

DER KARINTHIN



Beiblatt der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten
zur Carinthia II: „Naturwissenschaftliche Beiträge zur Heimatkunde Kärntens“



Folge 18

Seite 124 - 146

15. April 1952

Vor etwas mehr als Jahresfrist, am 19. Februar 1951 vollendete in Wien in aller Stille Hofrat Univ. Prof. Dr. Hermann TERTSCH sein 70. Lebensjahr. Hofrat TERTSCH ist unseren Lesern kein Unbekannter; aus seinen volkstümlichen Werken (Der Schlüssel zum Aufbau der Materie; Das Geheimnis der Kristallwelt) ist er den Sammlern, aus sehr zahlreichen Fachveröffentlichungen den Wissenschaftlern wohl bekannt. Unserem "Karinthin" ist er seit Jahren ein treuer Mitarbeiter. Unsomehr freut es uns, daß wir ihn nun am 3. Mai 1952 auch in unserer Mitte, als Vortragenden in Klagenfurt begrüßen und von Angesicht zu Angesicht kennen lernen können.

Aus diesem Anlass, sowie nachträglich zur Vollendung des 70. Lebensjahres erlauben wir uns diese Folge des "Karinthins"

Herrn Hofrat Prof. Dr. H. TERTSCH

zu widmen und unseren Wunsch auszusprechen, daß ihm noch eine Reihe fruchtbarer Jahre als Forscher beschieden sein mögen.

Für die Schriftleitung:

H. Meixner

Für die Fachgruppe:

K. Tausch

In dieser Folge finden Sie:

- | | | |
|---------------------|--|---------|
| A. <u>Köhler</u> : | Hermann TERTSCH, der Senior der österreichischen Mineralogen. | 125-127 |
| E. <u>Clar</u> : | Einorientierung von Bohrkernen auf Grund geologischer Gefügedaten. | 128-137 |
| F. <u>Kahler</u> : | Die Rückprall- "Härte" als Maß für die Abschätzung der reinen Bohrgeschwindigkeit und der Bohrkronenabnutzung. | 137-141 |
| Chr. <u>Exner</u> : | Über das Vorkommen von Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen in Quarz aus Gesteinen der östlichen Hohen Tauern. | 141-144 |
| H. <u>Meixner</u> : | Über ein wahrscheinlich neues Bormineral aus Kleinasien. | 144-146 |

Hermann Tertsch, der Senior der österreichischen Mineralogen.Von Alexander Köhler, Wien.

Genau ein halbes Jahrhundert langes Wirken eines Wissenschafters und Lehrers rechtfertigt wohl eine kurze Rückschau auf das Geleistete und erlaubt wegen der langen Spanne Zeit, solches Wirken auch objektiv zu beurteilen. Läßt man so die Fülle der Arbeiten unseres Seniors an unserem geistigen Auge vorüberziehen, so bietet sich uns ein Bild, das wir wegen seiner Buntheit bewundern und das der jüngeren Generation als Vorbild dienen kann.

Am 19. Februar 1880 in Alt-Peterein (ehemals Südmähren) geboren, kam TERTSCH nach Absolvierung des Deutschen Staatsgymnasiums in Brünn 1898 an die Universität Wien, wo er sich dem Studium der Naturwissenschaften widmete und im Jahre 1903 den Dokortitel erwarb und die Lehramtsprüfung ablegte. So kam TERTSCH mit Friedrich BECKE in Berührung, der als vorzüglicher Forscher und Lehrer nicht zuletzt aber als selten gütiger Mensch den jungen und strebsamen Schüler in seinen Bann zog. Schon 1901 wurde TERTSCH sein Assistent, was er bis zum Herbst 1903 blieb.

In dieser relativ kurzen Zeitspanne pflanzte BECKE ihm die Vorliebe für Kristallographie und Kristallphysik, besonders für die Kristalloptik - es waren dies die Jahre, wo BECKEs grosse Arbeiten auf diesem Gebiet entstanden - tief ins Herz. Mit musterhaftem Eifer widmete sich TERTSCH fortan besonders dieser Arbeitsrichtung. Über hundert Arbeiten sind hier für ein beredtes Zeugnis. Von wenigen "Aussenseitern" abgesehen, laufen durch die lange Liste der Titel von TERTSCH Veröffentlichungen gleich roten Fäden immer wieder bestimmte Themen. Mit zum Teil abgewandelter Problemstellung, geänderter Methodik, neuem Untersuchungsmaterial hat er beispielsweise von seiner ersten Veröffentlichung (1902) und seiner Dissertation (1903) angefangen bis ins letzte Jahrzehnt sich immer wieder mit der Optik von Feldspaten, besonders den Plagioklasen befaßt. Ein anderes "Erbteil" seines Lehrers BECKE betraf den Ausbau der optischen, insbesondere konoskopischen Untersuchungsmethoden. Dabei und bei der graphischen Darstellung und Auswertung ist TERTSCH wesentlich weiter als seine Vorgänger gekommen, wir verdanken ihm da eine Reihe dauerhaft wertvoller Neuerungen und Verbesserungen. F. RAAZ - H. TERTSCH "Geometrische Kristallographie und Kristalloptik" (Wien 1939 und 1951) gibt vor allem Studierenden eine verlässliche Einführung in Theorie und Praxis zur Untersuchung von Kristallen. Ein anderes Lieblingsthema betrifft die Erfassung und Bestimmung der Kristalltrachten, worüber er schliesslich auch zusammenfassend in Buchform "Trachten der Kristalle" (Berlin 1926) berichtete. Zahlreiche Arbeiten veröffentlichte er über Spaltbarkeit, Schlag- und Druckfiguren und Härteeigenschaften (Ritzhärte, Schleifhärte, VICKERS-Mikrohärte) von Kristallen; auch darüber liegt mit

"Die Festigkeitserscheinungen der Kristalle" (Wien 1949) in Buchform eine Gesamtdarstellung vor. Ein anderes Lieblingsgebiet des Verfassers betrifft "Kristallzeichnen auf Grundlage der stereographischen Projektion" (Wien 1935), in vielen Einzelstudien sind von ihm daraus viele wichtige Lösungen und Neuerungen gebracht worden.

Neben diesen "Hauptarbeitsgebieten" finden wir in TERTSCHs Schriftenverzeichnis noch geologisch-petrographische Untersuchungsergebnisse aus dem Dunkelsteiner Granulitmassiv, dann die "Kartographische Übersicht der Erzbergbaue Österreich-Ungarns (Wien-Berlin 1918, 1919), Arbeiten über Schmelz- und Umwandlungspunkte, Wachstumsfragen und Lösungserscheinungen bei Kristallen, Raumerfüllungsfragen von Kristallgittern. Durch Kristallstrukturforschung und Gefügeuntersuchungen (U-Tisch) ist die Mineralogie in den letzten 40 Jahren sprunghaft vorwärts gekommen. TERTSCHs Veröffentlichungen zeigen, daß er bis in die Jetztzeit mit den Neuerungen mitgegangen ist, sich mit ihnen beschäftigte und danach oft trachtete mit neuem Rüstzeug alten Fragen erneut an den Leib zu rücken.

Mit einem solchen Ergebnis könnte sich auch ein Forscher zufrieden geben, dessen Hauptberuf die Forschung und akademische Lehre ist. TERTSCH aber vollbrachte die Leistung nebenberuflich und es ist schwer vorstellbar, wie er in den wenigen freien Stunden eine solche Fülle von Arbeiten vollbringen konnte. Schon im Herbst 1903 wandte sich TERTSCH nämlich dem Mittelschullehrberuf zu, war zunächst in Triest, später in Wien XIII tätig und wurde 1920 Landesschulinspektor. Ein Unglücksfall veranlaßte ihn, bereits 1933 in den Ruhestand zu treten. Wie erfolgreich er sich in den dreissig Jahren seinem Berufe widmete, beweist die Verleihung des Titels Hofrat und die Auszeichnung mit dem grossen Silbernen Ehrenzeichen.

Blieb TERTSCH auch während dieser Zeit der Universität Wien stets treu, so wurde er durch die Verleihung der *venia legendi* für Mineralogie (1910) auch als akademischer Lehrer fest an sie gebunden, insbesondere durch seine Lehraufträge für Kristallographie und Kristallphysik und für besondere Unterrichtslehre für Mineralogie und Geologie. Wer das Vergnügen hatte, diese und andere Vorlesungen zu hören, der weiss, welch grosse pädagogische Erfahrung ihm eigen war und welch lebhaften und muster-gültigen Vortrag er hatte. Als TERTSCH im Rektoratsjahre Friedrich BECKES (1918/19) dessen Hauptvorlesung supplierte, lernte ich selbst bei ihm als sein Schüler die Grundlagen meines Faches und hörte auch später eine Anzahl von Kollegs, die er als Privatdozent hielt. So kann ich aus eigener Überzeugung sagen: TERTSCH war der beste Leser und der beste Lehrer unter allen Dozenten! Jeder wird das bestätigen, der gleichfalls zu seinen Schülern zählte. Und es waren ihrer nicht wenige, denn besonders die Lehramtskandidaten lernten bei ihm am besten das für sie nötige Rüstzeug.

