

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =  
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

**Band:** 23 (1943)

**Heft:** 2

**Vereinsnachrichten:** Bericht über die XVIII. Hauptversammlung der Schweiz.  
Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in  
Schaffhausen : Sonntag, den 29. August 1943

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Bericht über die XVIII. Hauptversammlung der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in Schaffhausen**

**Sonntag, den 29. August 1943**

## **A. Bericht des Vorstandes**

Es mutet fast wie ein Wunder an, dass unsere Gesellschaft auch im 4. Kriegsjahr sich einer ruhigen Entwicklung erfreuen durfte und dass die in unserm Lande ansässigen Mitglieder ungestört und in Ruhe an den Problemen unserer Wissenschaft arbeiten durften. Wenn auch die Kriegsverhältnisse manche Erschwerung der Arbeit mit sich bringen, so erscheint dies doch als bedeutungslos, wenn man sich vor Augen hält, was viele unserer Mitglieder und Freunde in den kriegsführenden und besetzten Ländern erleiden müssen, wo die Institute und Sammlungen z. T. zerstört und verwüstet sind, während sie selbst entweder durch den Kriegsdienst oder durch andere Umstände von ihren Arbeiten ferngehalten werden. Vorläufig können wir wenig für sie tun; wir hoffen jedoch auf die Zukunft und freuen uns jetzt schon darauf, bei der Wiederanknüpfung der gegenseitigen Beziehungen nach Kriegsende nach Kräften mitwirken zu können.

Unsere Gesellschaft hat im Laufe des Jahres zwei Mitglieder durch den Tod verloren:

Frl. Berta Jaller, cand. phil. II, Zürich.

Dr. phil. Franz Holzgang, Küssnacht-Schwyz.

Ausgetreten sind 2 Mitglieder, gestrichen wurden deren 11, so dass 15 Abgänge zu verzeichnen sind.

Neu eingetreten sind folgende Mitglieder:

Jäckli, Dr. sc. nat., Geologe, z. Z. Feldpost Nr. 5247

Mazurczak, L., Dr. phil., Geologe, Bern

Oulianoff, N., Prof., Dr. ès sc., Lausanne

de Weisse, J., Géologue, Lausanne

Földvari, Aladar, Dr. phil., Budapest

Dainelli, G., Prof. Dr., Senatore del Regno, Firenze.

Dazu kommt noch der Wiedereintritt eines früheren Mitgliedes, womit die Zahl der Neuzugänge 7 beträgt. Es resultiert demnach für 1942 eine Verminderung der Mitgliederzahl um 8.

Auf 31. Dezember 1942 betrug der Mitgliederbestand (in Klammer zum Vergleich die entsprechenden Zahlen pro 31. Dez. 1941):

| Mitglieder     | Schweiz   | Ausland  | Total     |
|----------------|-----------|----------|-----------|
| lebenslänglich | 6 (5)     | 3 (3)    | 9 (8)     |
| persönlich     | 110 (111) | 46 (49)  | 156 (160) |
| unpersönlich   | 20 (20)   | 48 (53)  | 68 (73)   |
|                | <hr/>     | <hr/>    | <hr/>     |
|                | 136 (136) | 97 (105) | 233 (241) |

*Bericht des Redaktors:* Im Jahre 1942 erschien Band 22 der Mitteilungen. Der Band enthält 395 Seiten, 57 mehr als der vorjährige. Von den 13 Abhandlungen (9 deutsche, 4 französische) betreffen 4 kristallographische Fragen, 1 allgemeine Petrographie, 4 regionale Petrographie, 3 Lagerstättenkunde und 1 Nachruf. Von den Vorträgen in Sitten gelangten 9 Referate zum Abdruck, sowie der Exkursionsbericht. Zwei der Abhandlungen sind zugleich Dissertationen. Der Band enthält insgesamt 60 Textfiguren, 8 ausfalzbare Tafeln mit zum Teil zweifarbigen Karten und Profilen, 17 Kunstdrucktafeln mit 56 Photographien.

Verschiedene Autoren haben zum Teil namhafte Beiträge an die Druckkosten ihrer Arbeiten geleistet; ihnen sei der Dank der Gesellschaft ausgesprochen. Herr Prof. Déverin unterzog wiederum die französisch abgefassten Mitteilungen einer sorgfältigen Durchsicht und Korrektur, wofür ihm der Redaktor den Dank ausspricht.

## B. Sitzungsprotokoll

### *Erster Teil: Geschäftliche Sitzung*

Sonntag, den 29. August 1943, 8.30 Uhr in der Kantonsschule Schaffhausen.

Vorsitz: Prof. Dr. C. Burri, Präsident.

Der Vorsitzende begrüsst die zahlreichen Mitglieder und Gäste und eröffnet die Sitzung.

1. Das Protokoll der vorjährigen Sitzung in Sitten wird ohne Bemerkungen genehmigt. Der Jahresbericht des Vorstandes für das Jahr 1942 wird in Abwesenheit des Sekretärs vom Präsidenten verlesen und von der Versammlung genehmigt. Die Versammlung ehrt das Andenken der verstorbenen Mitglieder Frl. B. Jaller und Dr. F. Holzgang.

2. Der Bericht des Redaktors wird von diesem verlesen und von der Versammlung genehmigt.

| SOLL   |                      | I. Betriebsrechnung                    |                  | HABEN                             |                      |
|--|----------------------|--|------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Aktivsaldo 1941  | Fr. 3 748.13         | Letztjähr. Ausstände: Mitglieder       | Fr. 780.00       | Autoren                           | Fr. 3 117.89         |
| Rückzahlung für H2, Bd. XXI der SMPM   | „ 1 957.45           | Vorausbezahlte Mitgliederbeiträge 1943 | „ 60.—           | Kosten von                        |                      |
| Gutschrift auf Wertschriften von 1941  | „ 59.10              | H. 2, Bd. XXI und Bd. XXII der SMPM:   |                  | Druck und Clichés                 | Fr. 10 497.70        |
| Leistung der Mitglieder: Vorausbezahlte Beiträge Fr. 90.—, Bezahlung ausstehender Beiträge Fr. 924.74, Beiträge für 1942 Fr. 3480.—, Beiträge für 1943 Fr. 60.—, ausstehende Mitgliederbeiträge Fr. 2485.35, davon sicher Fr. 225.35 | „ 4 780.09           | Sonderdrucke                           | „ 1 188.30       | Zeichner                          | „ 176.50             |
| Beiträge der Autoren   | „ 3 005.94           | Bibliographie                          | „ 73.45          | Spesen:                           |                      |
| Guthaben bei Autoren   | „ 2 633.35           | Verlag                                 | Fr. 375.81       | Bank                              | „ 70.65              |
| Beitrag für lebenslängliche Mitgliedschaft   | „ 400.—              | Postcheck                              | „ 15.90          | Postcheck                         | „ 15.90              |
| Beitrag der Geotechnischen Kommission  | „ 800.—              | Clearing                               | „ 15.60          | Verwaltung                        | „ 474.39             |
| Ertrag der Obligationen Fr. 684.—, Zins auf Sparheft Fr. 49.15, Zins auf Kontokorrent Fr. 53.90, Zins auf Postcheck-Kto. Fr. 11.20   | „ 798.25             | Überweisung auf Sparheft               | „ 449.15         | Rückstellung                      |                      |
| Amortisation Eidg. Wehranleihe 1936  | „ 100.—              | des vorausbezahlten Autorbeitrages     | „ 1200.—         | Gutschrift auf Wertschriftenkonto | „ 109.95             |
| Verkauf von „Mitteilungen“: Verlag Fr. 2182.70, Gesellschaft Fr. 246.70  | „ 2 429.40           | Saldo 1942                             | „ 4368.42        |                                   |                      |
| Inserate in den SMPM   | „ 282.—              |  |                  |                                   |                      |
| Vorausbezahlter Autorbeitrag   | „ 1 200.—            |  |                  |                                   |                      |
|  | <u>Fr. 22 193.71</u> |  |                  |                                   | <u>Fr. 22 193.71</u> |
| <b>AKTIVA</b>  |                      | <b>II. Kapitalrechnung</b>             |                  | <b>PASSIVA</b>                    |                      |
| Obligationen:  |                      |  |                  |                                   |                      |
| Nominell %   | Gattung              | Kurs                                   | Kurswert         |                                   |                      |
| Fr.  |                      |  | Fr.              | Fr.                               |                      |
| 4 000.— 3  | Eidg. Anl. 1903      | 101                                    | 4040.—           | Unantastbares Kapital             | Fr. 2 500.—          |
| 2 000.— 3 1/2  | „ „ 1932             | 101,50                                 | 2030.—           | Fonds Dr. J. Th. Erb              | „ 15 000.—           |
| 700.— 3  | Wehranl. 1936        | 101,75                                 | 712.25           | Rückstellung für Register         | „ 1 000.—            |
| 1 500.— 3  | SBB diff. 1903       | 99,75                                  | 1496.25          | Saldo                             | „ 2 294.40           |
| 5 000.— 4 1/2  | „ 1927               | 105,70                                 | 5285.—           |                                   |                      |
| 5 000.— 4  | Kt. Genf 1933        | 100,50                                 | 5025.—           |                                   |                      |
| 18 200.—   |                      |  | 18 588.50        |                                   |                      |
| Sparheft Nr. 185813 Zürcher Kantonalbank inkl. Zins für 1942 Fr. 49.15   |                      |  | 2 095.95         |                                   |                      |
| Gutschrift lt. Betriebsrechnung  |                      |  | 109.95           |                                   |                      |
|  |                      |  | <u>20 794.40</u> |                                   | <u>20 794.40</u>     |

