

Über Perthitfeldspäte aus kristallinen Schiefergesteinen.

Von Dr. Franz E. Suess.

Mit einer Lichtdrucktafel (Nr. XI) und fünf Zinkotypien im Texte.

In nachfolgendem sollen einige Beobachtungen an Perthitfeldspäten mitgeteilt werden, welche sich gelegentlich der Durchsicht einiger kristallinischer Schiefer aus Mähren und Niederösterreich ergeben haben. Über das Wesen dieses vielbesprochenen Gegenstandes, als einer Verwachsung von Plagioklas mit Orthoklas, existiert kein Zweifel mehr, wenn auch über die Einzelheiten ihrer Entstehungsbedingungen die Meinungen noch geteilt sind¹⁾.

Becke erkannte die von Dathe zuerst beschriebene Faserung der Feldspäte in Granuliten und Gneisen als zarte Spindeln und keilförmige Einlagerungen von Oligoklas-Albit im Orthoklas und schuf den Namen Mikroperthit²⁾. Klockmann konnte an Feldspäten des Riesengebirgsgranits feststellen, daß die eingelagerten Fasern und Spindeln in Schnitten nach der Klinopinakoidfläche nicht parallel der Hauptachse gelegen sind, sondern mit der Spaltbarkeit nach *P* einen Winkel von 72° bilden³⁾. Brögger zeigte an den Perthiten der südnorwegischen Syenitpegmatitgänge, daß die Verwachsungsebene der Albiteinlagerungen in vielen Fällen nicht das Orthopinakoid sei, sondern ein steiles Orthodoma ($\bar{5}01$), welches mit der Kante *PM* einen Winkel von zirka 72° bildet und der unvollkommenen Teilbarkeit des *Murchisonites* entspricht⁴⁾. Natronhaltige Orthoklase, in denen diese Albiteinlagerungen so fein werden, daß sie sich der mikroskopischen Beobachtung entziehen, bezeichnet er als Kryptoperthite. Andere unregelmäßigere Einlagerungen, welche parallel der Hauptachse gestreckt sind, erklärt Brögger beim Feldspat vom Gomsöwege (S. 537) im Gegensatze zu den ersteren ausdrücklich als durch Spaltung des

¹⁾ S. d. ausführliche Literaturreferat bei O. Wenglein: Über Perthitfeldspäte. Inauguraldissertation. Kiel, C. Peters Erben, 1903.

²⁾ F. Becke, Die Gneisformation des niederösterreichischen Waldviertels. Tscherm. Min. Mittlgn. Bd. IV. 1882, S. 395. — E. Dathe: Beiträge zur Kenntnis des Granulits. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Gesellsch. Bd. 34. 1882, S. 14—28

³⁾ F. Klockmann, Beitrag zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Gesellsch. Bd. 34. 1882, S. 382.

⁴⁾ W. C. Brögger, Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite. Zeitschr. f. Kristallographie. 1890. Bd. 16, S. 524.

ursprünglich auskristallisierten „Natronorthoklases“ gebildet. In anderen Fällen, namentlich wenn die Verwachsungsebene parallel dem Orthopinakoid verläuft, haben spätere Umsätze eine größere Rolle gespielt. Von anderen Autoren (Lehmann, Sauer, Kühn, Romberg, Salomon, Milch) wird die Ausbildung des Perthits ebenfalls in größerem oder geringerem Maße nachträglichen Einwirkungen, wie Gebirgsdruck, zirkulierenden Lösungen und beginnender Verwitterung zugeschrieben. Auch Kontaktwirkung wurde in einzelnen Fällen angenommen. Im allgemeinen stimmen aber die Autoren darin überein, daß der Zerfall eines Kalinatronfeldspats den ersten Anlaß zur Perthitbildung gegeben hatte. Die allerfeinsten Lamellen (Kryptoperthit) werden von manchen Autoren (Ussing, Milch) für die eigentliche und ursprüngliche Form des Natronorthoklases gehalten.