-127-

Anerkennung fand TERTSCH für sein Wirken durch die Verleihung des Titels eines a.o. Universitätsprofessors (1922) und besonders durch die Wahl zum korrespondierenden Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Wien (1931). Nach dem Tode HIMMELBAUERS supplierte er die Lehrkanzel (1943/44) bis zu deren Wiederbesetzung.

Die Bedeutung als Forscher und Lehrer ist nach obigem, nur mit wenigen Strichen skizzierten Bild kaum erschöpfend gewürdigt. In einer Zeit, wo der wichtigen Mineralogie so wenig Verständnis entgegengebracht wird, ist es von besonderem Wert, wenn immer wieder auch weiteren Kreisen Einblick in ihre Aufgaben vermittelt wird. TERTSCH hat sich in einer Reihe von Schriften und in zahlreichen Vorträgen an die breite Öffentlichkeit gewandt und mit seinen Büchern "Der Schlüssel zum Aufbau der Materie" (Wien 1939 und 1947) und "Das Geheimnis der Kristallwelt, Roman einer Wissenschaft" (Wien 1947) besonders viel dazu beigetragen, die Bedeutung der Mineralogie auch Nichtfachleuten vor Augen zu führen. Jedem Liebhaber unseres Fachgebietes sei die Lektüre obiger Bücher besonders empfohlen. Er wird daraus nicht nur viele, zum Teil schon vergessene Forschungsergebnisse mineralogischer Forschung von den Anfängen bis in die neueste Zeit verfolgen können. Der Wert solcher Schriften ist nicht hoch genug einzuschätzen, zumal die leichte und gewandte Art des Verfassers die Darstellung so zu gestalten vermochte, daß die wichtigsten Forschungsergebnisse ^{wie die Ereignisse} in einem spannenden Roman an einem vorüberziehen. Daneben sind noch seine Mineralogielehrbücher für den Mittelschulunterricht und zahlreiche Aufsätze über die methodische Darstellung unseres Faches in Schulzeitschriften zu erwähnen.

Heute ist Hofrat TERTSCH trotz seiner 72 Jahre rüstig und arbeitsfreudig wie zuvor. Das läßt uns hoffen, daß er uns noch mit einer Reihe von Arbeiten beschenken wird. Und wenn wir ihm auf diese bescheidene Weise heute den Dank für das sagen, was er uns Mineralogen gegeben hat, so schließen wir unseren Wunsch an, daß ihm noch ein langes Schaffen beschieden sei, als mutiger Vertreter unserer Wissenschaft und als Vorbild für die jüngere Generation!

Einorientierung von Bohrkernen auf Grund geologischer Gefügedaten.
 von E. CLAR (Lagerstättenuntersuchung der Ö.A.M.G.
 Knappenberg) mit 6 Abbildungen.

Kernbohrungen sind in immer noch zunehmendem Maße ein unentbehrliches Hilfsmittel in der Untersuchung des Untergrundes, vor allem fester Gesteine und ganz besonders in der Erschließung von Lagerstätten. Sie sind für diesen Zweck der bergmännischen Auffahrung von Strecken und Schächten oder Tonlagen überlegen in ihren im allgemeinen wesentlich geringeren Kosten, der ungleich größeren Geschwindigkeit des Vortriebes, der Möglichkeit, von geeigneten leicht vorzubereitenden Punkten ober oder unter Tage nach beliebigen Richtungen absteigend oder auch aufsteigend zu bohren und sie werden auch durch Wasserzudrang nicht behindert. Freilich gibt es auch für Bohrungen Schwierigkeiten aus der Beschaffenheit des Gebirges, die oft ein vorzeitiges Ende des Vortriebes erzwingen, aber sie geben doch zunächst eine nahezu lückenlose Folge und eine genaue Tiefenangabe der von ihnen durchörterten Gesteine. Für die geologische Erkundung wesentlich unbefriedigender und weit unterlegen der bergmännischen Auffahrung ist jedoch die Auskunft der Bohrungen über die Lagerstättenverhältnisse der Gesteine, die aus ihnen sehr oft erst durch die Kombination einer Reihe von Bohrungen, bei verwickeltem Bau aber überhaupt nicht mehr zureichend sicher zu ermitteln sind.

In geschichteten oder geschieferten Gesteinen gestatten die Bohrkern, oder wenigstens ein Teil von ihnen, im allgemeinen unschwer, den Winkel dieser Schichtung oder Schieferung gegenüber der Achse des Bohrloches (= Längserstreckung der Kerne) zu messen. Man nimmt zumeist in erster Näherung an, daß Bohrlöcher, die nicht bewußt abgelenkt wurden, gerade sind und die Bohrlochachse (weiterhin kurz "BLA") daher auch in der Teufe mit der ihr ursprünglich gegebenen Richtung übereinstimmt. Es ist bekannt, daß Bohrlöcher verblüffend weit von dieser Annahme abweichen können, doch gestatten dafür entwickelte Sondergeräte, auch bei planloser Abweichung, die jeweilige räumliche Richtung der Achse zu messen. Die aus der Bohrlochabweichung herrührenden Schwierigkeiten für die Erkennung der Gesteinslagerung sind also beherrschbar, sobald ein derartiges geeignetes Gerät zur Verfügung steht.

Der am Bohrkern gegenüber seiner Achse gemessene Winkel der Schichtung oder Schieferung ist bei senkrechten Bohrlöchern das Komplement zum Neigungswinkel des geologischen Einfallens, bei anderen Richtungen der Bohrung bleibt auch dieser mehrdeutig. Denn es liegt im Wesen der technischen Einrichtung der drehenden Kernbohrgeräte, daß die Gesteinskerne entweder schon beim Bohren -wenn sie vorzeitig abreißen- oder sonst beim Ziehen durch eine unkontrollierbare Rotation um ihre Achse gegenüber ihrer Orientierung im Gesteinszusammenhange verdreht werden. Eine Möglichkeit zur Rückführung dieser Rotation, zu einer Einorientierung

des Kernes in seine ursprüngliche, im Gesteinsverbande eingenommene Lage gegenüber den Richtungen des Raumes ist ein bislang nicht befriedigtes Bedürfnis für die zureichende Erkundung auch der Gesteinslagerung durch Kernbohrungen. Jede Lösung dieser Aufgabe, auch wenn sie noch keine allgemeine Lösung ist, erhöht den Wert der Ergebnisse, damit aber auch den materiellen Wert des Untersuchungsbohrloches.

Unter den besonderen, wenn auch geologisch sehr schwierigen Bauverhältnissen des Hüttenberger Erzberges gelang es, dort dieses Problem in einer praktisch recht befriedigenden Weise zu lösen. Das Verfahren ist zwar auch dort keineswegs auf alle Bohrkernkerne anwendbar, aber es führte doch dazu, dass wir aus der Tiefe des Hüttenberger Erzberges, tief unter der tiefsterschlossenen Stollensohle, eine Reihe von Angaben über das Streichen und Fallen von Schichten besitzen, die zwar nicht mit voller Sicherheit genau, aber mit einer bestimmbareren Wahrscheinlichkeit richtig sind.

Das wichtigste Hilfsmittel dafür stammt aus wissenschaftlicher Arbeit weitab dieser Fragestellung, aus einer sinngemäßen Übertragung der in der Kristallographie üblichen übersichtlichen Behandlung der Winkel- und Richtungsbeziehungen in Kristallen in einer (stereographischen) Lagenkugelprojektion. Die Mineralogen W. SCHMIDT und B. SANDER haben sie durch die Gefügekunde dem Geologen nutzbar gemacht. Im Rahmen dieser Tagung sei ein Bericht über eine eminent praktische Anwendung solcher Arbeitsweise gleichzeitig ein Beitrag dankbarer Achtung für die kristallographischen Ahnen des Verfahrens.

Es läge uns ein Bohrkern vor aus einem geschichteten oder geschiefertem Gestein, in dem der Winkel der Schichtung oder Schieferung gegenüber der Bohrlochachse messbar ist, z.B. 60° . Steht das Bohrloch senkrecht, dann hat die Schichtung ein geologisches Einfallen von 30° , ihr Streichen kann aber ganz beliebig sein. Die Normale auf die Schichtfläche, durch die deren Lage in diesem Falle zweckmässig festgelegt sei, hat volle Lagefreiheit innerhalb des Mantels eines Kegels vom halben Öffnungswinkel 30° um die Bohrlochachse. Das Gleiche gilt natürlich bei horizontalem oder irgendwie geneigtem Bohrloch, nur ist leicht vorstellbar, daß dann nicht nur das geologische Streichen, sondern auch das Einfallen der Schicht nicht bestimmbar ist. Obzwar es nicht beliebig sein kann, sind doch alle Lagen dieser Flächennormale im Mantel des beschriebenen Kegels zulässig.

