg/dm}^3$ . Diese Zahlen zeigen, daß das Material auch in Bezug auf diese beiden Eigenschaften eine besondere Stellung einnimmt. Denn trotz der verhältnismäßig hohen Porosität und des verhältnismäßig niedrigen Raumbgewichtes erreicht das Material in diesem Zustand Festigkeiten zwischen  $100$  und  $150 \text{ kg/cm}^2$ .

### Die Verwendungsmöglichkeiten

Auf Grund der im Vorhergegangenen erläuterten Charakterisierung und Untersuchungen des Kohlentes lässt sich bereits einiges über die mögliche Verwendung, vorzüglich des Tones aus der Wäsche des Franzschachtes, aussagen.

### Isoliersteine:

Das Material ist in seiner ursprünglichen Form, wie es in der Masse in den Schlammteichen vorliegt, prädestiniert für die Erzeugung von Isoliersteinen im Feuerungsbau. Dafür spricht das Raumbgewicht von  $0.9$ . Die Wärmeleitzahlen  $\text{kg/Cal/m}^\circ\text{C}$  liegen nach einem Tastversuch zwischen  $0.18$  und  $0.29$  im Temperaturbereich zwischen  $200$  und  $1.000^\circ\text{C}$ . Die Festigkeiten erreichen rund  $100 \text{ kg/cm}^2$ . Es wäre aber auch noch möglich, das Material hinsichtlich seines Kegelfallpunktes nach oben hin zu beeinflussen und das Material könnte dann als Feuerleichtstein mit einer Verwendungstemperatur bis  $1.250^\circ\text{C}$  eingesetzt werden. Für diesen Zweck müssen aber in Langzeitversuchen die Schlackenbeständigkeit und die Temperaturwechselbeständigkeit geprüft werden. Der verhältnismäßig hohe

Eisengehalt, der gegen einen Einsatz des Materials als Schamotte spricht, könnte durch Ausschaltung eines Teiles der brennbaren Substanzen um 1 – 2 % gesenkt werden.

#### Vermiculitähnliches Material:

Wird das unverpreßte Schlammmaterial bei  $600^{\circ} - 700^{\circ}\text{C}$  gebrannt, so entsteht ein Gut, welches zum Teil Ähnlichkeiten mit Vermiculit aufweist. Aus dem Mineralbestand ist diese Erscheinung erklärlich, denn die verwitterten hydratisierten Muskowitblättchen zeigen in diesen Temperaturbereichen eine deutliche Dehnung. Man hat in den letzten Jahren erkannt, daß nicht allein der hydratisierte Biotit, sondern auch der helle Glimmer vermiculitische Eigenschaften zeigt. Als Schüttisoliermaterial könnte dieses lose Gut Verwendung finden.

#### Kaminstein:

Scheidet man einen Teil des Kohlenstoffes und des groben Glimmers aus, so wirkt man der Porosierung entgegen. Wird das Material dann bei der Verformung stark verdichtet, so entsteht beim Brand bei etwa  $1.100^{\circ}\text{C}$  ein Brenngut, welches der Glüschamotte sehr ähnlich ist. Die Festigkeiten steigen hier nach Umwandlung der Tonminerale und Glimmerneubildungen zu Mullit auf  $300-400\text{ kg/cm}^2$  an. In seinem rauen, richtungslos körnigen Gefüge mit feinen Poren ist dieses Brenngut sehr maßhaltig. Die gute Säurefestigkeit ist für die Verwendung als Kaminstein besonders wünschenswert.

#### Baustein:

Vom Kaminstein her läßt sich auch ein Baustein mit besonderen Eigenschaften entwickeln. Überdurchschnittliche Druckfestigkeit zwischen  $300$  und  $400\text{ kg/cm}^2$ , gute Maßhaltigkeit, exakt ausgebildete Kanten und Flächen, ein Raumgewicht, welches ca. 30 % unter dem eines normalen Ziegels liegt, ausgezeichnete Wärmedämmung werden u. a. seine besonderen Vorzüge sein. In seinem Gefüge entspricht ein solcher Baustein

einer Schwachbrandschamotte. Lediglich die Brennfarbe wird sich mehr dem Braunrot nähern, da der Eisengehalt, wie bereits erwähnt, im Ausgangsmaterial höher liegt. Dadurch wäre es möglich, einen ausschließlich aus keramischem Grundmaterial bestehenden Baustein auch bei Hochbauten über die heute für den Ziegel begrenzte Bauhöhe hinaus einzusetzen. Ein solcher Baustein bringt für den normalen Lehmziegel eine wertvolle und notwendige Ergänzung.