3. Die Jahresrechnung wird vom Kassier Dr. A. Müller-Landtwing erläutert. Infolge Erkrankung des einen Rechnungsrevisors Dr. E. Gübelin liegt nur der Bericht von P.-D. Dr. W. Nowacki vor. Die Versammlung beschliesst auf Grund dieses Berichtes die Rechnung zu genehmigen und dem Kassier unter Verdankung seiner grossen Arbeit Entlastung zu erteilen.

4. Der Jahresbeitrag für 1944 wird auf Fr. 20.— festgesetzt.

5. Ergänzungswahlen. Es liegt die Demission des Sekretärs Dr. R. U. Winterhalter auf Ende 1943 vor, ebenso tritt Prof. P. Niggli als Mitglied der Redaktionskommission auf Ende des Jahres zurück. Der Präsident spricht den scheidenden Herren den Dank für ihre jahrelange Tätigkeit für die Gesellschaft aus, dem sich die Versammlung anschliesst. Als neuer Sekretär wird gewählt: P.-D. Dr. A. Streckeisen, Bern, als neues Mitglied der Redaktionskommission: Prof. Dr. L. Weber, Freiburg. Bei dieser Gelegenheit wird auch das zweite Mitglied der Redaktionskommission, Prof. L. Déverin, neu bestätigt. Für den turnusmässig ausscheidenden Rechnungsrevisor P.-D. Dr. Nowacki, Bern, wurde Dipl. nat. W. Epprecht, Zürich, bestimmt.

6. Statutenrevision. Der Präsident stellt fest, dass den Mitgliedern im zweiten Zirkular der vom Vorstande auf Beschluss der vorjährigen Jahresversammlung ausgearbeitete Vorschlag der Neufassung von Art. 21 und 23 der Statuten unterbreitet worden ist, und er ersucht die Versammlung um Stellungnahme. Nach kurzer Diskussion wird folgender Fassung der beiden Artikel zugestimmt:

Art. 21. Der Vorstand wird von der Mitgliederversammlung auf die Dauer von zwei Jahren gewählt; er setzt sich zusammen aus dem Präsidenten, dem Vize-Präsidenten, dem Sekretär, dem Kassier, dem Redaktor der Mitteilungen und zwei Beisitzern. Die Mitglieder des Vorstandes sollen soviel wie möglich den verschiedenen Landesteilen angehören. Sämtliche Vorstandsmitglieder müssen Mitglieder der Gesellschaft sein. Das Amt des Präsidenten darf von der gleichen Person ohne Unterbruch nur während höchstens zwei Amtsperioden ausgeübt werden. Der zurücktretende Präsident übernimmt das Amt des Vize-Präsidenten und scheidet bei der nächsten Präsidentenwahl aus dem Vorstande aus. Der Amtsantritt erfolgt auf den 1. Januar.

Art. 23. Zur Herausgabe der S. M. P. M. sind dem Redaktor zwei Mitredaktoren an die Seite gestellt. In dieser dreigliedrigen Redaktionskommission sollen nach Möglichkeit die verschiedenen Sprachgebiete unseres Landes und die einzelnen Richtungen unserer Wissenschaft vertreten sein. Sie entscheidet in Zweifelsfällen über die Aufnahme eingehender Manuskripte. Gegen ihre Entscheidung kann an den Vorstand rekuriert werden.

Die französischen Fassungen lauten:

Art. 21. Le Comité est élu par l'assemblée des sociétaires pour la durée de deux ans. Il comprend: le Président, le Vice-Président, le Secrétaire, le Trésorier, le Rédacteur du Bulletin et deux assesseurs. Les membres du Comité doivent, autant que possible, appartenir à des régions différentes de la Suisse. Ils doivent tous être membres de la Société. La présidence ne peut être assumée par la même personne sans interruption pendant plus de deux périodes d'exercice. Le président sortant de charge devient vice-président et quitte le Comité aux élections suivantes. L'entrée en charge a lieu le 1<sup>er</sup> janvier.

Art. 23. Deux collaborateurs sont adjoints au Rédacteur pour l'édition du Bulletin. Les trois membres de cette commission de rédaction doivent, autant que possible, représenter des langues nationales différentes et des spécialités scientifiques diverses. Ils décident en cas douteux de l'impression dans le Bulletin des mémoires offerts à la Rédaction. Leurs auteurs peuvent recourir au Comité contre les décisions de la commission.

### *Zweiter Teil: Wissenschaftliche Sitzung*

Vorsitzender: Prof. Dr. L. Weber.

Aktuar: Dr. R. U. Winterhalter.

LEONHARD WEBER (Freiburg): *Zur Grundlagenforschung der Mineralogie.*

1. Zwei Symmetrieachsen bestimmen eine dritte. Die Formeln, welche dieser Tatsache Ausdruck geben, können zu Missverständnissen Anlass sein, indem der Drehwinkel der dritten Achse, der aus den gegebenen Drehwinkeln der beiden ersten Achsen berechnet wird, nicht in jedem Fall der kleinste charakteristische Drehwinkel ist.

2. Die Fluoritspaltkörperchen sind mannigfaltig verzerrte Oktaeder mit 4—8 Flächen, 4—12 Ecken und 6, 9, 11—18 Kanten. Die Formel  $F \pm E = K \pm 2$  ist immer gültig, aber ihre Lösungen sind nicht alle am Oktaeder und seinen Verzerrungen realisierbar. So lässt sich leicht zeigen, dass ein Körper mit 7 Ecken und 13 Kanten von 6 Drei- und 2 Vierecken begrenzt wird; er ist aber zufolge der sich einstellenden Winkel kein Oktaeder. An Hand einfacher Skizzen werden alle möglichen Oktaederverzerrungen veranschaulicht. Durch höchstens 5 unabhängige Variable ist jedes Oktaeder bestimmt.

3. Das von P. NIGGLI eingeführte charakteristische Ellipsoid (Krystallographische und strukturtheoretische Grundbegriffe, Leipzig 1928) wird über einem beliebigen Tripel von Translationen als konjugierten Halbmessern konstruiert und hat die Eigenschaft, dass die Tangentialebene, welche in jenem Punkte an die Fläche gelegt ist, wo eine Gittergerade  $[u\ v\ w]$  das Ellipsoid schneidet, einer Kristallebene  $(hkl)$  entspricht mit  $h = u$ ,  $k = v$ ,  $l = w$ . Es wird gezeigt, dass über verschiedenen Tripeln konstruierte Ellipsoide nicht immer identisch sind. Das charakteristische Ellipsoid ist also nicht geometrischer Ausdruck einer Kristalleigenschaft, die sich numerisch so einfach definieren lässt wie etwa das optische Verhalten, welches aus der „Indikatrix“ hergeleitet wird. So kann das charakteristische Ellipsoid in höher symmetrischen Systemen dreiachsig sein und Hauptachsen haben, denen keine rationalen Lagen entsprechen. Die Mannigfaltigkeiten der einzelnen Systeme werden kurz besprochen.