Um innerhalb dieses geometrischen Ortes der nach der Messung am Bohrkern zulässigen Lagen der Flächennormale nur bestimmte Lagen für zutreffend oder für geologisch wahrscheinlich zu halten, bedarf es einschränkender geologischer Feststellungen oder Annahmen. Es gibt ohne Zweifel Gebiete, in denen der geologische Bau so einheitlich und gut überblickbar ist, daß von vornherein

auch in der Tiefe des Bohrloches nur ein ganz bestimmtes Streichen und Einfallen unter den möglichen Lagen in Betracht kommen kann.

nachträgliche Rückführung der Verdrehung des Kernes hat dann nur die Aufgabe einer Kontrolle oder kann sogar Auskunft über eine Richtungsabweichung des Bohrloches geben, wie dies im Siegerland mit Hilfe der transversalen Schieferung versucht worden ist. ¹⁾

Es ist jedoch auch dort, wo z.B. eine geologische Karte ein recht einheitliches generelles Streichen der Gesteinszüge und vielleicht auch ein Einfallen vorwiegend nach einer der beiden möglichen Richtungen normal dazu zeigt, darin Vorsicht geboten. Das zeigt mit einer unter vielen derartigen Möglichkeiten unser Beispiel, der Hüttenberger Erzberg, in dem deutlich ein generelles Streichen gegen WNW, das Einfallen der Gesteinszüge vorwiegend gegen SSW gerichtet ist. Man würde also hier geneigt sein, bei unserem oben als Beispiel genommenen Bohrkern, der aus einem senkrechten Bohrloch stamme, ein Einfallen von 30° gegen SSW für das Wahrscheinlichste zu halten.

Eine genauere Analyse der Schichtlagerung zeigt in diesem Falle schnell, dass eine solche Annahme irrtümlich wäre. Die Gesteinslagen sind hier intensiv verfaltet, die Achsen dieser Faltung liegen aber nicht horizontal, sondern sind etwa in der Richtung des generellen Streichens etwas gegen WNW geneigt. Die übersichtlichste Darstellung der damit verbundenen Schichtlagerungen gibt ein Lagenkugeldiagramm, wie es als Beispiel Abb.5 für einen Teil des Hüttenberger Erzberges zeigt. Es enthält als zusammenfassende Auswertung zahlreicher Lagemessungen die statistische Regel der in diesem Bereich auftretenden Flächen- und Achsenlagen, gibt also betreffs Lagerung das Typische dieses Bereiches wieder. Die Darstellungsweise selbst darf wohl als bekannt gelten. ²⁾ Um den mit B bezeichneten Punkt gruppieren sich enge und ohne Ausnahme mit nach aussen abnehmender Besetzungsdichte die Durchstoßpunkte der Falten- und Streckungsachsen des Bereiches, während die Normalen auf die s-Flächen einen zugehörigen "Gürtel" besetzen, in dem allerdings ein breites Maximum (mit π_s bezeichnet) das deutliche Vorwalten eines Einfallens gegen SSW anzeigt.

¹⁾ erwähnt in H.J. LIPPERT: Ein neuer Neigungs- und Abweichungsmesser usw.; Schlägel und Eisen 1951.

²⁾ siehe B. SANDER, Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper I, 1951.

Soweit nun ein geologischer Bereich dieser statistischen Regel der Lagerung gehorcht, enthält das Diagramm auch eine sogar zahlenmässig fassbare Angabe über die statistische Wahrscheinlichkeit des Auftretens jeder möglichen Flächen- und Achsenlage, sei es im ganzen, oder auch des Einfallens bei gegebenem Streichen, bzw. des Streichens bei gegebenem Einfallen.

Kehren wir wieder zu unserem Kern mit einer 60° gegen die Achse des (senkrechten) Bohrloches geneigten Schichtung zurück, so muss der Pol dieser s-Fläche (Flächennormale) auf dem eingetragenen 30° - Kreis um das Zentrum unseres Diagrammes liegen. (Abb.5). Es ist unschwer zu erkennen, dass in der dargestellten Regel ein 30° -grädiges Einfallen z.B. gegen NO, O oder SO nicht oder fast nicht vorkommt, also unwahrscheinlich ist, ein solches gegen N häufiger und ungefähr gegen SW am häufigsten. In diesem NO-Quadranten ist aber bezeichnenderweise das dem generellen Streichen entsprechende Einfallen gegen SSW deutlich weniger häufig verwirklicht als ein solches gegen SW und WSW. Es ist dies eine einfache geometrische Folge der Neigung der Gürtel- (und Falten)-Achse gegen WNW (B im Diagramm).

Es ist also in unserem Falle eines Einfallens von 30° eine Übereinstimmung mit dem generellen WNW-Streichen weniger wahrscheinlich als ein NNW-Streichen. Das erstere wird vielmehr diktiert durch die viel häufigeren Flächenlagen mit steilerem Einfallen.

Wesentlich weiter zu treiben ist die Einorientierung von Bohrkernen jedoch, wenn nicht nur ein einziges Gefügedatum, wie in unserem Falle die s-Fläche, benutzt werden kann, sondern deren zwei oder mehr gleichzeitig und zwar mit statistisch festliegender Regel für deren räumliche Lagebeziehung. Im Beispiel des Hüttenberger Erzberges ist dieses zweite Datum eine sehr oft sichtbare Linear-Richtung auf den s-Flächen, die auch als Ein-fältelung entwickelt sein kann, die in ihrer Raumlage zusammenfällt mit den Achsen größerer Falten und kurz als Lineare B (B-Achse) zu bezeichnen ist. Es ist hier nur eine einzige solche B-Achse allgemein und an typischen Merkmalen erkennbar entwickelt und diese B-Achse ist gemäss statistischer Überprüfung das weit-aus lagekonstanteste Element der Tektonik. In diesem Teilbereich unseres Diagrammes Abb.5 liegen 65 % der gemessenen B-Achsen in einem Straukegel von nur 17° Öffnungswinkel, alle in einem solchen von nur $45 - 60^\circ$!

Sofern der durchbohrte Bereich durch ein solches Diagramm zu kennzeichnen ist, ermöglicht dies ein prinzipiell äußerst einfaches Verfahren der Einorientierung jedes aus diesem Bereiche stammenden Bohrkernes, der eine solche B-Achse erkennen läßt: Nach Einmessung der erkennbaren Gefügedaten relativ zur Bohrlochachse wird der Bohrkern so lange konstruktiv um die in ihrer Raumlage bekannte Bohrlochachse gedreht, bis die bezeichnende Lineare in die statistisch festgestellte wahrscheinlichste Lage gegenüber den Bezugsrichtungen des Raumes fällt, in dieser Lage wird dann das zugehörige Streichen und Fallen der s-Fläche ermittelt und abgelesen.

Unbedingt notwendig für die Anwendung dieses Orientierungsverfahrens ist, daß man berechtigt ist vorauszusetzen, daß die zugrundegelegte statistische Regel des geologischen Gefüges auch für den Bereich gilt, aus dem der Bohrkern entnommen ist; also aus dem tektonischen Homogenbereiche, der durch die betreffende, im statistischen Diagramm ausgedrückte Regel typisiert ist. Mit der Erniedrigung der Homogenität geht gleichzeitig die Anwendbarkeit des Verfahrens allmählich verloren. Ebenso ist eine gewisse Schärfe der Regelung Voraussetzung für eine befriedigende Wahrscheinlichkeit des Ergebnisses.

An Bohrkernen, die eine s-Flächenschar und eine solche Lineare in ihr zeigen, ist im allgemeinen am besten messbar:
 1. der Winkel zwischen der s-Fläche und der Längsachse des Kernes (gleich BLA), der hier α genannt sei und 2, der Winkel (hier β), den die Lineare B in der s-Fläche gegenüber der Spur der senkrecht zu s durch die BLA gelegten Ebene bildet. Bei senkrecht gehaltenem Kern ist letztere die Ebene des scheinbaren Einfallens (siehe Abb.1). Beim Winkel β ist zu beachten, im welchem Sinne er gemessen wird. Um darin zu unterscheiden und nicht jeweils zwei gleichwertige Lösungen zu erhalten, muss sichergestellt sein, was am Bohrkern oben und unten, bzw. vorne und hinten im Sinne des Vortriebes ist. In Hüttenberg bezeichnen wir zu diesem Zweck seit einiger Zeit an allen Kernen sofort bei der Entleerung des Kernrohres das im Sinne des Vortriebes liegende Ende mit einem Farbfleck.