#### Zuschlagstoff für die Lehmziegelerzeugung:

Es wurden auch bereits erfolgreiche Versuche durchgeführt, die zeigten, daß das getrocknete Durchschnittsmaterial zu 10 % dem normalen Ziegellehm bei der Aufbereitung zugegeben, eine wesentliche Verbesserung des Gefüges des Lehmziegels bringt. Auch das Dehnungs-Schwindungsverhalten des Ziegels, das Raumgewicht und die Festigkeit werden günstig beeinflußt. Viele Ziegeleien der Mittelsteiermark kämpfen heute bereits, bedingt durch die immer höheren Anforderungen, mit großen Materialschwierigkeiten. Diese sind vor allem auf die natürlichen Schwankungen in den Lehmlagerstätten, aber vor allem durch den akuten Mangel an Tonmineralien im Ausgangsmaterial begründet. In Staubform läßt sich der Kohlenton ohne große zusätzliche Investitionen leicht zuteilen. Durch das Ausbrennen des Kohlenstoffes und die damit verbundene Brennstoffersparnis läßt sich ein Teil der Frachtkosten abdecken. Hier liegt ein wesentlicher Anwendungszweck des Kohlentes, dessen Bedeutung für die Zukunft gar nicht hoch genug einzuschätzen ist.

#### Tonkomponente für die Zementerzeugung:

Infolge seiner einmaligen Homogenität und seines günstigen Aufbereitungszustandes eignet sich der Kohlenton als Tonkomponente für die Zementerzeugung ganz besonders. Es wurden Großversuche durchgeführt, die zeigten, daß die gute Plastizität des Kohlentes zu sehr guten Ergebnissen beim



Aufbau der Granalien der Rohmehlmischung (Kalk : Ton : Brennstoff) führt. Die ausbrennbaren Substanzen sind zwar etwas langflammig und brennen bei niedrigeren Temperaturen als Hochofenkoks und Anthrazit aus. Trotzdem dürfte aber eine nicht unerhebliche Brennstoffersparnis beim Klinkerbrand zu erzielen sein. Von keinem natürlichen Tonmaterial wird aber die folgende Eigenschaft dieses künstlichen Sedimentes erreicht: Mit Hilfe des quarzreichen Randmaterials ist es möglich, den so wichtigen Silikatmodul des Zementklinkers absolut genau zu steuern und konstant zu halten. Für eine Großproduktion ist dies ein sehr bedeutender Vorteil.

### Schlußbeurteilung

Damit soll die Aufzählung der Einsatzmöglichkeiten des Kohlentes, insbesondere des Schlammateriales des Franzschachtes, abgeschlossen werden. In welche Richtung die Entwicklung der Verwertung der Kohlente in der Zukunft führt, werden die Markterfordernisse und die Betriebserfahrung zeigen.

Es soll hier auch nicht verschwiegen werden, daß schon vorher von Seiten der Alpine bzw. der GKB und von privater Seite Versuche gemacht wurden, den Kohlenton einer Verwertung zuzuführen. Leider waren die Untersuchungsergebnisse unbefriedigend; vielleicht vor allem deshalb, weil die Untersuchungen nicht so intensiv betrieben werden konnten. Aus den im Vorhergegangenen erläuterten Untersuchungen und den daraus gewonnenen Erkenntnissen geht hervor, daß bei der technischen Realisierung völlig andere Wege gegangen werden müssen als z. B. bei der normalen Lehm- oder Tonaufbereitung. Die kohligen Substanzen müssen in ihrer vorliegenden Form unschädlich gemacht werden. Diese Komponente im Material führt bei der Verformung zur Ausbildung von unerwünschter schichtiger Textur und bringt auch unangenehme Gasblähungen

beim Brand. Auch dem besonderen Dehnungs-Schwindungsverhalten und dem verhältnismäßig hohen Schmelzpunkt wäre bei der Verwertung ein besonderes Augenmerk zuzuwenden.

Alle diese Schwierigkeiten sind aber beim Stand der heutigen chemischen und technischen Aufbereitungsmöglichkeiten rationell zu meistern.

Demgegenüber stehen aber die Vorteile einer einmalig homogenen Lagerstätte in Form des Materials aus der Kohlenwäsche. Auch die einmalige günstige Lage in einem aufgeschlossenen Industriegebiet ist nicht zu übersehen.