4. Ähnliches Verhalten kommt auch dem Trägheitsellipsoid zu. Sinnvoll wird es aber nur für nicht verzerrte Kristallgestalten. Dafür ergeben sich natürlich die gleichen Sonderfälle wie für die optische Indikatrix. Interessant werden die Gleichungen, wenn das Trägheitsellipsoid für begrenzte, der Symmetrie entsprechende Ausschnitte der verschiedenen Raumgitter berechnet wird. Gegenüber dem Fall kontinuierlicher Massenverteilung weisen sie einen zusätzlichen Faktor auf.

H. HUBER (Zürich): *Über Minerallagerstätten im südöstlichen Gotthardmassiv:* Siehe dieses Heft der Mitteilungen.

H. HUBER und P. NIGGLI (Zürich): *Über die Namengebung bei grobgemengten Gesteinen:* Siehe Heft 1, Bd. 23 der Mitteilungen.

J. v. STEIGER (Basel) und O. BAYRAMGIL (Istanbul, z. Z. Basel): *Ein ungewöhnliches Vorkommen von Turmalin in der Erzlagerstätte von Işıkdağ (Türkei).*

Proben aus der Erzlagerstätte von Işıkdağ (NNW Ankara) führen häufig ein erdig aussehendes, mit dem Fingernagel schabbares, weissliches Mineral, das den Eindruck erweckt, das Verwitterungsprodukt eines Erzminerals zu sein. Die genaue Untersuchung ergab, dass es sich um einen magnesiumreichen Turmalin handelt, der hier in einer Form auftritt, wie sie, so weit festgestellt werden konnte, noch nirgends beschrieben wurde.

Das spezifische Gewicht dieses Turmalins beträgt 3,135 (pyknometrisch bestimmt).

Unter dem Mikroskop erscheint er in Form von unregelmässig begrenzten, verfilzten, farblosen Aggregaten, die zum grössten Teil aus kleinen Schüppchen und weniger häufig aus innig verwachsenen feinen Stengelchen gebildet werden. Ihre Brechung beträgt:

$$\left. \begin{array}{l} n_{\alpha} = 1,620 \pm 0,003 \\ n_{\gamma} = 1,642 \pm 0,003 \end{array} \right\} \text{ (für das Natriumlicht),}$$

was nach WINCHELL mit Dravite übereinstimmen würde.

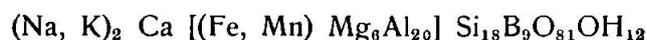
Zwecks einwandfreier Identifizierung wurde eine Pulveraufnahme hergestellt, wobei als Vergleichsmaterial ein hellgrüner Turmalin vom Campolungo gewählt wurde. Beide Spektren zeigten vollkommene Analogie.

Die chemische Analyse ergab folgende Werte in Gewichts%:

|                                |       |                                |       |     |      |                               |       |
|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|-----|------|-------------------------------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 35,75 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 34,77 | MgO | 8,46 | Na <sub>2</sub> O             | 1,74  |
| B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 10,59 | Selt. Erd.                     | 0,27  | MnO | 0,20 | K <sub>2</sub> O              | 0,37  |
| Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,22  | FeO                            | 2,15  | CaO | 1,71 | H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> | 3,75  |
|                                |       |                                |       |     |      | Summe                         | 99,98 |

Das Fehlen von Fluor steht im Einklang mit der Annahme von J. JAKOB, dass fluorhaltige Turmaline nur in an sich fluorführenden Lagerstätten gebildet werden.

Die zahlenmässige Auswertung der Analysenresultate führt zum Ergebnis, dass der ungewöhnlich aussehende Turmalin von Işıkdağ in chemischer Hinsicht durchaus normal ist. Seine spezielle Formel lautet:



Es ist anzunehmen, dass die Borsäure zur Bildung des Turmalins auf der Erzlagerstätte von Işıkdağ von den tonigen Meeressedimenten geliefert wurde, weil der Turmalin in den tonigen Partien des Nebengesteins am häufigsten ist und in dessen kalkreichen Anteilen sozusagen fehlt. Dies steht im Einklang mit den Resultaten der spektrographischen Untersuchungen von V. M. GOLDSCHMIDT und CL. PETERS über die Geochemie des Bors.

J. v. STEIGER (Basel) und O. BAYRAMGİL (Istanbul, z. Z. Basel): *Yenerit, ein neues Blei-Antimon-Sulfosalz aus Işıkdağ (Türkei)* [mit einem röntgenographischen Beitrag von W. NOWACKI (Bern)].

In der Erzlagerstätte Işıkdağ (NNW Ankara) tritt als eines der häufigsten Erzminerale ein Blei-Antimon-Sulfosalz auf, das von A. SCHROEDER als Boulangerit angesprochen wurde.

Die genauere wissenschaftliche Untersuchung dieses Minerals ergab, dass es sich um einen neuen Vertreter der Bleispiessglanze handelt, für den wir den Namen Yenerit vorschlagen.

Der Yenerit findet sich sowohl derb als in Form von sehr feinen Nadeln (maximale Länge 5 mm, Dicke 0,02–0,05 mm), allein oder verwachsen mit anderen Mineralien (namentlich mit Kalkspat, Bleiglanz und Quarz). Er ist sehr plastisch; die Farbe ist grauschwarz, der Strich schwarz. Seine Härte beträgt 2–2,5, sein spezifisches Gewicht 6,05 (mit dem Pyknometer an aussortierten Nadeln bestimmt).

Unter dem Erzmikroskop hat der Yenerit verglichen mit Bleiglanz einen charakteristischen grünlichen Ton, und er ist weicher als dieser. Er zeigt in Öl deutlichen Pleochroismus (Längsrichtung = Stich ins Hellgrün, Querrichtung = Stich ins Olivgrün), starke Anisotropieeffekte (in Luft grünlichbraun-rosabraun, in Öl bräunlich hellgrau-bläulich dunkelgrau), keine Innenreflexe, leicht schiefe Auslöschung (bis 5°). Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet. Manchmal treten lamellare Zwillinge auf. Die Nadeln sind oft verbogen und geknickt.

Die Ausscheidung des Yenerits erfolgte in der hydrothermalen Phase.

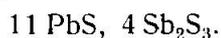
Eine Drehaufnahme um die Nadelachse eines nadligen Yeneritkristalls ergab den Wert  $I = 8,05 \pm 0,05 \text{ \AA}$  als Identitätsperiode parallel dieser Achse.

Das Pulverdiagramm zeigt grosse Ähnlichkeit mit Boulangerit und vor allem Falkmanit, ist aber von beiden deutlich unterschieden.

Die chemische Analyse ergab folgende Werte in Gewichts%:

|    |       |    |        |       |       |
|----|-------|----|--------|-------|-------|
| Pb | 57,32 | S  | 17,06  | Bi    | —     |
| Sb | 23,60 | Cu | Spuren | Ag    | —     |
| As | 1,83  | Fe | Spuren | Summe | 99,81 |

Ihre Auswertung ergibt als mögliche, rationale Formel:



Als gesichertes Resultat ist festzustellen, dass die Zusammensetzung des Yenerits zwischen Boulangerit (10 PbS, 4 Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) und Falkmanit (12 PbS, 4 Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) liegt.

M. REINHARD, J. v. STEIGER (Basel) und E. BRANDENBERGER (Zürich): *Über einen Fund von Leverrierit im Leimental bei Basel*: Kein Referat eingegangen.

F. SIEGRIST (Zürich): *Wachstumserscheinungen an Brookit.*

Untersuchungen, die im Rahmen einer Diplomarbeit im Herbst 1942 an einer Reihe von Brookitkristallen des Maderanertales durchgeführt wurden, führten zur Erklärung einiger Erscheinungen, die schon v. GROTH, HESSENBERG und vom RATH beschrieben haben. Es betrifft dies die sanduhrförmigen, dunkeln Figuren und die scheckige Farbverteilung der Kristalle. Ferner wurden die optischen Anomalien genauer studiert.