Zur Auftragung der Messung und zur konstruktiven Rückdrehung des Kernes bedient man sich zweckmässig des für die statistischen Gefügediagramme üblichen Lagenkugelnetzes mit Oleate, das hier nicht erläutert zu werden braucht.

Am leichtesten übersichtlich wird diese Auftragung wohl an einem senkrechten Bohrloch, dessen Richtung ins Zentrum der Lagenkugel fällt. Man kann dann z.B. die am Bohrkern gemessenen Werte zunächst in beliebiger Drehlage des Pausblattes (Oleate) auf dieser über dem Gradnetz eintragen; etwa mit N-S-streichendem s als Großkreis, normal dazu rechtsden Pol der s-Fläche auf O-W und schliesslich im Großkreis der s-Fläche mit dem gemessenen Winkel gegenüber der Einfallsrichtung die Richtung der Lineare B. Nun lassen sich diese Eintragungen auf Kreislinien so lange rotieren, bis B in das statistische Maximum der B-Achsen dieses geologischen Bereiches fällt, womit es seine wahrscheinlichste Lage erreicht hat. Der mitrotierte Pol von s läßt dann das wahrscheinlichste Streichen und Fallen der s-Fläche am Gradnetz ablesen. Man erhält dabei im allgemeinen als Lösung nicht eine einzige Punktlage, sondern eine kurze Kreislinie als Folge annähernd gleichwertiger Lagen, umso länger, je weniger scharf das zugrundegelegte Maximum von B ist.

Gelingt es durch Rotation nicht, B in das Maximum des Achsendiagrammes zu bringen, sondern nur in dessen Streubereich, so hat die Lösung neben grösserer Freiheit je nach Sachlage auch

geringere Wahrscheinlichkeit oder - abgesehen von Bohrlochabweichungen- die Messung stammt nicht mehr aus dem gleichen Homogenbereich. Da eine statistische Regel zugrundegelegt ist, wird eine Aussage darüber zulässig, wenn nicht nur eine Einzelmessung, sondern solche an einer Reihe von Kernen ausgewertet werden. Bleibt die Unvereinbarkeit vereinzelt, dürfte es sich um eine Streulage handeln, wiederholt sie sich, so hat die Bohrung offensichtlich den Homogenbereich verlassen, für den die zugrundegelegte Regel gilt.

Die Auftragung der Messungen geht etwas weniger übersichtlich, aber einfacher und schneller so vor sich, wie es die Abb. 7 andeutet. Man dreht dabei gewissermassen nicht den Bohrkern über dem festgehaltenen Diagramm, sondern das zugrundegelegte Regeldiagramm über dem festgehaltenen Kern solange, bis das Maximum B den Messungen am Kern genügt, wenn der Pol π der s-Fläche am E-Durchmesser des Netzes aufgetragen werden soll. In unserer Abb. ist die Stellung des Pausblattes mit dem B-Maximum des Diagrammes der Abb.6 für die Auftragung der Messung 8 festgehalten, die einen Winkel α von 70° und β von 20° entgegen dem Uhrzeigersinne (von oben gesehen links) verzeichnet hat. Das Maximum B hat hier einen Öffnungswinkel von etwa 10° , die wahrscheinlichsten Lagen des s-Poles liegen daher auf einem Bogen von 10° Zentriwinkel. Die Ablesung ergibt hier ein Einfallen der s-Fläche mit 20° nach 314 bis 324° .

Im Diagramm der Abbildung 4 sind auf diese Weise 12 Messungen eingetragen, die sich im Bohrloch auf etwa 30 m Teufen-spanne verteilen und in Abb.5 und 6 am Schlusse noch diskutiert werden. Bei allen diesen Messungen führt die Rotation um die Bohrlochachse das gemessene B in das B-Maximum des statistischen Diagrammes, was dafür spricht, daß der ganze durchbohrte geologische Bereich in Bezug auf die Prägung der B-Achsen homogen bleibt.

Weniger übersichtlich, aber in grundsätzlich vollkommen gleicher Weise zu behandeln ist die Aufgabe, wenn das Bohrloch nicht senkrecht steht, sondern irgendeine andere Richtung hat. Abb.2 gibt eine Übersicht der auftretenden Richtungsbeziehungen in der Lagenkugel, wobei der Ähnlichkeit halber wieder ein flaches NW-Fallen der B-Achse angenommen ist und die Bohrlochachse mit 70° gegen N(360°) absteigend. α und β sind am Kern gemessen, γ daraus am Netz ablesbar; aus gleicher Gradablesung ergeben sich zwei Lösungen, die durch den Richtungssinn von β unterschieden sind.

Die Konstruktion auf dieser Grundlage ist für den Fall der zwei Messungen 5 und 6 aus einem anderen Teilbereich und Bohrloch in Hüttenberg in Abb.3 angedeutet. Die dicken Striche bedeuten die jeweiligen wahrscheinlichsten Lagen für B, bzw. den Pol von s aus den betreffenden Kernmessungen.

Die praktische Auftragung von Messungen aus beliebig gerichteten Bohrlöchern kann wieder bei geringerer Übersichtlichkeit schneller und einfacher gestaltet werden: Durch konstruktive Rotation (Vorgang siehe B.SANDER l.c.) dreht man das Bohrloch zusammen mit maßgebenden Maximum des zugrundegelegten Gefügediagrammes in die Vertikale (Zentrum der Lagenkugel), trägt dann auf, wie oben für ein senkrechtes Bohrloch beschrieben und rotiert schliesslich die erhaltenen Flächenpole wieder mit dem Bohrloch in die Ausgangslage zurück, wo für jede das Streichen und Fallen in gewohnter Weise abgelesen werden kann. Das Ergebnis ist gleich den der direkten Konstruktion.

Beim Sonderfall horizontaler Bohrlöcher läßt sich unschwer ein Wälzen des Kernes bis zum Zusammenfallen von B mit dem Maximum im Diagramm nachahmen; fast schneller geht die Auftragung auch hier so vor sich, daß man zuerst zu senkrechter Stellung des Bohrloches aufdreht und dann Bohrloch und Auftragungen wieder zurück rotiert.

Das angegebene Verfahren ermöglicht es also unter geeigneten Voraussetzungen, mit wechselnder, aber fallweise sehr hoher Wahrscheinlichkeit und mit überraschend geringer Freiheit der Lage das Streichen und Einfallen der in Bohrkernen erkennbaren Schichtungs-, Schieferungs- oder überhaupt s-Flächen zu ermitteln. Die notwendigen Voraussetzungen sind dabei in erster Linie folgende:

1. Es muß geologisch begründet die Annahme gemacht werden können, daß die Bohrung in einem tektonischen Homogenitätsbereiche steht, in dem die Lageverteilung des zur Einorientierung verwendeten Gefügedatums durch eine, aus anderen Messungen erhaltene, möglichst strenge statistische Regel darstellbar ist.

2. Das als Grundlage der Einorientierung verwendete Gefügedatum (hier B) muß ebenso wie das in seiner Raumlage zu ermittelnde (hier s) am Bohrkern in ihrer Winkelbeziehung zur Bohrlochachse erkennbar sein. Es ist grundsätzlich ebenso möglich, daß diese Daten nicht schon makroskopisch erkennbar, sondern erst durch Korngefügeanalyse zu ermitteln sind.

3. Die räumliche Richtung der Bohrlochachse am Ort der Kernentnahme muß bekannt sein. Die auch in den hier gebrachten Beispielen noch unvermeidliche Annahme, daß die Bohrungen gerade verlaufen, ist nur eine erste Näherung.

Ferner: Es ermöglicht eine gewisse Kontrolle des Ergebnisses, wenn der Orientierungsversuch nicht nur an einzelnen Messungen, sondern an mehreren, bis zu einer wieder statistisch auswertbaren Zahl gemacht wird. Es wird dabei allerdings immer nur die Vereinbarkeit mit der statistischen Regel des angenommenen Homogenbereiches, nicht die Homogenität selbst zwingend bewiesen.

Einfache geometrische Überlegungen geben darüber Auskunft, in welchen Fällen und in welchen nicht eindeutige Ergebnisse zu erwarten sind. In den hier herangezogenen Beispielen der

Einorientierung mit Hilfe einer einzelnen B-Achse ergeben sich grundsätzlich zwei gleichwertige Lösungen, wenn diese Lineare senkrecht zur Bohrlochachse steht. Das bringt die zunächst überraschende Folgerung, daß es für die Ermittlung der Lagerung günstiger ist, die Bohrungen nicht, wie üblich, möglichst senkrecht zum generellen Streichen oder Fallen anzusetzen. Praktisch wird man das zwecks geringster notwendiger Bohrteufen trotzdem tun, wird aber bei Gelegenheit bewußt auch irgendwie schräge Bohrlöcher einschalten.