Auch in anderen Ländern, wie in West-Deutschland, Frankreich und in den Beneluxstaaten sowie in Ost-Deutschland und der Sowjetunion wird den Kohlentonen in den letzten Jahren verstärkte Aufmerksamkeit geschenkt, und man beginnt vor allem die Waschberge der Braunkohlenreviere ähnlichen Verwendungszwecken zuzuführen.

Auf Grund der Feuerfestigkeit und der guten Säurefestigkeit wurde das Material aus den Schlämmteichen der Grube Franzschacht bzw. des Sebastiani-Tagebaues und einige Haldensektoren des Karlschachtes von der zuständigen Bergbehörde als grundeigenes Mineral erkannt.

Im Sinne einer weiteren positiven wirtschaftlichen Entwicklung des Köflacher Industriegebietes wäre es wünschenswert, wenn dieses hier skizzierte Projekt, welches sich organisch aus der Kohle heraus entwickeln ließe, bald verwirklicht werden würde.

---

Anschrift des Verfassers:

Dr. Gottfried KOPETZKY, G r a z , Neue Bienengasse 5/1.

## Erläuterung der Abbildungen

### Abbildung 1:

Blick auf den Frischwasserteich (Vordergrund), den Damm und den Schlammteich (Barbaramulde; rechts hinten). Im Hintergrund die Gerstenmaierhöhe. Zwischen dem Frischwasserteich und dem Damm ein Kohlenzug auf der Fahrt durch den Revierstollen zur Beladung.

Zeitpunkt der Aufnahme: Mitte März 1962.

### Abbildung 2:

Die gleiche Blickrichtung wie in der Abbildung 1, aber im August 1963 aufgenommen. Im linken Bildteil sind Rutschungen jener Bohlenwände sichtbar (relative Höhe: ca. 12 m), welche 1962 hinterfüllt wurden. Der Hangfuß ist unmittelbar vor dem Mundloch des Revierstollens mit Grubenholz abgesichert.

### Abbildung 3:

Blick auf den Schlammteich Barbaramulde, sowie auf die Packer Bundesstraße. An der Böschung unterhalb der Straße wurden Rutschungen im schottrigen Teil des tertiären Grundgebirges durch Schlitzausfüllungen mit Bruchsteinen abgeseichert.

Aufnahme vom August 1963.

### Abbildung 4:

Blick gegen den Damm des trockengelegten Schlammteiches (rechts im Bild). Links am Horizont die Packer Bundesstraße. Im Vordergrund Fließstrukturen im schlammigen Feinmaterial des Schlammteiches.

Aufnahme vom August 1963.

### Abbildung 5:

Blick gegen Südosten (Richtung Köflach) auf Schlammteich und tertiäres Grundgebirge. Dieses ist senkrecht zum Streichen aufgenommen. Der trockengelegte Teil an der Bohlenwand besteht aus dem beschriebenen Quarzsand.

Aufnahme: August 1963.

### Abbildung 6:

Ähnlicher Blickwinkel wie der der Abbildung 5, jedoch aus der Nähe aufgenommen. Im linken Teil ist das Mundloch des Revierstollens in Richtung Köflach, sowie der Frischwasserteich sichtbar.

Zeitpunkt der Aufnahme: März 1962.

### Abbildung 7:

Situation an der 5 cm starken Bohlenwand nahe der Einschlammstelle. Das hier abgesetzte Material besteht vorwiegend aus glimmerhaltigem Quarzsand.

Aufnahme vom März 1962.

Abbildung 8:

Ähnlicher Blickwinkel wie in Abbildung 7.  
Deutlich ist die Konstruktion der Bohlenwand zu erkennen. Im Bild erkennt man auch sehr gut 6 Einschlämmstellen. Das Material wurde durch ein Absetzergefäß korngroßenmäßig selektioniert eingeschlämmt.

Abbildung 9:

Körnungsnetz über das Material (ca. 25 % der Gesamtmenge) aus den Randzonen des Schlammteiches (Barbaramulde), während des Einschlämmens entnommen. Etwa 50 % liegen im Bereich der Sand-Grobsandfraktion und bestehen vorwiegend aus Quarz > Glimmer > Kohle.

Abbildung 10:

Körnungsnetz über das Material (ca. 75 % der Gesamtmenge) aus dem inneren Teil des Schlammteiches (Barbaramulde). Das Material wurde unmittelbar nach dem Absetzen und nach dem Ablauf des Wassers entnommen. Etwa 85 % liegen im Kornbereich unter 0,2 mm (Sandfraktion) und bestehen vorwiegend aus Tonmineralaggregaten (Kaolinit, Illit, Halloysit) > Glimmer > Quarz > Kohle.