Vorerst ist es nötig, den Begriff des Wachstumsbereiches zu erläutern: Der Wachstumsbereich  $\langle hkl \rangle$  einer Kristallfläche  $(hkl)$  umfasst alle diejenigen Teile des Kristalles, die die Fläche während dem Wachstum einnahm, also durch Stoffanlagerung an dieser Fläche entstanden sind.

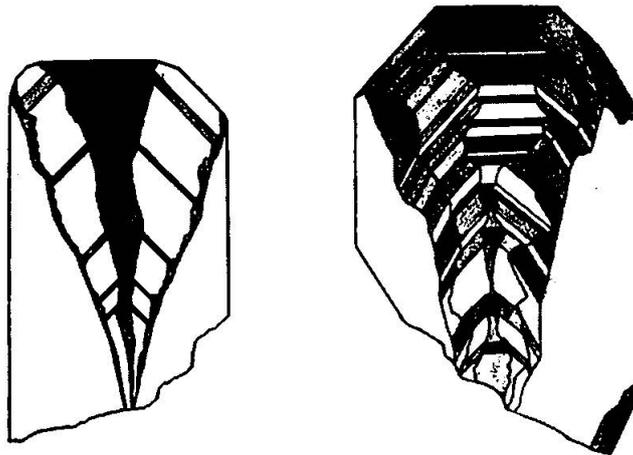


Fig. 1. Wechselnde Adsorption in den Wachstumsbereichen  $\langle 001 \rangle$ ,  $\langle 122 \rangle$  und  $\langle 021 \rangle$

Beobachtet man die tafeligen Brookitkristalle der genannten Fundstellen u. d. M., so lassen sich die Wachstumsbereiche der Leitformen  $(001)$ ,  $(122)$ ,  $(021)$ ,  $(110)$  und  $(100)$  deutlich erkennen. Zwei Erscheinungen verdienen unsere Aufmerksamkeit: 1. die hellere und dunklere Ausbildung der Bereiche, 2. die verschiedenartige Färbung der Bereiche. Die erstere Erscheinung beruht auf der verschieden starken Adsorption dunkelfärbender Stoffe durch die einzelnen Kristallflächen. Die Intensität der dunkeln Einlagerung in den verschiedenen Wachstumsbereichen eines Kristalles ist äusserst verschieden. Ein Wachstumsbereich kann vollkommen schwarz gefärbt sein, während ein anderer nur ein äusserst liches Grau zeigt oder sogar keine Spur einer Adsorption aufweist. Diese Unterschiede sind einerseits eine Funktion der die Bereiche bildenden Flächen, anderseits von der Konzentration der Kluftlösung an adsorbierbaren Stoffen abhängig. Bei steigender Konzentration beginnt die Einlagerung zuerst im Bereich  $\langle 001 \rangle$ , darauf folgt der Bereich  $\langle 021 \rangle$ . In dritter und vierter Linie macht sich die Adsorption in  $\langle 122 \rangle$  und in  $\langle 110 \rangle$  bemerkbar. Der Wachstumsbereich  $\langle 100 \rangle$  zeigt nur höchst selten eine Adsorption. Ändert sich die Intensität der Einlagerung in ein- und demselben Bereich, so deutet dies eine Konzentrationsschwankung der Kluftlösung während dem Brookitwachstum an (Fig. 1). Die Frage nach den adsorbierten Stoffen konnte noch nicht gelöst werden, doch wird Fe vermutet.

Die verschiedenartige Färbung der einzelnen Bereiche lässt sich deutlich schon von Auge erkennen. Der Farbunterschied beruht auf einer verschieden

intensiven Färbung der Wachstumsbereiche, währenddem der Farbton für den ganzen Kristall derselbe, nämlich ein liches Haarbraun ist. Die Wachstumsbereiche  $\langle 021 \rangle$  und  $\langle 001 \rangle$  sind kaum gefärbt, auch  $\langle 122 \rangle$  ist ziemlich hell. Schon bedeutend dunkler ist der Bereich  $\langle 100 \rangle$ , während der Wachstumsbereich  $\langle 110 \rangle$  die intensivste Braunfärbung zeigt.

Die oft gezackte Gestalt des  $\langle 001 \rangle$ -Bereiches, dessen linke und rechte Hälfte häufig symmetrisch sind, sowie die Erscheinung, dass Brookitkristalle derselben Stufe deutlich verwandten Habitus besitzen, führt uns zum Schluss, dass die Zusammensetzung der Klüftlösung das Kristallwachstum deutlich beeinflusst. Durch die Konstruktion einer Reihe von Wachstumsstadien konnte ein sich mehrmals wiederholender Habituswechsel nachgewiesen werden.

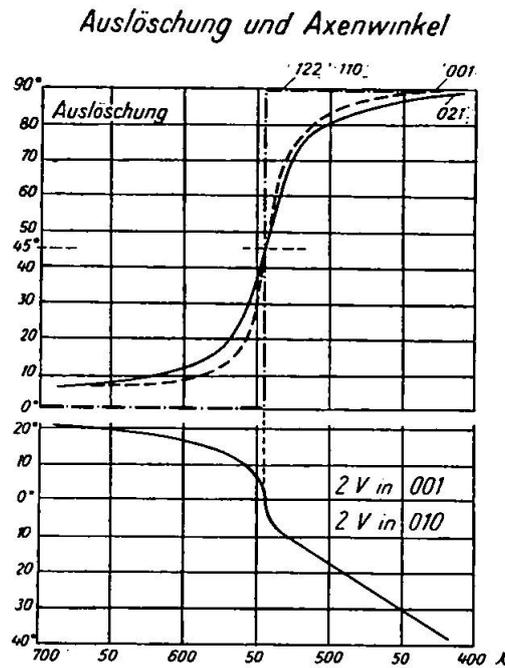


Fig. 2. Abhängigkeit der Auslöschungsschiefe der Wachstumsbereiche  $\langle 122 \rangle$ ,  $\langle 110 \rangle$ ,  $\langle 001 \rangle$ ,  $\langle 021 \rangle$  und des Achsenwinkels von der Wellenlänge des Lichtes

Eine der interessantesten Erscheinungen der Brookitkristalle ist die optische Anomalie. Betrachtet man den rhombischen Brookit bei monochromatischem Licht unter gekreuzten Nicols, so zeigen sich deutlich schief auslöschende, d. h. optisch anomale Felder. Diese Partien stehen in enger Beziehung mit den verschiedenen Wachstumsbereichen, denn sie sind an diese gebunden. Die Wachstumsbereiche  $\langle 021 \rangle$  und  $\langle 001 \rangle$  sind bei allen untersuchten Kristallen optisch anomal. Die Auslöschungsschiefe kann für beide Bereiche dieselbe sein, oft sind jedoch Unterschiede bis zu  $23^\circ$  vorhanden. An einzelnen Kristallen war eine kontinuierliche Zunahme der Auslöschungsschiefe des Bereiches  $\langle 021 \rangle$  von der Anwachsstelle gegen den Rand hin zu beobachten. Im Bereich  $\langle 001 \rangle$  kann die Auslöschungsschiefe sprunghaft ändern, so dass plötzlich ein Streifen auftritt, der eine ganz andere Auslöschung aufweist. Die Bereiche  $\langle 110 \rangle$  und  $\langle 122 \rangle$  sind meistens optisch normal, doch können Kristalle auftreten, die auch in diesen Partien deutlich schief auslöschten. In diesen Fällen ist eine Zweiteilung des Bereiches  $\langle 110 \rangle$  in zwei symmetrisch auslöschende Teile recht häufig.

Die Werte der Auslöschungsschiefe geben uns die Drehung der Indikatrix um die spitze Bisektrix  $n_\gamma$  an, die senkrecht zu (100) steht. Diese Drehung kann deutlich im Achsenbild der optisch anomalen Teile beobachtet werden. Die Richtungen  $n_\beta$  und  $n_\alpha$  laufen nun nicht mehr den Richtungen [010] und [001] parallel, sondern sind um den Winkel der Auslöschungsschiefe um  $n_\gamma$  als Achse gedreht.