Zum Abschluss sollen zwei Beispiele noch kurz zeigen, wie Gruppen von Messungen ausser der Angabe von Streichen und Fallen zusätzliche geologische Aussagen ermöglichen können.

Im Beispiel unserer Abbildung 3 fügen sich die ermittelten Flächenlagen 1 bis 10 aus Bohrkernen befriedigend in den Besetzungsbereich der Flächenpole, der als Regel der Flächenlagerung aus sehr zahlreichen Gruben- und Obertag-Messungen in diesem Teilstück des Hüttenberger Erzberges abgegrenzt wurde. Aber sie tendieren nicht zu einer der Gesamtstatistik entsprechenden Verteilung innerhalb dieses Besetzungsbereiches der Lagenkugel. Die s-Flächen bevorzugen flacheres, die B-Achsen teilweise steileres Einfallen, als dem statistischen Maximum entspricht - wenigstens so weit man ein Streichen gemäss diesem Maximum voraussetzt. Vermutlich ist der Teilbereich, aus dem die Bohrkernstämme stammen, im Rahmen der Gesamtregel durch relativ flachere Faltenschenkel und durch örtliche Verteilung der B-Achsen (in der Nachbarschaft einer Störung) ausgezeichnet.

Die senkrechte Bohrung, aus deren größeren Teufen die Messungen der Abb.4 stammen, ist angesetzt in einer Scholle des Marmors, in der die Regel der Schicht- und Achsenlagerung durch das Diagramm der Abb.5 typisiert ist. (B = Maximum der B-Achsen, π_s = Maximum im Gürtel der Flächenpole) (der 30° -Kreis ist nur für einen anderen, oben bezeichneten Zweck eingetragen). Die Bohrung hat den höffigen Marmor früher als erwartet verlassen und wurde in eintönigen Glimmerschiefern, aus denen die Kernmessungen hier aufgetragen sind, aufgegeben. Geologische Konstruktionen ergaben den Verdacht, dass der Marmor in der Bohrung durch eine grössere Störung abgeschnitten wird, deren Verlauf nach der Tiefe trotz obertägiger Kartierung nicht genau vorausszusehen war. Nach den Obertagaufnahmen ist der Bereich Hangend der Störung durch das Diagramm Abb.5 gekennzeichnet, der Bereich Liegend der Störung aber durch das der Abb.6. Die Lage der B-Achsen ergibt sich darin nahezu gleich, nur etwas mehr gestreut, im Gürtel der Flächenpole normal dazu werden aber die flachen Lagerungen weitaus bevorzugt. Das wirkt sich im Kartenbilde so aus, daß an der Störung das im Hangend vorherrschende NW-Streichen plötzlich auf NNW bis NO umspringt, was bisher als eine Art Abschleppung gedeutet wurde.

In Abb.5 und 6 sind die gleichen Messungen an den Glimmerschieferkernen, jeweils nach der betreffenden Regel einorientiert, eingetragen. Es zeigt sich im Vergleich recht deutlich, daß sie besser der Regel von Abb.6 als von Abb.5 gehorchen. Danach ist es weiter wahrscheinlich geworden, daß unsere Bohrung tatsächlich aus dem Bereich mit der Lagerungsregel nach Abb.5 in den mit einer Regel nach Abb.6 übergetreten ist; daß also die erwähnte, für die Erzführung äußerst wichtige Störung tatsächlich vor ihr durchstoßen worden ist, obwohl dies der unvollständige Kerngewinn an den Bohrproben nicht hat unmittelbar erkennen lassen.

Das hier geschilderte Verfahren soll kein Schema sein. Es sollte nur am Beispiele des Hüttenberger Erzberges gezeigt werden, daß fallweise die Auswertung gefügestatistischer Lagerungsregeln einen bisher anscheinend noch nicht begangenen Weg eröffnen, um aus Bohrkernen genauer fassbare Angaben über die Lagerung der durchbohrten Gesteinsfolge zu erhalten. Dieser Grundgedanke kann zweifellos in mannigfachster Weise den Besonderheiten anderer Gebirgsarten und Bautypen angepaßt werden und dann durch eine bessere Aufklärung der Lagerungsverhältnisse des Untergrundes auch in anderen Fällen von praktischem Nutzen sein.

Die Rückprall- "Härte" als Maß für die Abschätzung der reinen Bohrgeschwindigkeit und der Bohrkronenabnutzung.

von Franz Kahler, Klagenfurt.

In der Reihe der Versuche, die Festigkeitserscheinungen der Kristalle zu erfassen, hat die Rückprall-"Härte" (Rücksprunghärte, Shorehärte) in der Mineralogie bisher anscheinend nur wenige Forscher zu genauerem Studium gereizt. Tatsächlich sind die von Tertsch angeführten Versuchsergebnisse von Späth und Czochralski recht entmutigend.

Es hat jedoch in der Eisenindustrie das Shore-Gerät eine, anscheinend allerdings nur geringe Verbreitung gefunden. Tatsächlich ist es schwer, ein solches Gerät zu erhalten.

Die Walkramwerke in Essen, als Erzeuger von Hartmetallkronen bekannt, hatten während des Krieges Versuche mit den feinkörnigen Gesteinen des Ruhrbeckens durchgeführt, um die reine Bohrgeschwindigkeit mit Hilfe eines Maßes feststellen und prüfen zu können. Die Versuche verliefen erfolversprechend.

Dank dem Entgegenkommen der Firma, wofür ich Herrn Generaldirektor Meusch besonders danken möchte, konnte ich mehrere Monate in Nordnorwegen, etwa im Bereich des Polarkreises, mit einem Shoregerät älterer Bauart (ohne Schleppzeiger) Versuche durchführen.

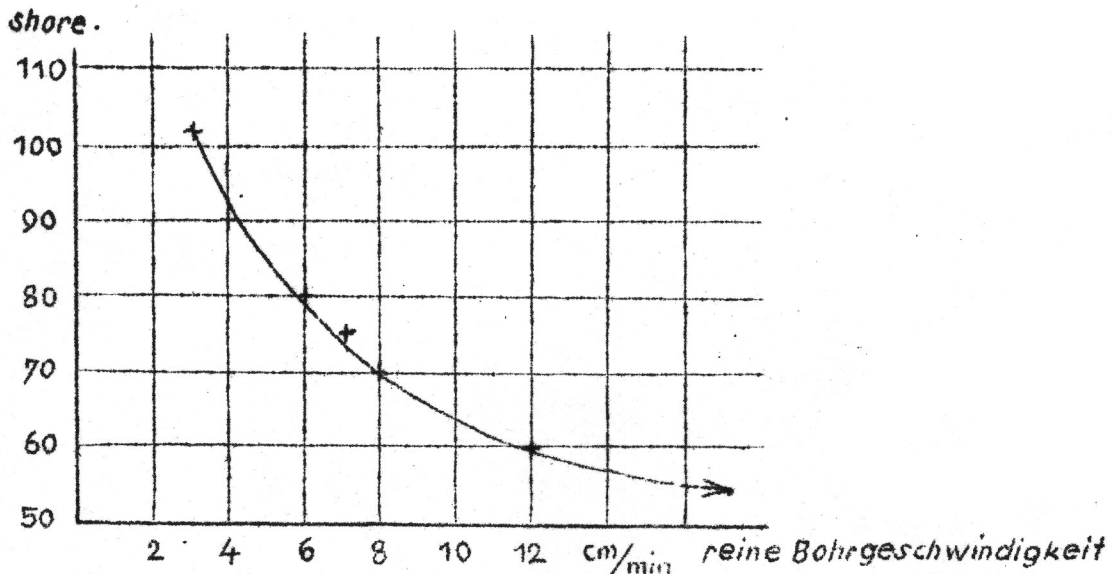
Leider verlor ich durch die notwendigen Vorversuche viel Zeit und hätte daher gerne das Gerät noch länger zur Verfügung gehabt.

Bei diesen Versuchen wurde ich geologisch von Dr. Metz, von Ingenieurseite durch die Herren Ing. H. Baumgarten, Dr. Ing. L. Müller und Dr. Ing. W. Zanoskar unterstützt.

Es war zu untersuchen, ob auch bei den in der Regel grobkörnigen Gesteinen im Bereiche des Eisenbahnbaus Mo i Rana zum Tysfjord Beziehungen zwischen der Shorehärte und der reinen Bohrgeschwindigkeit bestünden und ob es möglich sei, auf Grund der Shorehärte letztere abzuschätzen.