Abbildung 11:

Röntgenographische Aufnahme der Feinfraktion aus dem innerliegenden Material des Schlammteiches (Barbaramulde).  
J = Illit, K = Kaolinit, Q = Quarz.

Abbildung 12:

Elektronenoptische Aufnahme der Feinfraktion aus dem teichinnerliegenden Material.  
Die Tonprobefeinfraktion zeigt zerrissenes Haufwerk von abgebauten Glimmermineralen (Serizit?) sowie Neubildungen von illitischen und kaolinitischen Tonmineralen. Auch Halloysit (röhrenförmige Mineralaggregate) ist erkennbar. Der quer über die Aufnahme sich erstreckende opake Span ist ein Kohleteilchen.  
Die Probe wurde in Wasser mit Ultraschall verteilt und auf mit Kollodiumhäutchen überspannte Objektträger gebracht.  
Gesamtvergrößerung: 9750 x.

Abbildung 13:

Präparation: Probe mit Wasser in Ultraschall verteilt und auf mit Kollodiumhäutchen überspannte Objektträger gebracht.  
Es sind Halloysitröhrchen und ein Haufwerk von Tonmineralaggregaten (Kaolinit) zu erkennen.  
Gesamtvergrößerung: 31 650 x.



Abbildung 1



Abbildung 2



Abbildung 3



Abbildung 4



Abbildung 5



Abbildung 6



Abbildung 7



Abbildung 8



Abbildung 9

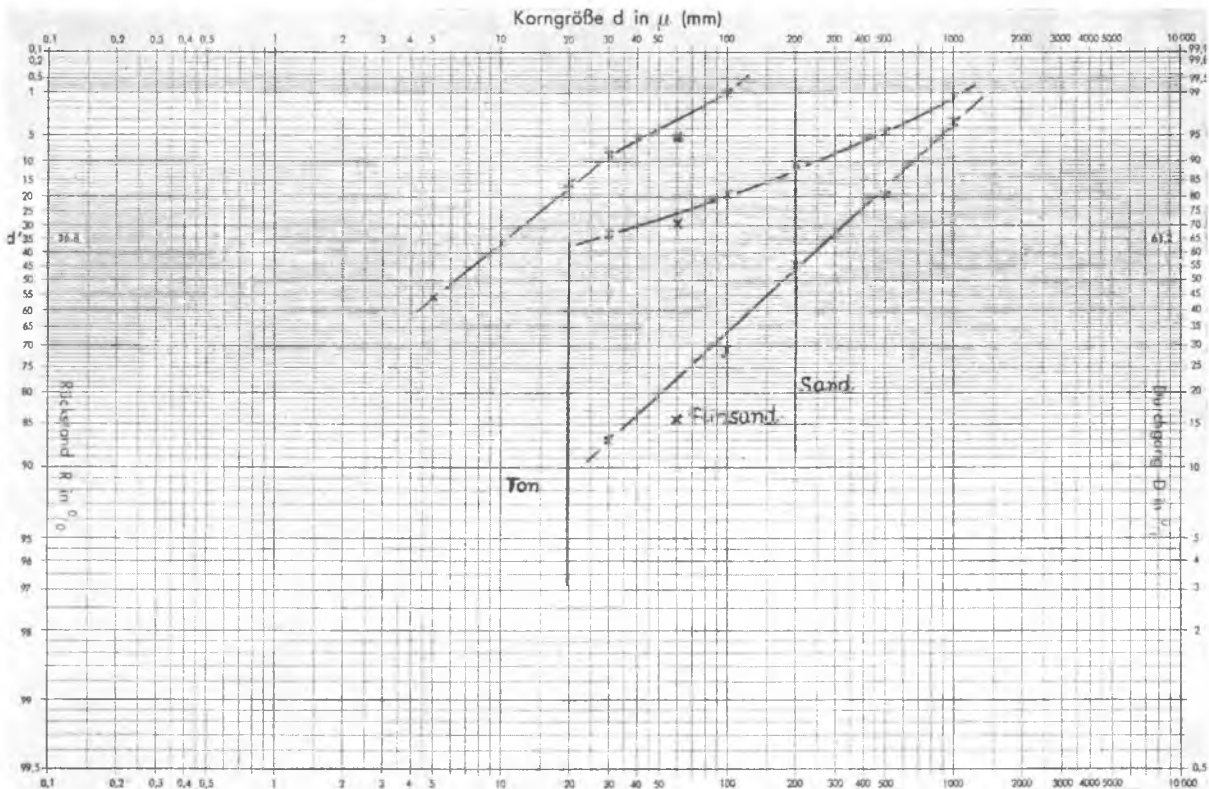
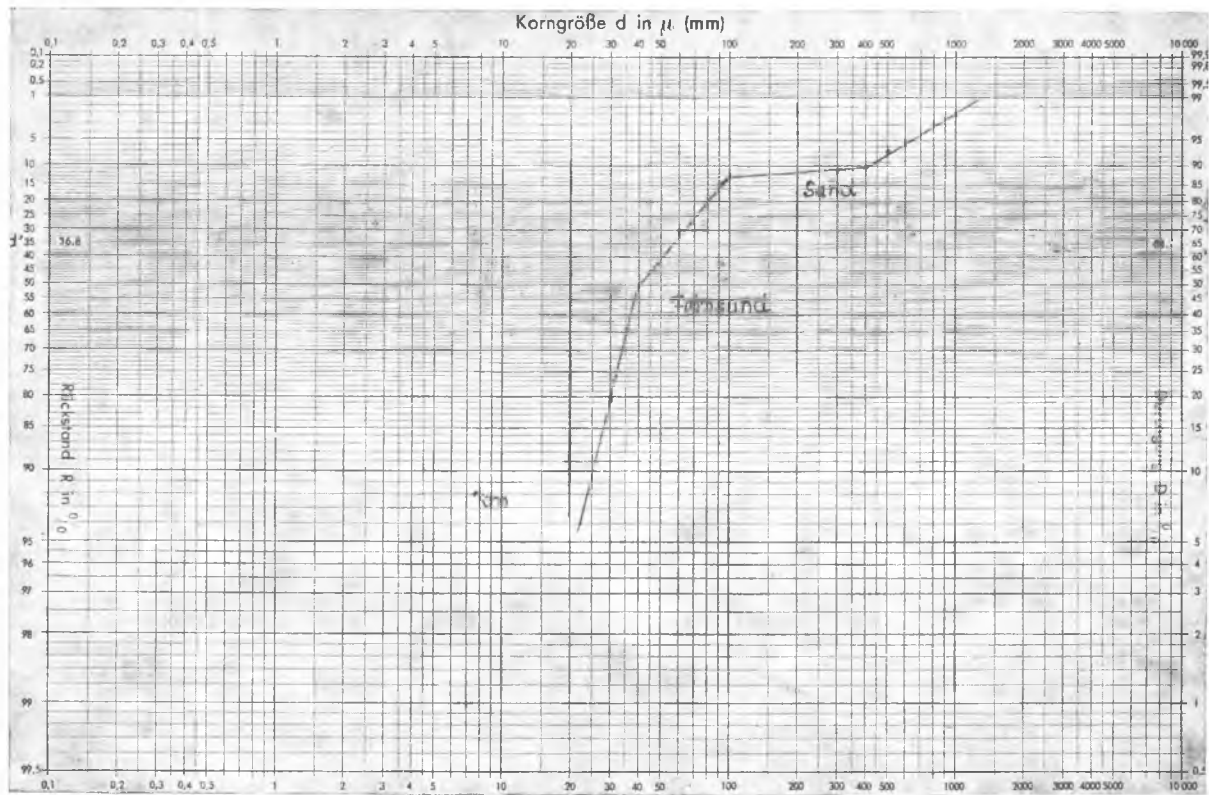