Ein unentbehrliches Hilfsmittel zum genaueren Studium der Mikroperthite ist die Verwendung der Irisblende nach Beckes Methode; sie ermöglicht die Wahrnehmung geringster Unterschiede der Lichtbrechung in benachbarten Substanzen¹⁾ und gestattet nicht nur die relative Bestimmung der Feldspäte, sondern auch die genaue Unterscheidung kleinster Sprünge oder Trennungsflächen von körperlichen Gebilden. A. Hennig bediente sich bereits dieses Hilfsmittels bei dem Studium der Mikroperthite aus den Graniten von der Halbinsel Kullen im Kattegat²⁾. Die Albiteinlagerungen liegen in diesen Gesteinen zumeist in gegittertem Kalifeldspat und sind zweierlei Art, nämlich: 1. Größere, stengelförmige oder linsenförmige Körper, gestreckt in der Richtung der Vertikalachse, von der Basisfläche begrenzt, mit gerundetem oder elliptischem Querschnitte, in der makrodiagonalen Richtung meist etwas breiter als in der brachydiagonalen, angeordnet in den Flächen (010) und ($\bar{3}01$) („Murchisonitfläche“); die Zusammensetzung dieser größeren Spindel ist nach ihrer Auslöschung mit der Trace von *P* im Schnitte senkrecht zur Bisectrix *c* (+19°) zirka $Ab_{10} An_1$, also nahezu reiner Albit. 2. Sehr dünne tafelförmige Einlagerungen in der Fläche ($\bar{3}01$), welche im Schnitte nach *M* und im Schnitte nach *P* als äußerst zarte Verbindungsstränge oder Fäden zwischen den größeren Albitspindeln oder als fadenförmige Ausläufer derselben erscheinen; sie ummanteln diese Spindeln als saure und etwas schwächer lichtbrechende Randzone und verlaufen oft in einen äußeren Albitsaum um den Mikroclinwirt; ihre Zusammensetzung ist fast reine Albitsubstanz (zirka 2% *An*). Die ersteren Bildungen werden als „Stengel“ (*stänglar*), die letzteren als „Lamellen“ (*lameller*) bezeichnet. Die Stengel haben sich nach Hennig primär bei der Verfestigung ausgeschieden und sind manchmal von einem schmalen Saume reinen Kalisilikats im Anorthoklas umgeben; die Lamellen sind auf Spalten, welche sich durch Gebirgsdruck entlang der Murchisonitflächen und zwischen den Stengeln und

¹⁾ F. Becke, Über die Bestimmbarkeit der Gesteinsgemengteile, besonders der Plagioklase auf Grund ihres Lichtbrechungsvermögens. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien. Math. nat. Cl. Bd. 102. 1893, S. 367.

²⁾ A. Hennig, Kullens kristalliniska bergarter. Acta Universitatis Lundensis. Lund 1898. XXXIV. Afdeln. 2. No. 6. 3. 8.

dem Wirte geöffnet haben, nachträglich eingedrungen. Sie bilden die scheinbare saure Umrandungszone der größeren Albitstengel.

In neuerer Zeit wurde von Graf Keyserling¹⁾ auf den Unterschied hingewiesen zwischen den scharf begrenzten Spindeln im Orthoklas und den nachträglichen Sprungausfüllungen mit Albitsubstanz. Wenn die ersteren auch erst im verfestigten Gesteine ausgeschieden wurden, sind sie dennoch jedenfalls älter als diese und von ihnen scharf zu trennen.

Als Antiperthite bezeichne ich hier, einem Vorschlage Prof. Beckes Folge leistend, diejenigen mehr oder minder regelmäßigen Verwachsungen zweier Feldspäte, bei denen Plagioklas den Wirt, Orthoklas oder Mikroperthit dagegen die Einschlüsse bilden. Solche Gebilde erwähnt bereits F. Becke²⁾ als „interessantes Analogon zu dem Mikroperthit“ aus dem Plagioklasgneis von Kammegg nördlich von Gars in Niederösterreich. Cohen³⁾ lieferte eine Abbildung einer „mikropegmatischen Verwachsung zwischen Plagioklas und Orthoklas“ aus dem Augitgneis vom Seybererberge in demselben Gebiete.

Diersche⁴⁾ vermutete bereits ganz richtig Orthoklas als Substanz der Interpositionen in den Plagioklasen der Pyroxengranulite von Ceylon; er bemerkte jedoch, daß eine Identifizierung mit der Erscheinung des Mikroperthits, also eine Bezeichnung als Plagioklas-mikroperthit ausgeschlossen scheine, da die Ausbildungsweise dieser Interpositionen eine von der der Mikroperthite verschiedene sei.

Die von Weinschenk⁵⁾ in der Beschreibung der Granulite von Ceylon und in seinem Buche: „Die gesteinsbildenden Mineralien“ abgebildete „Verwachsung zweier Feldspäte“ ist sehr ähnlich den Antiperthiten aus niederösterreichischen Granuliten. Doch erwähnt Weinschenk, daß beide Feldspäte in der Menge sehr wechseln, daß einmal der Orthoklas und das anderemal der Plagioklas als Wirt erscheint.