Zugleich war zu versuchen, den vielfach auf den Baustellen genau erfaßten Verschleiss von Hartmetallkronen mit der Shorehärte in Beziehung zu bringen.

Im Untersuchungsbereich lagen mehrere grosse Kerne von meist ziemlich grobkörnigem Granit vor, der teilweise sein Nebengestein aufnahm und migmatisch war. Seine Hüllgesteine bestanden aus beträchtlich metamorphen Paragneisen, Granatglimmerschiefern, Marmoren (mit einem sehr merkwürdigem Begleitgestein, das aufgesproßte Karbonate zeigte), Quarziten mit starker Si-Wanderung und Amphiboliten. Infolge der tiefen Abtragung der Kaledoniden sah man fast in die Unterseiten der Granitkuchen. Die Hüllgesteine waren demnach sehr stark plastisch verformt, aber von der folgenden Kristallisation wieder voll hergestellt. Besonders in den Graniten nahm die Zahl der Klüfte erstaunlich ab. Sehr schwere Spannungsspeicherungen waren die Folge.



Das Ergebnis dieser Messungen, deren Einzelwerte samt Proben infolge des Zusammenbruches verloren gingen und nur mit Vorbehalt aus dem Gedächtnis als ungefähre Richtwerte wiedergegeben werden, war eindeutig: es besteht auch bei grobkörnigen Gesteinen eine klare, einfache Beziehung zwischen Shorehärte

und der beobachteten reinen Bohrgeschwindigkeit:

Kalkmarmor	60 - 70 sh	12 cm/min
Dolomitmarmor	65 - 70	?
Granatglimmerschiefer	70 - 75	7-8
Gneis und Granit	75 - 80	6-7
verkieselter Quarzit	90 - 102 !	3-4

Die reine Bohrgeschwindigkeit ist eine zum größten Teile technische, nicht vom Gestein abhängige Leistung: sie wurde daher für folgende technische Bedingungen gerechnet, beobachtet und geologisch vorausgesagt:

Flottmann AT 18 (der fast durchwegs bei diesem Eisenbahnbau verwendete Hammer) bei 4.5 atü Betriebsdruck 1 m hinter dem Hammer mit Schlauchmanometer gemessen, gleichem Anpressdruck, bei waagrechter Bohrung mit 1 m langer Bohrstange und 42 mm Wallram-Hartmetall-Kreuzschneide quer zur Gesteinslagerung und bei Wasserspülung.

Die Abnützung der Bohrkronen wurde auf einen zwölfmaligen Nachschliff bezogen und ergab:

im Granatglimmerschiefer	70-75 sh	35-45 Bohrmeter
im verkieselten Quarzit	90-102 sh	15 "

Die Versuche haben den Wert der Shorehärtemessung insbes. für den voraussagenden Baugeologen auf abgelegenen Baustellen (man denke an den Bohrkronenvorrat!) oder bei zeitbedrängten Tunnelbauvorhaben erwiesen. Sie gestatteten dadurch auch eine genauere Einschätzung der Baukosten durch den Bauingenieur.

Im Tunnel- und Stollenbau wurde die Beziehung zwischen reiner Bohrgeschwindigkeit und Baufortschritt von Zanoskar eindeutig festgestellt. Allerdings haben infolge der Anwendung von Lademaschinen manche Zeitengpässe des Taktbetriebes eines Stollenvertriebes aufgehört zu bestehen. Es ist aber immer noch für die Planung des Tunnelbauers von größter Bedeutung, vorzeitig zu wissen, wieviel Bohrgeräte vor Ort einzusetzen sind, welche Abschlagslängen sich ergeben und welche Schuttermengen zu bewältigen sind. Im kluftarmen Gebirge bestehen ferner sehr deutliche Beziehungen zwischen Sprengstoffbedarf und Shorehärte.

Bei den Versuchen zeigten sich Unsicherheiten, die bei weiteren Versuchsreihen auszuschalten wären:

- a) da es sich um die Messung einer elastischen Eigenschaft des Gesteines handelt, muss die Einspannung des Gesteinskörpers genormt sein. Beim verwendeten Gerät wurde die Gesteinsplatte durch eine Halbkugel von unten gegen die Fallbahn des Hämmerchens gedrückt. Dadurch war die einwandfrei senkrechte Lage zur Fallbahn nicht gewährleistet.
- b) Ein Schleppzeiger ist nicht notwendig, da sich das Auge rasch gewöhnt, den Umkehrpunkt des Hämmerchens als Nachbild zu erfassen. Die individuelle Verschiedenheit der Messung ist belanglos (etwa $\frac{1}{2}$ sh).

- c) Wohl aber wäre es notwendig, das Hämmerchen nach der 1. Messung abzufangen, bevor es den Stein wieder berührt. Es stellte sich nämlich bei Untersuchungen an grobkörnigen Marmoren, wie auch bei dem sehr feinkörnigen und sehr spröden Dolomitmarmor von Fauske heraus, daß das bei mehreren Fallversuchen entstehende Gesteinspulver, so wie es zu erwarten ist, erst gering, dann aber sehr stark den Rücksprung des Hämmerchens dämpft. Gerade diese Dämpfung hätte beträchtliches technisches Interesse, denn es ergibt sich dadurch ein Vergleichsmaßstab
- 1) für die Gesteinsabnutzung und
 - 2) für die Störung des Bohrfortschrittes, wenn das Bohrmehl nicht sogleich entfernt wird, was bei rationell geführtem Bohrbetrieb allerdings nur mehr in Ausnahmefällen eintritt.
- d) Die Energie des ersten Falls wird stufenweise während mehrerer Rücksprünge aufgezehrt. Mit dem Auge läßt sich wohl das Nachbild des ersten Umkehrpunktes, vielleicht auch noch des tieferen zweiten erfassen, nicht aber der übrigen, schon sehr rasch erfolgenden immer kleiner werdenden Rücksprünge. Man könnte sie filmen und damit vielleicht weitere Einblicke in das elastische Verhalten eines Gesteins gewinnen.
- e) Bei grobkörnigen Gesteinen sind zahlreiche Messungen an verschiedenen Stellen notwendig. Ich maß jeweils 150 Punkte und schied die Extremwerte aus. Der Zeitbedarf für eine solche Reihemessung ist recht gering.
- f) Da nicht eine Härte, sondern die Elastizität des Prüfkörpers gemessen wird, worauf Tertsch verdienstvoll hinweist, ist es notwendig, die Prüfkörper zu normen. Ich wählte Gesteinsplatten von 2 cm Stärke, die aus grösseren Proben gesägt wurden. Versuche über die richtige Stärke konnten nicht mehr angestellt werden.
- g) Da der Elastizitätsmodul sehr stark von der Gebirgsfeuchtigkeit abhängt, wäre zu prüfen, welche Normfeuchtigkeit die Proben haben sollen. Infolge der Sägearbeit, der oft recht schwierigen und langen Transportwege bei den Proben, läßt sich die Gebirgsfeuchtigkeit recht schwer erhalten.
- h) Da die Feinpolitur die Gesteinsoberfläche stört und in meinem Untersuchungsbereich nur der Marmor Hochglanz annahm, habe ich einem Ratschlag von Dipl. Ing. Francini (Villach) des gewiegten Steinbruchfachmannes folgend, die Platten roh geschliffen verwendet. Der Bearbeitungsgrad und die Art der Bearbeitung der Prüfkörper, insbes. auch die Auflasten beim Schleifen, müßten festgelegt werden.
- i) Schliesslich wäre es wünschenswert, wenn man die Gesteine in ihren Hauptrichtungen prüfen würde. Eine dieser Richtungen sollte aber dem Vergleich mit anderen Probekörpern dienen. Diese Untersuchungen wären besonders bei glimmerhältigen Gesteinen oder solchen, die ^{sonstige} orientiert gelagerte Minerale verschiedener Härte aufweisen, erwünscht.

Zeigen sich beträchtliche Unterschiede, dann wäre die Prüfung in der Richtung des künftigen Bohrbetriebes für eine genauere Voraussage von grossem Vorteil.

Man sieht, daß diese Prüfmethode noch einiger systematischer Vorarbeit bedarf, damit ihre Ergebnisse einwandfrei vergleichbar werden.

Nach meinen Erfahrungen scheint sie mir aber für die geologische Beratung des Bauingenieurs sehr geeignet zu sein, woraus sich ergibt, dass man diese Vorversuche durchführen sollte.

In enger Zusammenarbeit mit den genannten Bauingenieuren, wodurch zahlreiche, einwandfreie Werte der reinen Bohrgeschwindigkeit und der Kronenabnutzung gewonnen wurden, konnte ich jedenfalls die geologische Voraussage verfeinern und damit in einzelnen Bauabschnitten des ausgedehnten Baugebietes rechtzeitig auf kritische Gesteine hinweisen.