Abbildung 10



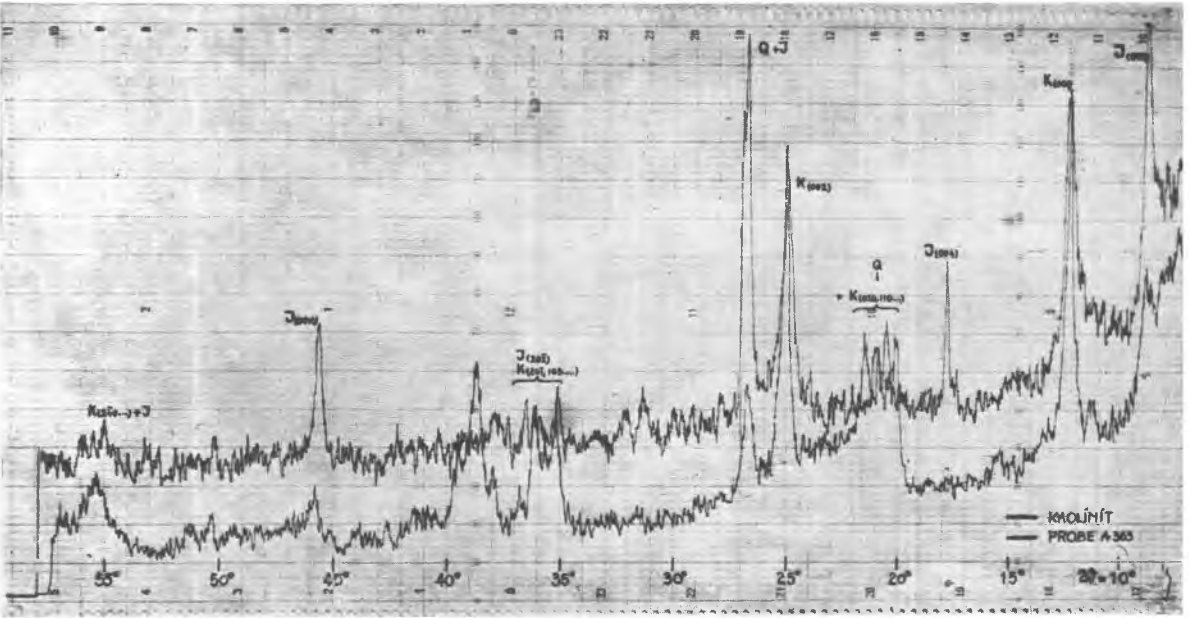


Abbildung 11

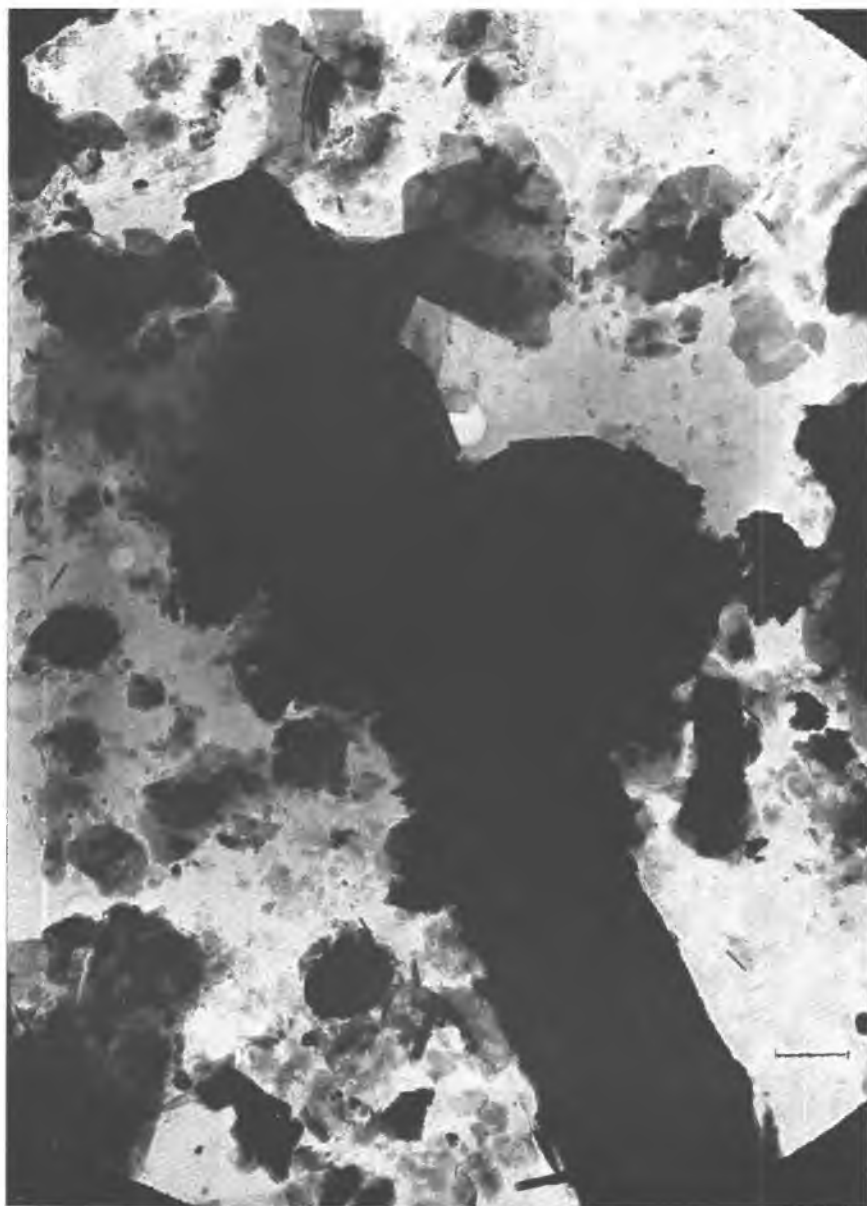


Abbildung 12

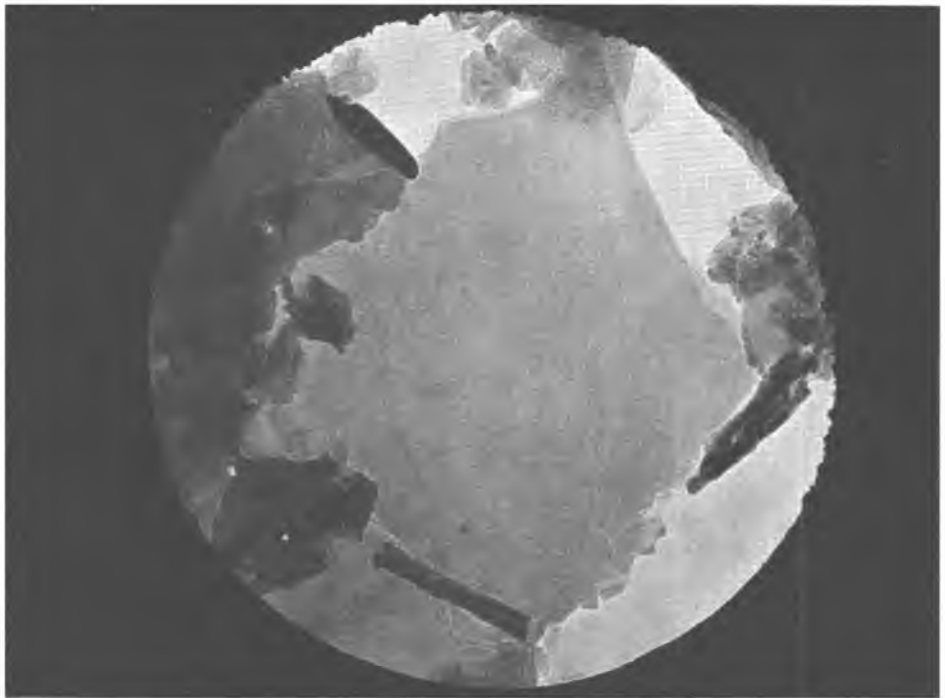


Abbildung 13



Abbildung 14