Wie sich unten zeigen wird, ist in der Tat der allgemeine Habitus der Antiperthite ein anderer als der der Mikroperthite und auch in den mährischen und niederösterreichischen Vorkommnissen kann die Menge des eingeschlossenen Orthoklases die des Wirtes übertreffen oder es kann auch eine netzförmige oder pegmatitähnliche Verwachsung beider Feldspäte zustande kommen.

Aus schwedischen Banatiten und Hypersthengabbros wurden solche Gebilde von Hennig (l. c.) unter dem Namen Oligoklas-Mikroperthit und Andesin-Mikroperthit ausführlich beschrieben. In

¹⁾ H. Graf Keyserling, Der Gloggnitzer Forellenstein ein feinkörniger Ortho-Riebeckitgneis. Tscherms. Min. Mittlgn. Bd. 22. 1902, S. 109.

²⁾ l. c. S. 218.

³⁾ E. Cohen, Sammlung von Mikrophotographien. 3. Aufl. Stuttgart. 1900. Taf. XXXIV, Fig. 1.

⁴⁾ M. Diersche, Beitrag zur Kenntniss der Gesteine und des Graphitvorkommens Ceylons. Jahrb. d. geol. R.-A. Bd. XLVIII. 1898, S. 251. Taf. VII, Fig. 3.

⁵⁾ E. Weinschenk, Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon. Abhandl. d. bayr. Akad. d. Wissensch. Bd. XXI., Abt. 2, S. 299, 1900.

den Plagioklasen der genannten Gesteine sind Orthoklaseinschlüsse in sehr wechselnder Menge enthalten; ihre Gestalt ist stengelig gestreckt in der Richtung der Hauptachse oder unregelmäßig mit geraden oder gebogenen Kanten und mit gerundetem oder elliptischem Querschnitte, an den schmalen Enden häufig begrenzt von der Basisfläche. Ihre optische Orientierung stimmt überein mit der des Wirtes. Zarte Risse in der Richtung (801) deuten auf das Vorhandensein von Kryptoperthit unter den Einschlüssen.

Wie es scheint, sind die Einschlüsse reichlicher vorhanden in den getrübten Plagioklaskörnern der Banatite; in den klaren Plagioklasen fehlen sie bisweilen gänzlich. Durch optische Prüfung wird häufig erwiesen, daß ein schmaler Saum in der unmittelbaren Umrandung der Einschlüsse reicher ist an Anorthitsubstanz als die übrigen Teile des Wirtes. Die Einschlüsse stehen nicht in Verbindung mit der Umgebung des Oligoklases und die Orthoklassubstanz wurde nicht von außen zugeführt. Nach Ansicht Hennigs hat sich der Alkalifeldspat aus einer ursprünglich homogenen Mischung von kalihaltigem Oligoklas unter Mitwirkung zirkulierender Lösungen in Form von Stengeln abgeschieden. Verbogene Zwillingslamellen des Oligoklases sind Zeugen der Wirkung des Gebirgsdruckes, welcher nach Hennig den Abscheidungsprozeß vorbereitet haben soll.

Ähnliche Verhältnisse zeigt der Andesin-Mikroperthit aus den Hypersthengabbros. Der Andesin ist zonar gebaut mit saurem Kerne, entsprechend der Regel, die sonst für die kristallinischen Schiefer gilt. Die Orthoklastengel sind häufiger in den zentralen Partien und fehlen in basischen Randzonen. Letztere werden als Umbildungsprodukt angesehen, entstanden im Zusammenhange mit der Zertrümmerung der Gesteine, als das primäre Andesinkorn unter Mitwirkung von Lösungen im Innern bereits in den Andesinwirt und die Orthoklastengel zerfallen war ¹⁾.

Ich fand Antiperthite in sehr schöner und regelmäßiger Ausbildung im hypersthenführenden Granulit bei Schloß Goldegg und Windschnur, NW von St. Pölten ²⁾, im pyroxenführenden Granulitgneis bei Kadoletz unweit Krzischau und im cordierit- und spinellführenden, dithen- und granatreichen „Hornfelsgranulit“ von Borry und Bobrau in Mähren ³⁾. Vereinzelte Einschlüsse von Orthoklas im Plagioklas finden sich bekanntlich häufig in Tiefengesteinen und weniger regelmäßige Durchwachsungen beider Feldspäte fand ich auch nicht selten in plagioklasreichen Paragneisen.

¹⁾ Der Oligoklas „avec inclusions fusiformes“, welchen Lacroix aus Gneisen von Ceylon (Gneis granulitique à microcline) abbildet, entspricht der Darstellung nach vollkommen unseren Antiperthiten, doch bemerkt Lacroix ausdrücklich, daß die Einschlüsse stärker lichtbrechend und stärker doppelbrechend seien als der Wirt. Demnach wären sie nicht als Orthoklas zu deuten. — Contribution à l'étude des gneis à pyroxène et des roches à vernérite. Bull. de la Soc. Française de Minéralogie. Tome XII. Paris. 1889, pag. 299.