Wenn der Mineraloge mit dieser Messungsart keine Freude erlebte, so ist dies begreiflich: die Elastizitätserscheinungen des Einzelkristalls haben ihn anscheinend noch wenig interessiert und er wird, wenn er sie messen will, feinere Methoden anwenden.

Für den technischen Bedarf scheint aber das Shoregerät bei kritischer Handhabung und bei Normung der Prüfbedingungen wertvolle Dienste zu leisten, wenn sich Geologe und Bauingenieur zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammenschliessen, so wie es uns im Norden in idealer Weise gelang.

Schrifttum:

Tertsch H. Die Festigkeitserscheinungen der Kristalle.
Springer Wien 1949.

Zanoskar W. Stollen- und Tunnelbau.
Springer Wien 1950.

Über das Vorkommen von Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen in Quarz aus Gesteinen der
östlichen Hohen Tauern.

Von Christof Exner, Wien.

G. Deicha (Paris) gab kürzlich die Anregung, den Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen in gesteinsbildenden Mineralien, hauptsächlich in Quarz, mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Auf die Einzelheiten der interessanten Experimente sei hier nicht näher eingegangen, da sie am besten in den Originalarbeiten nachgelesen werden. Wenn man auch nicht in der Lage ist, diese Experimente an geeigneten Apparaturen selbst auszuführen, so ist es doch bemerkenswert, daß sich schon bei der gewöhnlichen mikroskopischen Untersuchung an Gesteinsdünnschliffen die von G. Deicha geschilderten Typen zumindest teilweise auffinden lassen. Es ergibt sich eine gewisse Regelmässigkeit des Auf-

treten solcher Einschlüsse innerhalb von Gesteinsarten und vor allem bezüglich des Vorkommens von Gaseinschlüssen in geologischen Regionen verschiedener Gesteinsprägung. So fand G. Deicha im Mont-Blanc-Massiv keine Gaseinschlüsse in Quarz, sondern nur Flüssigkeitseinschlüsse; ebenso auch in den Bündner Schieferen Graubündens. Hingegen sind Gaseinschlüsse in Quarz des Bergeller Granits, in Quarz der tiefpenninischen Regionen des Tessins und der Furche zwischen Aar- und Gotthard-Massiv vorhanden. Solche Ergebnisse regen dazu an, in den eigenen Gesteinssammlungen nachzusehen, wie die Einschlüsse im Quarz der Dünnschliffe beschaffen sein mögen. Einige Wahrnehmungen aus meiner Gesteins-Schliffsammlung sind folgende:

Quarz aus einer 1,5 m mächtigen Pegmatoid-Linse im flasrigen porphyrischen granitischen Gneis zwischen Gastein und Mallnitz (Lokalität: Stollenmeter 2335 des Radhausberg-Unterbaustollens) enthält zweierlei Einschlussformen:

1.) Einschlüsse mit grossen unbeweglichen Blasen sind unregelmässig im Quarzkorn verteilt. Wo nur eine Blase im betreffenden Einschluss vorhanden ist, nimmt die Blase mehr als $\frac{2}{3}$ des Rauminhaltes des betreffenden gesamten Einschlusses ein. In einigen Fällen beobachtete ich zwei Blasen (sie liegen nicht konzentrisch und bleiben auch beim Heben und Senken des Tubus gut gegeneinander abgegrenzt). Ein solcher Einschluss z.B. hat die Form eines negativen Kristalles mit Umgrenzungsform der Rhomboeder- und Prismenflächen parallel zum Wirt und mit langem Durchmesser von 0,013 mm. In ihm befindet sich eine Blase mit 0,008 mm Durchmesser. Innerhalb dieser Blase befindet sich nicht konzentrisch eine zweite Blase mit dem Durchmesser von 0,005 mm. Es handelt sich also um einen dreiphasigen Einschluss (zwei nicht mischbare Flüssigkeitsphasen und eine Gasphase) vom Typus III nach Deicha. In Ermangelung eines Erhitzungsmikroskopes gelangen mir bisher keine Phasenumwandlungen.

2.) Einschlüsse mit kleiner, meist in Brownscher Bewegung befindlicher Blase sind besonders häufig reihenförmig längs Klüftchen des Quarzkristalles angeordnet. Sie bilden Porenflächen (F.K. Drescher-Kaden 1948) und sind bedeutend zahlreicher als die vorhin genannten Einschlüsse. Das Volumen der Blase verhält sich zum Gesamtvolumen des betreffenden Einschlusses recht allgemein im Verhältnis $\frac{1}{5}$. Es handelt sich um die typischen Flüssigkeitseinschlüsse, deren Bläschen dem durch die Kontraktion der Flüssigkeit freiwerdenden Raum entsprechen, wobei die Kontraktion durch die Abkühlung nach erfolgter Einbettung der Flüssigkeit bedingt wurde. Diese Flüssigkeitseinschlüsse entsprechen dem Typus II von Deicha.

In Pegmatit aus dem Tauerntunnel (Sammlung F. Becke) innerhalb desselben Gneiskörpers finden sich in Quarz beiderlei Einschlussarten in analoger Ausbildung.

In granitischen und syenitischen Gneisen der östlichen Hohen Tauern fand ich bisher nur die Flüssigkeitseinschlüsse Typus II. In Aplit und aplitischen Gneisen konnte ich bei 800-facher Vergrößerung die feinen Einschlüsse nicht näher erfassen. In Tonalit des Hochalmkernes bei der Dössener Scharte sind besonders unregelmässig umgrenzte, zackige und lappige Flüssigkeitseinschlüsse Typ II bemerkenswert mit Bläschen, die bloss 1/10 des Gesamtvolumens des betreffenden Flüssigkeitseinschlusses einnehmen.

In Quarziten der Tauernschieferhülle und im Quarz des granitischen Gneises der Rote Wand-Modereck-Decke fand ich überhaupt keine näher beobachtbare Flüssigkeits- oder Gaseinschlüsse bei bis 800-facher Vergrößerung. Besonders fiel mir auf, daß die Quarze aus Gesteinen der Tauernschieferhülle in den untersuchten Proben von der Mallnitzer- und Silbereck-Mulde und von der Nördlichen Tauernschieferhülle keine Porenflächen aufweisen, welche für den Quarz der Gneise so charakteristisch sind. Das hängt wohl damit zusammen, daß die Spätbewegungen (Deformationen lange nach der alpidischen Hauptorogenese) in der Schieferhülle den bildsamen Hauptschieferungsflächen folgten, während im spröderen Gneis Klüftchen im Quarz aufrissen, in welche die hydrothermalen Lösungen der Flüssigkeitseinschlüsse eindringen konnten. Somit dasselbe Verhältnis im Kleinen, welches bezüglich der diskordanten Erzgänge im grossen geologischen Maßstab für die östlichen Hohen Tauern gilt!

In vergleichsweise durchgesehenen Pegmatitquarzen und Granitquarzen der Südlichen Böhmisches Masse fand ich bisher keine dreiphasigen Einschlüsse, jedoch Flüssigkeitseinschlüsse vom Typus II in Pegmatit, Weinsberger- und Mauthausener-Granit verschiedener Lokalitäten. Das Volumverhältnis Blase: Gesamteinschluss schwankt zwischen 1/3 und 1/12. Im Granulit von Isperstal waren bei 800-facher Vergrößerung keine näher erkennbaren Einschlüsse im Quarz zu sehen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, dass die von G. Deicha im Tessin, Bergell und zwischen Aar- und Gotthard-Massiv aufgefundenen Gaseinschlüsse in Quarz auch in den östlichen Hohen Tauern vorhanden sind. Im Mont Blanc-Massiv fehlen sie nach den Beobachtungen von G. Deicha. Ob daraus, wie Deicha meint, Schlussfolgerungen bezüglich pneumatolytischer/Gesteinsmetamorphose gezogen werden können, wird sich erst auf Grund eingehender chemisch-physikalischer Studien der betreffenden Gaseinschlüsse ergeben. Es dürfte zweckmässig sein, auch wenn die chemisch-physikalischen Grundfragen noch nicht geklärt sind, vorläufig mehr Beobachtungsmaterial an Quarzen verschiedener geologischer Position zu sammeln.