Kohlenton: Schwindungsverhalten im Erhitzungsmikroskop;  
oxydische Atmosphäre; 5° C/min. Aufheizgeschwindigkeit.

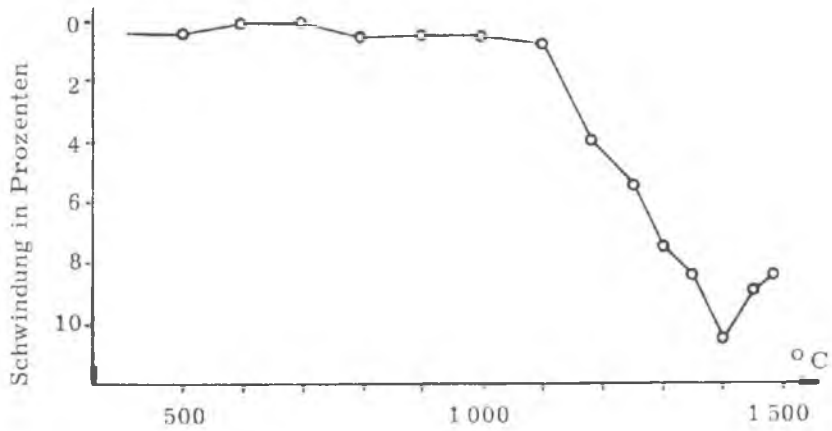


Abbildung 15

Schmelzverhalten von Kohlenton  
Temperaturanstieg: 5° C/min.