Misst man die Auslöschungsschiefe bei verschiedener Wellenlänge des Lichtes, so ergibt sich, dass die Werte mit der Wellenlänge ändern. In der Figur 2 ist die Auslöschungsschiefe der verschiedenen Wachstumsbereiche eines Kristalles für den sichtbaren Teil des Spektrums bestimmt. Die Bereiche  $\langle 001 \rangle$  und  $\langle 021 \rangle$  sind optisch anomal, während  $\langle 122 \rangle$  und  $\langle 110 \rangle$  gerade auslöschten. Im unteren Teil des Diagrammes ist die Änderung des Achsenwinkels mit der Wellenlänge des Lichtes abgetragen. Die beiden Teile einer Auslöschungskurve sind in bezug auf die Einachsigenstelle (in Fig. 2 bei 542  $\mu\mu$ ) symmetrisch. Auch schneiden sich die Kurven der verschiedenen Bereiche immer in diesem Punkte. Für diese Wellenlänge beträgt die Auslöschungsschiefe 45°.

Vergleicht man die Auslöschungsschiefen ein und desselben Bereiches verschiedener Kristalle, so sind die Kurven recht ähnlich, doch differieren die Werte meist um einige Grade.

Die Ursache der optischen Anomalien der Brookitkristalle ist noch nicht erkannt. Bis jetzt konnte lediglich ermittelt werden, dass die Anomalien auf Spannungen zurückzuführen sind, die durch das Kristallwachstum (eventuell handelt es sich um Mosaikkristallbildung) bedingt sind.

CONRAD BURRI (Zürich): *Über logarithmische Rechenmittel für Mineralogen und Petrographen.*

Es wird daran erinnert, dass der in der Technik seit langem eingeführte und weitverbreitete logarithmische Rechenschieber auch für den Mineralogen und Petrographen als zeitsparendes Instrument von grossem Nutzen ist. Die wichtigsten Probleme in Mineralogie und Petrographie, die sich mit Hilfe des Rechenschiebers vorteilhaft lösen lassen, werden kurz erwähnt. Anschliessend wird ein Spezialschieber vorgeschlagen, der gestatten würde, weitere beim mineralogisch-petrographischen Arbeiten vorkommende Probleme zu lösen, ohne Einschränkung seiner sonstigen Verwendbarkeit. Die Zuordnung von Gradbezeichnungen zu allen vier Skalen, und zwar derart, dass die beiden oberen das Intervall  $\arctg 0.1 - \arctg 10$  und die beiden untern dasjenige von  $\arcsin 0.1 - \arcsin 1.0$  umfassen, erlaubte die rasche Berechnung der für die kristallographische Indizierung wichtigen Ausdrücke von der Form  $\frac{\text{tg } \epsilon'}{\text{tg } \epsilon}$  resp.  $\frac{\sin \epsilon'}{\sin \epsilon}$ . Auf der bei dieser Skalenanordnung freiwerdenden Rückseite der Zunge können die Molekulargewichte der wichtigsten Oxyde aufgetragen werden, was die Berechnung von Gesteins- und Mineralanalysen erleichtert.

Da es in der gegenwärtigen Zeit nicht möglich ist, ein derartiges Spezialinstrument zu fabrizieren, wird darauf aufmerksam gemacht, wie die erwähnten Probleme unter Verwendung einer logarithmischen Rechenscheibe der Firma Loga-Calculator A.-G. in Uster (Kt. Zürich) gelöst werden können. Diese erlaubt auf der mit Zeichenpapier belegten Rückseite die Eintragung beliebiger Spezialwerte. Eine sinnreich gestaffelte Überteilung gestattet trotz einer Skalenlänge von nur 30 cm eine durchgehende Ablesung von 3 Wertziffern. Ausser-

dem ist die Rechenscheibe der geraden Form des Rechenschiebers für Prozentrechnungen vorzuziehen, da sie die Berechnung einer beliebigen Anzahl von Summanden auf die Summe 100 mit einer einzigen Einstellung gestattet. Eine für mineralogisch-petrographische Zwecke hergerichtete Loga-Rechenscheibe, sowie ein Rechenschieber mit auf der Zunge aufgetragenen Molekulargewichten werden vorgewiesen.

H. HUTTENLOCHER (Bern): *Über Vererzungserscheinungen an Gesteinen des Ivrea-Verbanozuges*: Kein Referat eingegangen.

E. DIEHL (Breitenbach): *Tektonische Grundzüge und Verteilung der Erzlagerstätten Irans*: Kein Referat eingegangen.

A. v. MOOS (Zürich): *Kristallsandsteine der Rhätformation im schweizerischen Juragebirge*: Erscheint im nächsten Band.

F. BARBLAN, E. BRANDENBERGER und P. NIGGLI (Zürich): *Über Gitterregelung und geregelte Kristallumwandlungen*: Siehe die Arbeit von F. BARBLAN in diesem Heft.

### **C. Besuch der A.G. der Eisen- und Stahlwerke, vorm. Georg Fischer, Schaffhausen**

Nach dem Mittagessen, das gemeinsam mit den Sektionen für Geologie und Paläontologie im Hotel Schiff eingenommen wurde, folgten ca. 30 Mitglieder und Gäste einer Einladung von Herrn Direktor Dr. ing. E. MATEJKA zum Besuch der A.-G. Eisen- und Stahlwerke vorm. Georg Fischer in Schaffhausen, speziell zur Orientierung über das Formsandproblem. Die Teilnehmer an der Besichtigung wurden von Herrn Direktor NÄGELI im Verwaltungsgebäude der Firma begrüsst. Anschliessend skizzierte Herr Nägeli in einem einleitenden Referat kurz einige Hauptprobleme des Eisen- und Stahlgusses, wobei er auch auf den Anteil, den die gastgebende Firma zu deren Bewältigung leistete, hinwies. Dabei wurde besonders betont, dass die Anwendung wissenschaftlicher Methoden in der Firma Fischer schon auf eine sehr lange Tradition zurückblicken kann.

Im Anschluss an das Hauptreferat von Herrn Ing. W. GÖTZ (siehe unten) war Gelegenheit gegeben, die mannigfachen Prüfgeräte, die von der Firma zur Formsanduntersuchung entwickelt wurden, zu besichtigen. Diese Demonstration war besonders für die sedimentpetrographisch orientierten Teilnehmer von grossem Interesse.

Ein Gang durch das Elektrostahlwerk unter der instruktiven Leitung von Herrn Direktor Nägeli ergänzte, trotz der im Werke herrschenden Sonntagsruhe, die beiden Vorträge in vorteilhafter

Weise nach der praktischen Seite hin. Ein kurzes Zusammensein im Bahnhofbuffet vor Abgang des Zuges gab dem Präsidenten der Gesellschaft Gelegenheit, den Herren Direktor Nägeli und Ing. W. Götz persönlich, sowie zuhanden ihrer Firma, den Dank der SMPG für die hochinteressanten und anregenden Ausführungen und Demonstrationen auszusprechen.

## **Die Verarbeitung, Kennzeichnung und Prüfung von Formsanden**

Von *W. Götz*, Schaffhausen

### **1. Die Verwertung und Bedeutung der Formsande in der Giesserei-Industrie**

In der Giesserei-Industrie findet eine, im Mineralbestand und in der granulometrischen Zusammensetzung eng begrenzte Gruppe von Lockergesteinen, die sog. Form- und Kernsande, ausgedehnte technische Verwendung. Wie aus ihrer Bezeichnung bereits hervorgeht, benutzt man diese Sande zur Herstellung von Giessformen. Das in solchen Formen gegossene Werkstück ist in seiner Qualität und fehlerlosen Beschaffenheit wesentlich abhängig von der richtigen Auswahl und der werkstoffgerechten Verarbeitung der verwendeten Formbaustoffe. Bei der Bedeutung dieses Einflusses auf den betrieblichen Erfolg dürften die vielseitigen Anforderungen, die bei dem gegenwärtigen Stand der Gusswaren-Erzeugung an solche Sande speziell in ihrem kohärenten Zustand gestellt werden, auch bei dem Mineralogen, der sich mit den Lockergesteinen befasst, einiges Interesse beanspruchen. Dem Giesserei-Fachmann, dessen Ausbildung auch heute noch im wesentlichen das Gebiet der Metallurgie und Technologie der Gusswerkstoffe umschliesst, dürfte eine wissenschaftliche Bearbeitung und Fundierung der Technologie derjenigen mineralischen Rohstoffe, die er als Formbaustoffe verwendet, zudem von grossem Nutzen sein.