✓ Im Gegensatz zu nur hydrothermalen Bedingungen bei der alpidischen

Schrifttum:

- G.A. Deicha: Neue Methoden zur Erforschung der hydrothermalen und pneumatolytischen Einschlüsse in Mineralien und Gesteinen. Neues Jb. Mineral.Mh.1951.- Pneumatolyse et actions hydrothermales. Cahiers Géologiques de Thoiry 1951. - Mitteilungen über die Untersuchungen im Tessin, Bergell und Tavetscher Zwischenmassiv. C.R.soc. Géol.France 1950/Nr.11 und 16; 1951/Nr.11.
- F.K. Drescher-Kaden: Die Feldspat-Quarz-Reaktionsgefüge der Granite und Gneise. Berlin 1948, Seite 135.
- H. Rosenbusch-E.A. Wülfig: Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien, Band I, Seite 777-797, Stuttgart 1924.

Über ein wahrscheinlich neues Bormineral aus Kleinasien.

Vorläufige Mitteilung.

Von Heinz Meixner, Knappenberg.

(Lagerstättenuntersuchung der Österr.Alpine Montan-Ges.)

Seit Jahrhunderten, neuzeitlich intensiver jedoch erst seit 1865 werden in Kleinasien um Susurluk (Sultancayir) südlich von der Hafenstadt Panderma am Marmarameer Boratvorkommen abgebaut. Zum Unterschied von den artenreichen grossen Boratlagerstätten Kaliforniens und Nevadas schien das mineralogische Bild der türkischen Vorkommen bisher ungemein einförmig und sammlerisch unansehnlich zu sein. Hier handelt es sich um ein kreideweisses, kugelig, knochenförmig oder blumenkohlartig geformtes, dichtes Mineral, das mit Gips in sandigen und mergeligen Schichten vorkommt. G. vom RATH (1877) beschrieb es unter dem Namen P a n d e r m i t, etwa $\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, ein röntgenographischer Vergleich durch HEDLIK (1950) erwies wiederum die mineralogische Selbstständigkeit gegenüber Colemannit, doch wurde schon bald nach vom RATHs Untersuchung die Identität mit dem in Kalifornien schon 1873 entdeckten P r i c e i t festgestellt, weshalb auch wir diesen Namen gegenüber Pandermit vorziehen sollten.

Auf Veranlassung von Doz.Dr. A. HELKE (Zonguldak) erhielt ich eine Serie von Boratproben aus einem südlich von Sultancayir kürzlich neu erschlossenen Schurfgebiet um Farasköy und Çamköy, Provinz Balikesir, Kreis Bigadiç. Diesen Proben kommt in mehrfacher Hinsicht besonderes Interesse zu, da es sich nun auch hier hauptsächlich um C o l e m a n n i t / $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ / handelt, an einem Fundort (Kurtpinari - links; Farasköy) jedoch ein weiteres Borat auftritt, das trotz viel aufgewendeter Mühe mit keinem bekannten Mineral identifiziert werden konnte.

C o l e m a n n i t erhielt ich sowohl in bis handgrossen, klar durchsichtigen Spaltstücken ("Borspat"), als auch in mehrere cm grossen, flächenreichen Kristallen, die leider nicht vermessen werden konnten, weil sie oberflächlich matt sind oder stark facettiert gekrümmte Flächen zeigen. Doch gelang es einige sehr kleine Kriställchen zu gewinnen, die sehr befriedigende Messwerte lieferten, so daß Tracht und Habitus - bestimmten kalifornischen Typen recht ähnlich - erkannt werden konnten.

Das zweite Borat kommt in seidig glänzenden, aus winzigen Fasern aufgebauten Knollen vor, gleicht äusserlich ganz den bekannten Bormineralen Hydroborazit, Ulexit und Meyerhofferit. Die Einzelfasern haben Abmessungen von durchschnittlich etwa $0,001 \times 0,003 \times 0,6$ mm, doch sind sie oft subparallel mit einheitlichen optischen Eigenschaften aggregiert, so daß daran eine Reihe optischer Eigenschaften mit monokliner Symmetrie bestimmt werden konnten. Qualitativ chemisch fand ich nur CaO , B_2O_3 und H_2O (rund 38 Gew.%) und diese Hauptbestandteile und keine weiteren hat mir Dipl. Ing. Friedr. von KAHLER (Radenthein) nach einer spektographischen Aufnahme bestätigt, wofür ich ihm auch hier herzlichen Dank sagen möchte. Na-haltige Borate zeichnen sich vor dem Lötrohr durch intensive gelbe Flammenfärbung aus (unser Mineral liefert nach leichtem Schmelzen eine grüne Borflammenfärbung, doch nicht die viel intensivere des Natriums), und Mg fand sich weder merklich im Analysengang als Phosphat oder mittels Tetraoxyanthrachinon, noch durch direkte Anfärbung mittels Diphenylcarbазid nach FEIGL und LEITMEIER, wie dies bei Bruzit, Artinit oder Hydromagnesit so leicht gelingt. Das Mineral ist nicht in Wasser, sehr leicht aber schon in sehr verdünnten Säuren löslich.

An wesentlich Ca-Boraten sind bisher bekannt:

- a) P r i c e i t (Pandermit), trikl., $\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, $d = 2,42$, 18,05 Gew.% H_2O , unlöslich in H_2O .
- b) C o l e m a n n i t, mon., $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, $d = 2,42$, 21,91 Gew.% H_2O , schwer löslich in Wasser, 1 Teil in 1100 Teilen H_2O bei 20 bis 25°C.
- c) M e y e r h o f f e r i t, trikl., $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, $d = 2,12$, 28,20 Gew.% H_2O . Löslichkeit?
- d) I n y o i t, mon., $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$, $d = 1,875$, 42,18 Gew.% H_2O , löslich in heissem Wasser.
- e) G i n o r i t, mon.?, $\text{Ca}_2\text{B}_{14}\text{O}_{23} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$, $d = 2,09$, 19,38 Gew.% H_2O , Löslichkeit?
- f) P r o b e r t i t, mon., $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, $d = 2,14$, 25,63 Gew.% H_2O , Teilweise durch kaltes oder heisses Wasser zersetzt.
- g) U l e x i t (Boronatrocalcit), trikl., $\text{NaCaB}_5\text{O}_{11} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$, $d = 1,96$, 35,55 Gew.% H_2O . Teilweise und schwer durch kaltes, etwas leichter durch heisses Wasser zersetzt.

- h) Hydrborazit, mon., $\text{CaMg}_6\text{O}_{11} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, $d = 2,17, 26,15 \text{ Gew.}\% \text{H}_2\text{O}$, nahezu unlöslich in kaltem Wasser, teilweise bei längerem Kochen gelöst.
- i) Inderborit, mon., $\text{CaMg}_6\text{O}_{11} \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$, $d = 2,00, 39,36 \text{ Gew.}\% \text{H}_2\text{O}$, langsam in kaltem Wasser löslich.

Nur einige dieser Minerale sind in Faserform bekannt (c, g, h); nach der qualitativen Untersuchung scheiden die ausser Ca noch Na- oder Mg-haltigen von vornherein aus, doch auch wenn man die Gesamtzahl der Ca-Borate berücksichtigt, so unterscheidet sich unser Mineral stets in einer Reihe von kennzeichnenden Eigenschaften (Wasserlöslich - bzw. Unlöslichkeit; Wassergehalt; Dichte; Optik, insbes. Auslöschungsschiefen, Lage der Achsenebene, Licht- und Doppelbrechung) von den bekannten Arten.

So handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um ein neues Mineral. Leider habe ich trotz langer Vorbereitung bis zur Stunde noch nicht die Ergebnisse der quantitativen Analyse erhalten. So möchte ich heute nur die seit Monaten bestehende Absicht kundtun im Falle der Sicherung als "neues Mineral" - dazu gehört aber auch die quantitative chemische Zusammensetzung - es nach dem um kristallographisch-optische Untersuchungsmethoden so verdienten Wiener Mineralogen Hofrat Univ. Prof. Dr. Hermann TERTSCH, der mir dabei insbesondere durch Erläuterung von BECKE's Skiodromenmethode für triklone Kristallarten sehr geholfen hat und dem auch diese Folge unseres "Karinthins" gewidmet ist, zu nennen, möchte mit Aussprache und Niederschrift des neuen Namens doch noch zuwarten, bis alle Unterlagen beisammen sind. Zuvielen verdienten Forschern (z.B. MOHS, V. GOLDSCHMIDT u.a.) ist dadurch geschadet worden, dass an und für sich altbekannte, doch nicht richtig erkannte Minerale oder nur geringfügig abweichende Abarten neu benannt wurden, daß der neue Mineralname dann bald als überflüssig erklärt wurde, doch die Benützbarkeit des Namens war damit vergeben.

Für Form und Inhalt der Beiträge sind die Mitarbeiter allein verantwortlich. Wiederabdruck nur mit Bewilligung der Leitung der min.geol. Fachgruppe; Einzelpreis der Folge S 5.--
Zuschriften an Bergdir. Dipl.Ing. K. Tausch, Knappenberg, Kärnten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Der Karinthin](#)

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [1-23](#)