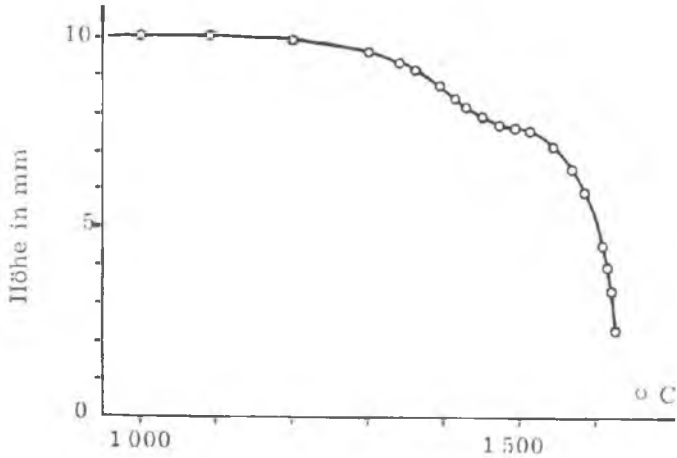


Abbildung 16

**Abbildung 14:**

Elektronenfeinbereichsbeugung, aus der vorigen Aufnahme bei 80 KV. Die Abbildung zeigt die hexagonale Anordnung verschwommener Gitterzentren, wie sie für kaolinitische Tonminerale typisch ist.

**Abbildung 15:**

Erläuterung im Text.

**Abbildung 16:**

Erläuterung im Text.

### Nachwort des Herausgebers

Da der Kohlenbergbau genauso wie andere Bergbaue gezwungen ist, anfallende Nebenstoffe zu verwerten, war schon 1962 vorgesehen, einen in Graz vor anderen Fachkreisen, (am 2. 4. 1962 vor dem Außeninstitut der Technischen Hochschule und am 15. 5. 1962 vor der Fachgruppe für Geologie und Mineralogie des Naturwissenschaftlichen Vereines) gehaltenem Vortrag über die Verwendungsmöglichkeiten der Braunkohlentone auch vor den Mitgliedern des Verbandes der Bergingenieure zu bringen. Durch den Leobner Bergmannstag 1962 mit seiner Überfülle an Gebotenen unterblieb bisher dieser Vortrag. Damals (1962) legte der Verfasser das vorstehend abgedruckte Manuskript darüber vor.

Durch den kürzlich erfolgten Dambruch bei Köflach sind diese Ausführungen jetzt besonders aktuell, denn sie zeigen, daß schon 1962 die Zusammensetzung und die Eigenschaften dieses (künstlichen) Sedimentes genau bekannt waren und damit die Unterlagen für die technische Ausführung des Schlamnteiches allen Interessierten durch die beiden gehaltenen Vorträge zugänglich gewesen sind, falls dafür das nötige Verständnis und Interesse vorhanden gewesen ist. Auch geben die Lichtbilder jedem, der beobachten kann, äußerst interessante Einblicke.

An sich ist ein Ereignis wie der erfolgte Dambruch eine Sache, die das Werk und die Betroffenen angeht. Da aber die Steuerzahler gezwungen werden, für den Schaden aufzukommen, sollen diese auch Einblicke erhalten, wie sie vorstehend in den Ausführungen und Lichtbildern gebracht sind.

Darüber hinaus zeigt sich wieder einmal, wie wichtig selbst für Kohlenbergleute Kenntnisse aus Mineralogie, Gesteinskunde und Geologie sind, was oftmals unter einem Übermaß an Wirtschaft und Maschinenteknik übersehen wird, denn der Trübeabsatz in einem Schlamnteich ist durchaus ein Sedimentationsvorgang, der abgelagerte Stoff ist eine (in diesem Fall sogar nutzbare) Lagerstätte und die technische Ge-



staltung des Sedimentationsbeckens, wie Damm u. dgl. muß sich diesen Gegebenheiten anpassen, zumal dann, wenn die Eigenschaften dieses Sedimentes so eingehend bekannt sind, denn kein Ton ist bekanntlich gleich einem anderen.

Man muß zu tiefst bedauern, daß die Pläne, welche den vorstehend beschriebenen Untersuchungen zu Grunde lagen, von einer gewissen Richtung hintertrieben worden sind. Denn sonst würden die Abgänge der Kohlewäsche als Rohstoffe für eine keramische oder verwandte Industrie genutzt worden sein, zumal unser Land ohnedies äußerst arm an guten keramischen Rohstoffen ist. So aber haben diese Sande und Schlämme bekanntlich verheerende Schäden angerichtet.

Da der für eine andere, sehr umfangreiche Arbeit vorbehaltene Raum des 3. Bandes unseres "Archivs" dadurch freigeworden ist, daß jene Arbeit als nicht für diese Zeitschrift geeignet befunden wurde, freut es mich, durch den Abdruck der vorstehenden Studie einen Beitrag zur Klärung der Ursachen für den Dambruch bei Köflach leisten zu können.

O. M. FRIEDRICH