²⁾ Siehe den vorhergehenden Aufsatz in diesem Bande S. 396.

³⁾ Der Granulitzug von Borry in Mähren. Jahrb. d. geol. R.-A., Bd. 50, 1900, S. 641.

1. Mikroperthite.

In zahlreichen Granuliten und verwandten Biotitgneisen aus dem mährischen und niederösterreichischen Grundgebirge sind Mikroperthite ganz allgemein verbreitet, und zwar kann man mit starken Systemen fast immer zweierlei Plagioklaseinlagerungen unterscheiden, nämlich die feinsten, ganz geradlinigen Lamellen und die größeren Spindeln¹⁾ in ganz ähnlicher Weise, wie sie von Hennig aus den schwedischen Graniten geschildert werden. Die Lamellierung wird in der Regel erst bei einer mehrhundertfachen Vergrößerung sichtbar und hebt sich dann oft noch recht gut durch stärkere Lichtbrechung und andere Auslöschung ab von ihrer Umgebung. Zumeist sind die Lamellen vollkommen geradlinig begrenzt und durchziehen in gleicher Breite das ganze Korn, so daß bei starker Vergrößerung in gewisser Stellung ein Bild entstehen kann, welches einer feinsten Plagioklaszwillingstreifung nicht unähnlich ist. Eine Verwechslung der Lamellen mit Spaltrissen oder Zwillingstreifung ist durch die Lichtbrechung und durch die Verhältnisse der Auslöschung nicht möglich. Doch werden die Lamellen nicht selten von einer äußerst feinen Durchspaltung in paralleler Richtung begleitet. Allerfeinste Trübung ist in manchen Fällen an den Rändern einzelner Lamellen oder in unbestimmt streifigen Wolken angereichert. Aus der Richtung solcher Streifen kann in einzelnen Fällen schon bei schwächerer Vergrößerung die Richtung der Lamellierung erraten werden. Oft folgen aber diese Trübungstreifen anderen Richtungen; manchmal sind sie parallel der Hauptachse.

Die Lamellierung ist meistens in verschiedenen Teilen desselben Kornes etwas ungleich entwickelt; stellenweise finden sich Gruppen von dünnen, sehr zart auskeilenden Streifen, die durch zunehmende Zartheit sich der mikroskopischen Beobachtung entziehen, bis der Feldspat zum Kryptoperthit wird.

Von dem zart linierten Untergrunde heben sich in der Regel die weit größeren Spindeln recht deutlich ab. Je nach der Schnittrichtung und nach ihrer jeweiligen Gestalt erscheinen sie rundlich, elliptisch, tropfenförmig oder mit stumpfen oder spitzen Enden in die Länge gezogen. Ihre Menge wechselt sehr im selben Schlicke und im selben Korne. Ihre Verteilung ist ganz unregelmäßig und sie können ebensowohl im Innern eines Kornes wie in einer Randpartie zu dichten Schwärmen zusammengedrängt sein. Nur selten finden sich mittelgroße Zwischenstufen und Übergänge von etwas größeren und kürzeren Lamellen zu langgestreckten und dünnen Spindeln (Taf. XI, Fig. 1). Im selben Schlicke kann ein Mikroperthitkorn dicht erfüllt sein mit den rundlichen oder unregelmäßigen Durchschnitten, während sie in einem Nachbarkorne gänzlich fehlen oder nur vereinzelt auftreten. Es scheint mir wohl möglich, daß bei manchen Beschreibungen von Granuliten und Gneisen, in denen von Mikroperthiten die Rede ist,

¹⁾ Ich wähle im Deutschen den Ausdruck „Spindel“, denn trotzdem diese Körper ziemlich wechselvolle Gestalt haben, scheint mir diese Bezeichnung besser zu entsprechen als der Ausdruck „Stengel“.

nur diese größeren Spindeln in Betracht gezogen wurden, die Lamellen aber übersehen worden sind, da sie meist nur bei stärkster Vergrößerung und bei Anwendung der Irisblende deutlich hervortreten¹⁾.