Die üblicher Weise verwendeten Formsande bestehen aus einer Grundmasse von Quarzsand bestimmter Körnung mit mässigen Zusätzen toniger oder anderer geeigneter Bindemittel. Die Sande bilden im Verarbeitungszustand feinkrümelige, mässig feuchte, leicht plastische Massen, die durch Verdichtung zu ausreichend raumbeständigen Formen verarbeitet werden. Bei richtiger Auswahl genügen solche Sande den formtechnischen Anforderungen aller tech-

nisch wichtigen Gusswerkstoffe, jedoch nur beschränkt für Stahlguss, für dessen Formen oberhalb einer gewissen Gusstückgrösse und Gusswandstärke tongebundene Quarzsande nicht mehr verwendet werden können. An ihre Stelle treten für diese thermisch sehr hoch beanspruchten Formen Massen aus gemahlener Schamotte und Bindeton. Wegen den vielseitigen Anforderungen, die an Formsande gestellt werden müssen, sind abbauwürdige Lager guter Formsande verhältnismässig selten zu finden. Die Giessereien sind deshalb unter Umständen gezwungen, besonders geeignete Sandsorten auf langen Frachtwegen zu beschaffen.

Durch die starke Erhitzung beim Guss verändert sich die Konstitution der innersten Sandschichten einer Form. Die tonigen Bindemittel verlieren ihre Quellfähigkeit. Sie sind, wie die unter Umständen verwendeten organischen Binder, nicht wieder verwendungsfähig. Dagegen verändert sich die Grundmasse, das eigentliche Quarzkorn, nur unwesentlich. Der mengenmässige Anteil dieser veränderten Zonen an der gesamten, für eine Form nötigen Sandmenge, ist verhältnismässig klein. Die nach dem Guss vom Werkstück gelösten Sande können deshalb durch geeignete Aufbereitung mit relativ geringen Mengen Neusand und tonigen Bindemitteln wieder voll gebrauchsfähig gemacht werden. Man arbeitet deshalb nur in wenigen Fällen mit reinem Neusand. Trotzdem verbraucht man, bezogen auf eine to Gussware, z. B. in der Grau- und Tempergiesserei noch angenähert 1 to Neusand. Die dieser stetigen Neuzufuhr entsprechenden Altsandmengen werden im Betrieb frei und müssen, da keine Wiederverwendung für sie besteht, auf die Schutthalden verfahren werden.

## 2. Die technologischen Eigenschaften der Formsande

Die giesstechnischen Eigenschaften der Formsande sind bedingt durch den Zweck, den die Form für den Giesser zu erfüllen hat. Dieser besteht darin, die Form als das vom Modell abgeformte räumliche Negativ des Abgusses so lange unverändert und unverletzt zu erhalten, bis das vergossene Metall erstarrt ist und seine vorgesehene eigene Form in sich selbst festhält. Von jeder Giessform sind dabei die nachstehenden 3 Hauptforderungen zu erfüllen, aus denen sich die technologischen Eigenschaften der Formsande zwangsweise ergeben.

- a) Unveränderte Erhaltung des vom Modell abgeformten Werkstück-Negatives bezüglich Form, Abmessung und Oberflächenausbildung, bis zur Erstarrung des Gusswerkstoffes nach vollzogenem Guss.

- b) Ausschluss jeder schädlichen Beeinflussung der werkstofflichen Struktur des Gussmetalls durch die Baustoffe der Form.
- c) Vorhandensein einer dem Verwendungszweck des Gusstückes angepasste Feinheit der Formoberfläche.

Die für die Erfüllung dieser Forderungen notwendigen Eigenschaften der Sande werden, ihrem Grad und ihrer Grösse nach, durch Berücksichtigung der nachfolgenden Einflussgrössen endgültig festgelegt:

- a) Art des Gusswerkstoffes (Giesstemperatur, Flüssigkeitsgrad, Schwindmass).
- b) Abmessung, Form und grösste Wandstärke des Gusstückes.
- c) Art der Formherstellung (Form- oder Kern-, Hand- oder mechanische Verdichtung, Trockenguss, Nassguss).
- d) Güte und Vollkommenheit der Sandaufbereitungsanlage.

Zur Erhaltung eines masshaltigen Negatives muss die Form eine ausreichende Festigkeit gegen mechanische Beanspruchungen besitzen. Die Festigkeit ist im wesentlichen abhängig von der Art und Menge der zugesetzten Bindemittel und vom Verdichtungsgrad der Formmasse im verdichteten Zustand. Aus Gründen, die mit der später noch zu beschreibenden Eigenschaft der Gasdurchlässigkeit zusammenhängen, kann von der Verdichtung, als Mittel zur Verfestigung, jedoch nur beschränkt Gebrauch gemacht werden. Bei tongebundenen Sanden ist die erreichte Festigkeit in starkem Masse vom richtig bemessenen Wasserzusatz abhängig, der bei einer bestimmten Grösse ein deutliches Optimum ergibt. Bei der endgültigen Festlegung der Wasserzugabe, der sog. „formgerechten Feuchtigkeit“, ist ferner auf die Klebneigung der Sande bei zu grosser, sowie auf die Neigung zum Austrocknen, bei zu geringer Feuchtigkeit, Rücksicht zu nehmen, da alle diese Eigenschaften die Verarbeitung der Sande mitbeeinflussen.

Wie in anderen Industrien, die tonige Binder verarbeiten, finden auch bei der Aufbereitung von Formsanden die stark quellfähigen und ausgiebigen, betonitartigen Tone zunehmende Verwendung.

Durch eine Trocknung bei Temperaturen über  $100^{\circ}\text{C}$  wird die Festigkeit tongebundener Sande beträchtlich erhöht. Mechanisch hoch beanspruchte Formen oder Teile derselben werden deshalb erst nach einer vorangegangenen Trocknung vergossen. Die Warmfestigkeit verdichteter Sande steigt mit zunehmender Erhitzung bis zu einer Temperaturhöhe an, bei der durch die Wirkung der

Flussmittel Erweichungen auftreten; diese Grenze liegt bei den technisch verwendeten Formsandgemischen bei etwa 1100° C. Zur Sicherung der nötigen Raumbeständigkeit darf die Formmasse weiter nur geringe Trockenschwindung und geringe thermische Längenänderungen aufweisen.

Zur Umgehung jeglicher schädlichen Beeinflussung der metallischen Struktur müssen die Formstoffe im verdichteten Zustande ausreichend durchlässig sein und Bindemittel besitzen, die ihre Wirkung nach vollzogener Erstarrung und Verfestigung des Gusswerkstoffes möglichst weitgehend verlieren.

Ausreichende Durchlässigkeit und Porosität ist in der Form nötig, um die beim Guss expandierende Luft in der Form und in der porösen Formwand, dann die aus der Formsandfeuchtigkeit sich entwickelnden Dämpfe, sowie die aus organischen Bindemitteln sich entwickelnden Gase möglichst rasch aus der Form abzuführen. Geschieht dies nicht oder nur ungenügend, dann dringen diese Gase noch während des Giessvorganges in das flüssige Metall und bleiben als schwerwiegende Fehler im erstarrten Werkstoff zurück.

Im gleichen Sinne schädlich sind kalkführende Formsande, die beim Erhitzen der Form infolge Kohlensäureabspaltung ebenfalls expandierende Gase entwickeln.

Die Durchlässigkeit wird durch die Korngrösse des Sandes, sowie durch den Grad der Verdichtung entscheidend beeinflusst. Durch Korngrössen unter 0,1 mm Ø, vor allem aber durch die staubförmigen, nicht bindenden Feinkornanteile, die in natürlich tonhaltigen Sanden die eigentlichen Tonmineralien begleiten, wird die Durchlässigkeit verdichteter Sande stark verringert. Aus diesen, zum Teil auch aus Gründen, die mit der Aufbereitung der Sande zusammenhängen, finden Sande mit Tongehalten über 20—25% für Formzwecke keine oder nur untergeordnete Verwendung. Gut aufbereitete Sande sind bei gleicher mittlerer Korngrösse durchlässiger als schlecht aufbereitete; das gleiche gilt für den Unterschied zwischen runder und splitteriger Kornform.