In dem leicht kenntlichen Schnitte nach dem Klinopinakoid sind die Lamellen am schärfsten und deutlichsten ausgeprägt. Die Spindeln erscheinen in die Länge gezogen mit zugespitzten oder keilförmigen Umrissen, an einem oder an beiden Enden nach der Basis abgestumpft (Taf. XI, Fig. 1). In Schnitten mit genau zentralem Austritte der Mittellinie c betrug der Winkel zwischen den Spaltrissen P (001) und den Lamellen $73^{\circ}30'$ (Fig. 2). Die Lamellen liegen somit in dem von Brögger, Hennig, Ussing u. a. angegebenen steilen Orthodoma (801). Die Spindeln liegen manchmal vollkommen parallel mit den Lamellen, häufiger aber weichen sie etwas ab von dieser Richtung. Wegen der keilförmigen Zuschärfung ihrer Längsschnitte und geringen Unregelmäßigkeiten ihrer Form ist die Messung weniger genau. Auch liegen sie nicht immer vollkommen parallel. In vielen Fällen wurde der Winkel mit den Spaltrissen von P mit $63^{\circ}64'$ gemessen; hier liegen sie somit parallel der Hauptachse. Taf. XI, Fig. 1 zeigt die feine Streifung nach (801) und die etwas abweichende Lage der Spindeln. Wenn sich die Auslöschung des Wirtes und die der Lamellen wegen allzu großer Feinheit nicht gesondert unterscheiden läßt, so beträgt die Auslöschung der Gesamtmasse des Mikroperthits gegen die Trace von P meistens 11° — 12° . Ein solches optisches Verhalten ist nach Brögger das notwendige Resultat einer innigen Vermengung von Kalifeldspat und Natronfeldspat. Wo die Auslöschung des Wirtes und die der Lamellen für sich gemessen werden kann, ist erstere in der Regel zu groß für reinen Orthoklas (5° — 7°), letztere zu klein für reinen Albit (16° — 17°). Nur wo die Lamellen besonders scharf ausgeprägt sind, kommen die wahren Auslöschungsschiefen fast rein zum Ausdrucke (5° in der Hauptmasse und 19° in den Lamellen). Wo in den besagten Schnitten die Auslöschungsschiefen der Spindeln von der der Lamellen unterschieden werden kann, ist sie geringer als die der Lamellen. Das stimmt mit der Beobachtung von Hennig überein, daß die Spindeln etwas anorthitreicher sind als die Lamellen. Je reicher das Gestein an Plagioklas im allgemeinen war, desto basischer waren auch die Spindeln; der fragliche Betrag in einem Granulit vom Valinberge bei Bobrau war 15° , im Hornfelsgranulite vom Peklowlade bei Borry nur etwa 9° — 10° , was auf einen Oligoklas von der Zusammensetzung $Ab_5 An_1$ hindeutet. Ein zonarer Aufbau innerhalb der Spindeln, wie ihn Hennig beschreibt, konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Dagegen fanden sich Anhaltspunkte für die von Brögger und auch von Hennig beobachtete Erscheinung, daß in der unmittelbaren Nähe der größeren Albit- oder Plagioklasausscheidung der Wirt etwas

¹⁾ Deutliche photographische Darstellungen der Lamellen und der Spindeln finden sich in Romberg's: Petrographischen Untersuchungen an argentinischen Graniten (Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beilage, Bd. VIII, 1893, Taf. XIV). Erstere werden als „gefaserter Feldspat“ (Fig. 43), letztere als „Albitblättchen“ (Fig. 44) bezeichnet.

andere optische Erscheinungen, das heißt, andere chemische Zusammensetzung zeigt. Wo die Spindeln in dichten Wolken auftreten, gibt sich die Änderung nur durch unruhige, etwas undulöse Auslöschung kund und eine gesetzmäßige Beziehung läßt sich schwer feststellen; wo die Spindeln vereinzelt auftreten, ist die Erscheinung vermutlich nur sehr schwach ausgeprägt und entgeht der Wahrnehmung. Taf. XI, Fig. 4 gibt jedoch ein Beispiel, in welchem durch besondere Umstände die Erscheinung deutlicher wird. In dem großen Feldspatkorne, von dem ein Teil in der Figur dargestellt ist, sieht man stellenweise die geradlinige Streifung, durch welche dieser als Kryptoperthit kenntlich wird. Wegen ihrer allzu großen Zartheit konnte sie nicht in der Photographie zur Darstellung gebracht werden. Die Spindeln sind, wie das häufig der Fall ist, innerhalb des Kornes ganz unregelmäßig zerstreut und verschieden gestaltet. Eine Stelle jedoch, in welcher die Spindeln zu einem schmalen Zuge zusammengedrängt und zum Teil etwas größer sind als in der Umgebung, ist in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht. Die etwas unruhige Auslöschung in der Hauptmasse des Wirtes erfährt eine auffallende Änderung in der unmittelbaren Nähe dieses Zuges. Bei Drehung unter gekreuzten Nikols verdunkelt eine Zone in der unmittelbaren Nachbarschaft des Spindelzuges anders als die Umgebung, und zwar befindet sich die Dunkelstellung der Hauptmasse bei gleichmäßiger Drehung in einer Richtung, knapp zwischen jener der Hüllzone und jener der Spindeln, ganz wie man erwarten muß, wenn eine Auslaugung von Albitsubstanz aus dem Kryptoperthit in der Nähe der Spindeln erfolgt ist. Wenn zuerst der Albit oder Oligoklas der größeren Spindeln auslöscht, so folgt ihm zunächst der Kryptoperthit der Hauptmasse und dann erst der dem Orthoklas genäherte Feldspat in der Auslaugungszone, dessen Dunkelstellung in der Figur zur Darstellung gebracht ist.

Im Schnitte nach der Basis verlaufen die feinen Lamellen senkrecht zur Spaltbarkeit nach *M* und die Spindeln sind abermals ganz unregelmäßig verteilt, bilden rundliche oder längliche oder auch verzogene und wurmförmige Gestalten; Zwillingstreifung wurde in diesen primären Gebilden niemals angetroffen, während die nachträglich auf Spaltrissen nach *M* oder *P* angesiedelten breiteren Albitbänder, wo sie auftreten, nicht selten verzwillingt sind.

Im Schnitte senkrecht zur Mittellinie *a* sind natürlich die Lamellen nicht sichtbar. Die Auslöschung ist in der Regel etwas unbestimmt, manchmal wie marmoriert, manchmal bemerkt man eine unbestimmte Streifung parallel der Trace von *P*, welche aber von sehr feinen Rissen herrühren mag.

Die von Becke¹⁾ beschriebenen, aus feinsten Trübungen bestehenden Gitterzeichnungen wurden in einzelnen Fällen bei stärkster Vergrößerung wahrgenommen, jedoch nicht in sehr deutlicher Ausbildung. Die Spindeln erscheinen in diesen Schnitten ebenfalls länglich, kurz stabförmig oder lanzettförmig oder auch als etwas breitere, nach der Basis abgestumpfte Blättchen.

Brögger beobachtete außer den Einlagerungen in der Fläche (801)

¹⁾ l. c. S. 200.

im „Natronorthoklas“ aus den Fredriksvärner Gängen noch der Vertikalachse parallel orientierte mikroskopische Fetzen, Streifen und Lamellen von Albit, welche fast immer an das Auftreten eines Feldspats von den Eigenschaften eines Kaliorthoklases gebunden sind. Die ersteren hält er für ursprünglich, die letzteren dagegen durch eine Spaltung des ursprünglich auskristallisierten „Natronorthoklases“ sekundär gebildet. Aus unten angeführten Gründen glaube ich, daß die etwas Anorthit-substanz enthaltenden Spindeln, auch wenn sie parallel der Hauptachse liegen, nicht jünger sind als die Lamellen in der Orthodomenlage.

Dagegen sind andere Albitstreifen unzweifelhaft aus fortschreitender Umlagerung hervorgegangen. Sie liegen parallel der Hauptachse (vielleicht in der Spaltrichtung des Prismas) und stehen häufig in naher Beziehung zu einzelnen etwas breiteren Lamellen der Orthodomenfläche ($\bar{3}01$). Sie scheinen vorwiegend in solchen Schliften aufzutreten, in denen bereits Wirkungen des Gebirgsdruckes bemerkbar werden. Fig. 2 auf Taf. XI — abermals ein Schnitt senkrecht auf die Mittellinie c — mag als ein Beispiel unter vielen dienen. Man sieht in dem fast reinen Orthoklas (Auslöschung gegen P $5\cdot7^\circ$) die allerfeinste Albitlamellierung (Winkel gegen P $72\cdot3^\circ$) in feinen Streifen über die ganze Bildfläche fortlaufend oder auch da und dort dünn und spitz auskeilend. Daneben sieht man eine Anzahl im Relief etwas stärker hervortretender und etwas breiterer Streifen. In diesen Streifen ist der Albit nur stellenweise erhalten geblieben und verdunkelt dann in einem Winkel von $18\cdot9^\circ$ gegen die Trace von P . Der größte Teil des Albits dieser Streifen ist in farblosen Glimmer (Paragonit) verwandelt, dessen verworren gefaserte Blättchen parallel den Wänden der Spalten gelegen sind, welche er ausfüllt, so daß alle diese lebhaft doppelbrechenden dünnen Streifen im Schlitze gleichzeitig und gerade auslöschen. Es ist auffallend, daß man auch noch zwischen den Glimmerfasern sehr deutlich die Spaltrisse nach P des ehemaligen Albits erkennen kann. An einzelnen dieser Streifen gewahrt man nun recht deutlich ein Umbiegen gegen rechts (in der Figur) in stumpfem Winkel; an einzelnen Stellen kommt die neue Richtung auch in der Weise zum Ausdruck, daß einzelne Spindel-formen knapp nebeneinander der Reihe nach von links nach rechts immer staffelweise weiter nach abwärts rücken. Die neue Richtung ist weniger bestimmt ausgeprägt als die erste und bildet mit der Trace von P einen Winkel von 63 — 64° , was beiläufig der Hauptachse entspricht. Die Albitsubstanz hat somit das Bestreben, aus der ursprünglichen Richtung der steilen Orthodomenfläche herauszuwandern in die Richtung der Hauptachse oder der prismatischen Spaltbarkeit. Auch auf den Spaltrissen nach P hat sich stellenweise in dünnen Streifen Albit abgesetzt. Durch weitere sekundäre Umlagerungen des Natriumsilikats in Gesteinen, welche in höherem Maße dem Gebirgsdrucke ausgesetzt gewesen sind, entstehen die breiteren Albitstreifen entlang den Spaltflächen und anderen Rissen. Sie sind ebenfalls wiederholt als Mikroperthite beschrieben worden.