Da die Festigkeit mit zunehmender Verdichtung steigt, die Durchlässigkeit aber fällt, muss zur Erhaltung einer ausreichenden Durchlässigkeit die Verfestigung der Form in einem Zustand abgebrochen werden, bei dem die Formmasse beiden Anforderungen genügt. Die Erfüllung dieser Bedingung erfordert eine sorgfältige Abstimmung von Korngrösse, Tongehalt, Feuchtigkeitsmenge und Verdichtung. Im Verarbeitungszustand schwankt die nötige Ton-

menge, wenn diese wie üblich in Form tonhaltiger Neusande zugegeben wird, je nach Verwendungszweck zwischen 8—15%, die Feuchtigkeit zwischen 5—8% und der zulässige Verdichtungsgrad der feuchtverdichteten Sandmasse zwischen 1,5—1,75 gr/cm<sup>3</sup>. Daraus ergibt sich der einleitend erwähnte leichtplastische, schwachfeuchte und mässigverdichtete Zustand, der die Formsande im Verarbeitungszustand charakterisiert. Unter diesen einschränkenden Bedingungen ist die Formfestigkeit im feuchtverdichteten Zustand für Kerne, und für Formen von grosser Abmessung, zu klein. Die nötige Verfestigung wird in diesen Fällen, wie erwähnt, durch eine anschliessende Trocknung erreicht. Dabei ergibt sich der weitere Vorteil, dass ausser einer Erhöhung der Durchlässigkeit an sich, die Feuchtigkeit, und damit die Wirkung der sich daraus entwickelnden Gase verringert wird.

Die geforderte Zerstörung der Kornbindung, die unter dem Einfluss der starken Erhitzung der Formmasse nach erfolgter Erstarrung des Metalls einzusetzen hat, ist mit Rücksicht auf die ungehinderte Schwindung, also die Volumenverminderung des erkaltenden Gusswerkstoffes, notwendig. Dies gilt ganze besonders für die Bindung der Kerne, die vornehmlich zur Formgebung der inneren Gusstückhöhlräume als besondere Teile der Form hergestellt werden. Bei der oft allseitigen Umschliessung der Kerne durch den metallischen Werkstoff, sind sie dessen Schwindungsdruck besonders stark ausgesetzt; bei ungenügendem Zerfall ihrer Bindemittel können sie unter Umständen die Schwindung des Werkstückes derart behindern, dass es zu Rissbildung oder zu bleibenden Spannungen im Gusstück kommt. Da die tongebundenen Sande ihre Bindung bei der Erhitzung nicht verlieren, werden Kernmassen mehr und mehr durch organische Binder wie Leinöl, Sulfitlauge, neuerdings auch Kunstharze gebunden; diese verlieren bei ihrer frühzeitig einsetzenden Verkohlung ihre Bindung bereits weitgehend, wenn die Schwindung des Metalls einsetzt. Neue amerikanische Forschungen haben festgestellt, dass gewisse Tonminerale bei einer besonderen Art der Ionenbelegung den geforderten Zerfall des Bindevormögens ebenfalls weitgehend zu erfüllen vermögen.

Die dritte Bedingung, die eine Form erfüllen muss, verlangt die Erzeugung einer genügend feinen und von der Formhaut sich leicht ablösbaren Guss Oberfläche. Beide Eigenschaften sind, bei einem gegebenen Flüssigkeitsgrad des Metalls, bedingt durch die Feinheit der körnigen Grundmasse und durch die Menge der zwischen den Körnern eingela-

gerten Bindemittel; dann durch die Packungsdichte der Sandkörner, und vor allem durch die **F e u e r b e s t ä n d i g k e i t** des Formsandes bei der Giesstemperatur des Werkstoffes. Da die drei erstgenannten Eigenschaften zugleich die Durchlässigkeit beeinflussen, muss bei der Zusammenstellung und Auswahl der Formstoffe, der jeweils wichtigsten der beiden Forderungen Rechnung getragen werden. Es besteht aber doch ein gewisser Gleichlauf beider Anforderungen in dem Sinne, dass leichte Gusswaren in der Regel feinere Gussoberflächen verlangen als die schweren Stücke; dabei benötigen diese infolge ihrer zugleich grösseren thermischen Beanspruchung durchlässigere Formen als jene. Daraus erklärt sich die in der Praxis allgemeingültige Regel, dass die Körnung eines Sandes mit zunehmendem Stückgewicht gröber gewählt werden muss. Die Korngrösse der Formsande schwankt trotzdem in relativ engen Grenzen. Die vorherrschende Korngrösse umfasst das Gebiet von etwa 0,08 bis 0,50 mm, wobei das Korngrössen-Intervall der mengenmässig am meisten benützten Sande zwischen 0,15 und 0,25 mm liegt. In der Grosstück-Formerei, die mit Korngrössen oberhalb der eben erwähnten Grenzen und mit getrockneten Formen arbeitet, würde die Porosität der Form mit Rücksicht auf die beschränkte Verdichtung bereits derart gross, dass zu rauhe Gussoberflächen entstünden. Hier erreicht man die nötige Oberflächenfeinheit durch Anstrich der äussersten Formhaut mit dickflüssigen Aufschwemmungen aus Ton, Feinsand und Graphit (Schwärzen, Schlichten).

Für Grau- und Temperguss-Formen verarbeitet man im Formsand Zusätze von Kohlenstaub. Diese wirken stark oberflächenglättend, und erleichtern das Ablösen der Formhaut vom Gusstück. Alle diese Hilfsmittel führen aber erst dann zum vollen Erfolg, wenn der Sand selbst ausreichend **f e u e r b e s t ä n d i g** ist. Die Feuerbeständigkeit des Quarzkorns in der Grundmasse ist ausreichend; sie wird bei tongebundenen Sanden durch den Ton selbst, bei Verwendung tonhaltiger Formsande vor allem durch die, den Ton begleitenden, nicht bindenden Mineralstaube und Flussmittel herabgesetzt. Die Erfahrung hat indessen gezeigt, dass die Bildung geringer Mengen schwachviskoser Schlackenflüsse die Porenrauhigkeit der Formwand glättet und dadurch in gutem Sinne auf das Ablösen des Sandes von der Gusshaut und auf deren Feinheit selbst einwirkt. Die Temperatur, bei der die ersten Sintererscheinungen auftreten, darf deshalb bei Formsanden 100—150° unter der Giesstemperatur des Metalles liegen. Für Grau- und Temperguss, ja selbst für leichte Stahlgussteile bewährte tonhaltige Sandvorkommen zeigen diesen

Sinterbeginn bei Temperaturen zwischen 1300—1400<sup>o</sup> C. In Übereinstimmung mit den Erfahrungen der Grobkeramik wird die Verschlackungsgefahr mit zunehmendem Anteil an Grobkorn vermindert; dies ist ein weiterer Grund für die Verwendung grobkörniger Sande für die thermisch stark beanspruchten Formen schwerer Gussklassen.

### 3. Die Prüfung der Formsande.

Aus dem gegebenen Überblick über den Zweck, den die Formsande in einer Form zu erfüllen haben, geht hervor, wie vielgestaltig und zum Teil in gegensätzlicher Richtung verlaufend, die Anforderungen sind, die der Giesser an Formsande stellen muss. Zur einwandfreien Bestimmung und Erfüllung dieser technologischen Eigenschaften ist eine einwandfreie Sandprüfung unbedingte Voraussetzung. Für das Prüfgebiet der Formsande sind spezielle Prüfmethoden und Geräte entwickelt worden, die sich im wesentlichen an den hochentwickelten Stand der Formsandprüfung in Amerika anlehnen. Im europäischen Kontinent haben besonders die Eisen- und Stahlwerke vormals Georg Fischer Sondergeräte entwickelt, die eine vielseitige Prüfung der Sande ermöglichen.