2. Antiperthite.

Mehr oder minder regelmäßige Verwachsungen zwischen Plagioklas und Orthoklas sind sowohl in Tiefengesteinen als auch in Ortho- und Paraschiefern recht verbreitet. Sie scheinen in plagioklasreichen Gesteinen häufiger zu sein als in orthoklasreichen. Dann sind die Einschlüsse von Orthoklas im Plagioklas (meist basischer Oligoklas oder Andesin) stellenweise in Gruppen gehäuft; im Schnitte parallel dem Klinopinakoid mit dem charakteristischen rhomboidischen Umrisse dieser Fläche, im Schnitte nach der Endfläche oder nach der Querfläche mit rechteckiger oder quadratischer Umgrenzung. Auch bei unregelmäßiger Gestaltung sind sie manchmal in der Richtung der *c*-Achse verlängert und nähern sich bereits in ihrer Erscheinung dem von Hennig abgebildeten Oligoklasmikroperthit. In bezug auf Regelmäßigkeit und Eleganz der Ausbildung stehen sie aber weit zurück hinter den typischen Antiperthiten, in denen die Orthoklaseinschlüsse zumeist die sehr bezeichnende stengel- oder spindelförmige Gestalt besitzen.

Die Entstehungsbedingungen dieser letzteren, extremen Ausbildung sind gewiß andere als die der größeren Orthoklasblättchen in Eruptivgesteinen und Paragneisen, doch werden auch Übergänge und Vermengungen beider gefunden, die eine strenge Abgrenzung des Antiperthitbegriffes schwierig machen. In Fig. 1 *a* auf S. 426 sind zum Beispiel teils spindelförmige, teils unregelmäßige Einlagerungen von Orthoklas im Oligoklas in einem Korne vergesellschaftet, und zwar aus dem „Hornfelsgranulit“, einem ehemaligen Kontaktgesteine mit Cordierit, Granat, Disthen und Spinell, welches den Granulitzug von Borry in Mähren begleitet und nach der Ansicht des Verfassers durch kristalloblastische Metamorphose in der unteren Tiefenstufe in ein granulitähnliches Gestein umgewandelt wurde. Der dargestellte Schnitt zeigt etwas seitlichen Austritt der positiven Mittellinie. Die Auslöschung des Oligoklases beträgt $9 \cdot 10^\circ$, die des Orthoklases $5 \cdot 6^\circ$ gegen die Spaltrisse von *P*.

Eine pegmatitähnliche Verwachsung von Plagioklas und Orthoklas aus einem sicheren Paragneis zeigt Fig. 3 auf Taf. XI. Sie ist offenbar genetisch sehr verschieden von den gleich näher zu beschreibenden Verwachsungen in Orthogneisen und wird nicht aus dem Zerfalle einer ursprünglich einheitlichen Substanz, sondern nur durch gleichzeitiges kristalloblastisches Ineinanderwachsen beider Feldspäte zu erklären sein.