Die beiden technisch wichtigen Eigenschaften: Festigkeit und Durchlässigkeit, werden an verdichteten Probekörpern ermittelt. Da beide Eigenschaften vom Verdichtungsgrad und von der Probekörperform mitbeeinflusst werden, sind dessen Herstellung und Abmessungen in der Vornorm DIN 2401 über die Prüfung von Giessereisanden einheitlich festgelegt. Durch die Übereinstimmung im Herstellungsverfahren und die nur geringe Abweichung in der Abmessung der DIN-Probe gegenüber der amerikanischen, ist ein guter Vergleich der beidseitigen Versuchsergebnisse möglich. In der englischen Giesereiliteratur sind von dem Forscher J. W. BUCHANAN eine Reihe wichtiger Arbeiten veröffentlicht, für die die Prüfkörper nach einem anderen Verfahren hergestellt wurden; deshalb zeigen die gegenseitigen Beziehungen gewisser Formsandeigenschaften in verdichtetem Zustand in seinen Versuchsergebnissen einen anderen Verlauf als bei der Verwendung der Normprobe. Die Unterschiede sind vor allem bedingt durch den ungleichen Verdichtungsgrad der Prüfkörper im Messzustand.

### 4. Die Literatur der Formsandkunde.

Seitdem man — in Europa vor allem durch die Bemühungen von Prof. AULICH — dazu übergegangen ist, die Eigenschaften der Formsande zu prüfen, sind im Laufe der Zeit eine grosse Zahl von Ver-

suchsarbeiten über die Technologie der Formsande veröffentlicht worden. Bei der Vielseitigkeit der Konstitution natürlicher Formsande, als Ausgangsbasis der Versuche, konnte nicht vermieden werden, dass ein Grossteil der Versuchsberichte ihrem Wesen nach zwar zu denselben, ihrem Grad nach aber zu recht unterschiedlichen Ergebnissen führten. Dem gleichen Umstand mag es auch zuzuschreiben sein, dass die bisher erschienenen Versuchsergebnisse fast durchwegs in einer beschreibenden und nur selten in einer allgemeingültigen mathematischen Formulierung veröffentlicht wurden. Diese Tatsache kann als Beweis dafür angesehen werden, dass der eingangs erwähnte Wunsch nach einer vermehrten Mithilfe wissenschaftlich geschulter Kreise auf dem Gebiete der Formsandkunde gerechtfertigt ist.

Dem Mineralogen, der sich eingehender mit dem Formstoffgebiet beschäftigen will, vermag die gegebene beschränkte Zusammenfassung nur einen unvollkommenen Einblick in den heutigen Stand der Formsandkunde zu geben. Da es keine neuere zusammenfassende Veröffentlichung über dieses Gebiet gibt, wurde in der nachfolgenden Literaturzusammenstellung versucht, aus der Vielzahl der erschienenen Arbeiten die wichtigsten, in ihrem Aufbau mehrheitlich wissenschaftlich abgefassten und in ihren Ergebnissen das typische Verhalten besonders betonenden Arbeiten, in einer den heutigen Stand umfassenden Art und Weise zusammenzustellen.

Beim Versuch, die Arbeiten systematisch nach den darin besonders eingehend behandelten technologischen Eigenschaften zu ordnen, konnte leider nicht vermieden werden, dass in einzelnen Arbeiten auch andere Eigenschaften gleichzeitig mitbehandelt sind.

### Literaturverzeichnis

#### A. Vorkommen:

BEHR: Übersichtskarte der deutschen Formsand-Lagerstätten. 1923.

VON MOOS: Vorkommen und Abbau von Formstoffen in der Schweiz. Ecl. Geol. Helv., Vol. 34, Nr. 2, 1941.

#### B. Prüfmethoden:

Prüfung von Giessereisanden. DIN-Vornorm 2401, Juni 1939.

Testing and Grading Foundry Sands and Clays. Chicago 1938.

Sinn und Zweck der Sandprüfung und Sandforschung. Druckschr. der A.-G. der Eisen- und Stahlwerke vorm. Georg Fischer.

#### C. Zusammenfassende Darstellungen:

GEIGER: Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei. Springer 1931, Band IV, S. 501.

SCHIEL: Formsande und Formstoffe. Halle 1934.

*D. Über die Feuerbeständigkeit:*

H. NIPPER, E. PIWOWARSKY: Ein Beitrag zur Feuerbeständigkeit von Formsanden. D. Giesserei, 1930, H. 26, S. 625.

M. v. ARDENNE, K. ENDELL: Das Sintern von Ton-Mineralien und von Schlammstoffen natürlicher Formsande im Überhitzungs-Mikroskop. D. Giesserei, 1943, H. 1, S. 6.

K. ENDELL, E. WAGNER, JO. ENDELL, H. LEHMANN: Über die Natur der Schlammstoffe natürlicher Formsande. D. Giesserei, 1942, H. 10, S. 171.

*E. Einfluss der Tonmineralien im Formsand:*

K. ENDELL, H. REININGER, H. JENTSCH, P. CSAKI: Über die Bedeutung der Quellfähigkeit toniger Bindemittel für Giessereisande. D. Giesserei, 1940, H. 24, S. 465; H. 25, S. 499.

K. ENDELL, E. WAGNER, H. LEHMANN: Über die Natur der Schlammstoffe natürlicher Formsande (darin weitere Literaturangaben über dieses Gebiet). D. Giesserei, 1942, H. 9, S. 145; H. 10, S. 171.

*F. Einfluss der Korngrösse auf Festigkeit und Durchlässigkeit:*

H. NIPPER, E. PIWOWARSKY: Formsanduntersuchungen. D. Giesserei, 1928, S. 1097; D. Giesserei, 1929, H. 10, S. 219; H. 11, S. 237.

DIEPSCHLAG: Künstliche Formsande. D. Giesserei, 1940, S. 257.

EGGLESTON: Sand Control in Non Ferrous Foundry Practice. Foundry Trade Jour., Sept. 1938, S. 263.

*G. Einfluss der Probenherstellung auf den Verlauf der Durchlässigkeit und Festigkeit:*

J. W. BUCHANAN: Modern Methods of Sand Testing. Foundry Trade Jour., April 1938.

*H. Einfluss des Verdichtungsgrades auf Festigkeit und Durchlässigkeit:*

RODEHÜSER: Die Betriebsüberwachung in der Giesserei. D. Giesserei, 1928, S. 329.

*J. Einfluss der Trocknung:*

H. PINSL: Der Einfluss des Trocknens auf die Eigenschaften von Formsanden. D. Giesserei, 1929, H. 13, S. 285.

SCHULTZE: Über die Trocknung von Gussformen. D. Giesserei, 1926, H. 35, S. 635.

*K. Über die Gasentwicklung beim Giessvorgang:*

E. PIWOWARSKY: Beitrag zur Kenntnis der Gasdurchlässigkeit. D. Giesserei, 1938, S. 559.

VON ARX: Die Wirkung der Gase in einem umschlossenen Kern. von Roll Mitteilg., Aug. 1942.

SOUNDERS: Effect of Heat on Permeability of Foundry Sands. Transact. A. F. A., July 1930.

*L. Einfluss des Sandes auf die Gussoberfläche:*

REICHERT: Etat actuel des essais de contrôle des sables de moulage. Rev. de Métallurgie, 1936, 9. Sept.

DIEPSCHLAG: Oberflächenausbildung von Gusseisen. D. Giesserei, 1936, S. 466.

*M. Eigenschaften der Sande bei hohen Temperaturen:*

H. DIETERT; E. WOODLIFF: Hot Strength of Foundry Sands. Transact. A. F. A., 1939, S. 349.

- YORK: High Temperature Effect on Steel Sands. Transact. A. F. A., 1939, S. 653.
- EHRHARD: Measurement of Free Expansion of Sand Mixtures at High Temperatures. Transact. A. F. A., 1941.
- DUNBECK: Hot Strength of Moulding Sands. Foundry, 1941, Febr.
- N. *Über die Veränderung der Giessereisande beim Guss und deren Wiederaufarbeitung:*
- DIEPSCHLAG: Konstitution der Formsande. D. Giesserei, 1926.
- SCHUBERT: A Correlation of the Properties of Clays with the Durability of Moulding Sands. Transact. A. F. A., Febr. 1938, S. 661.
- KNIPP: Neue Wege in der Formstoffwirtschaft. D. Giesserei, 1941, H. 24, S. 481; H. 25, S. 503.
- O. *Über Kernsandbinder:*
- KLINGENSTEIN: Über die Prüfung von Kernbindemitteln. Mitt. Forms.-Anst. Gute Hoffnungshütte, H. 8, Dez. 1931.
- TIPPER: Practical Economies in the Use of Corebinders. Foundry Trade Jour., Sept. 1942, S. 27.