Die eigentliche Heimat der am elegantesten entwickelten Antiperthite sind nach meinen bisherigen Beobachtungen die hypersthenführenden Granulite und Gneise. Wo sie beobachtet wurden, treten sie zugleich auf mit typischem Mikroperthit, und zwar scheinen sie um so reichlicher und vollkommener aufzutreten, je reicher das Gestein an Plagioklas ist. Im Hypersthengranulit aus der Gegend nordwestlich von St. Pölten sind sie in manchen orthoklasreichen Schliffen noch recht spärlich vorhanden. Die meisten Plagioklaskörner, ob gestreift oder ungestreift, sind dann noch frei von den Orthoklasspindeln, andere enthalten nur zwei oder drei Spindeln. In anderen wieder sind sie im Kerne etwas gehäuft. Massenhaft treten

sie auf in dem Hypersthengneis nördlich von Kadoletz bei Krzischanau in Mähren (Taf. XI, Fig. 5). Das Gestein enthält neben vorwiegendem Antiperthit auch reichlich Quarz, etwas Mikroperthit, große Granate, unregelmäßige Körner von Hypersthen — letztere häufig in den bekannten kelyphitischen Strukturen von den Granaten stengelig ausstrahlend — ferner etwas Biotit und Sillimanit. Der meist gestreifte Plagioklas ist nach der symmetrischen Auslöschung in Schnitten senkrecht auf *P* und *M* basischer Oligoklas mit verkehrter Zonenstruktur. Der äußere Rand ist oft bereits reiner Andesin mit der

Fig. 1.

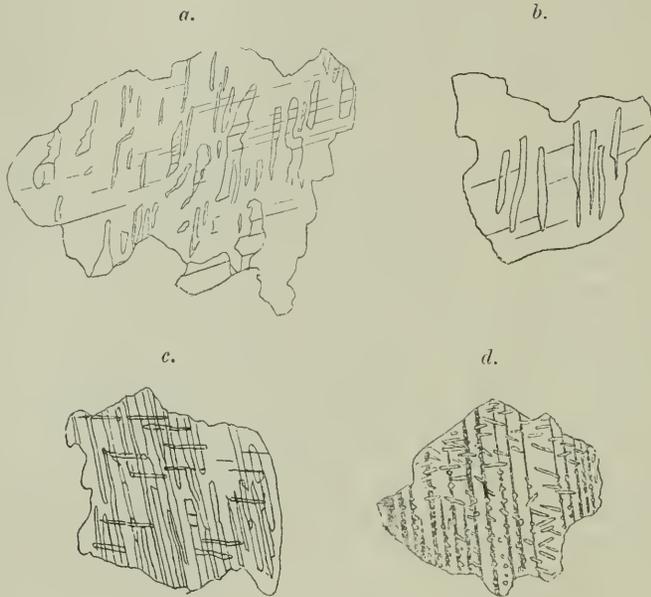


Fig. 1. Antiperthite.

a. b. c. Schnitte nach dem Klinopinakoid. — *d.* Schnitt beiläufig nach der Endfläche. — *a.* Aus Hornfelsgranulit vom Valinberge bei Borry. — *b.* Aus pyroxenführendem Granulit NW von St. Pölten. — *c.* und *d.* Aus Pyroxengneis von Kadoletz in Mähren.

Zusammensetzung $Ab_4 An_3$ (17%). Auch hier ist die Anzahl der Orthoklassspindeln in verschiedenen Plagioklaskörnern sehr verschieden. Oft sind die Spindeln im ganzen Korne und bis an den Rand so dicht gedrängt, daß von der Substanz des Wirtes nur wenig sichtbar bleibt. Manchmal ist der Plagioklas an einzelnen Stellen des Außenrandes frei von Einschlüssen, doch kann dies nicht als Regel gelten. Eine basischere Zusammensetzung des Wirtes in der unmittelbaren Umrandung der Spindeln, wie sie Hennig beschreibt, konnte nirgends mit Sicherheit beobachtet werden.

Im Gegensatze zu den rechtwinklig umgrenzten Orthoklaseneinschlüssen in den Plagioklasen der Paragneise und der Tiefengesteine, sind Einschlüsse in diesen Orthogneisen, ob sie nun reichlich oder spärlich auftreten, stets schmale und langgestreckte Körper, an den Enden mehr oder weniger verschmälert oder durch die Endflächen begrenzt. Manchmal werden sie bis 0·01 *mm* dick. Nur ganz vereinzelt findet man noch größere unregelmäßig gelaapte Orthoklaseneinschlüsse.

Die Querschnitte der Spindeln sind in der Regel nicht gerundet, wie bei den Spindeln der Mikroperthite, sondern unregelmäßig eckig, oft rhombisch oder trapezförmig abgekantet, auch hie und da mit einspringenden Winkeln.

Die Anordnung der Spindeln innerhalb des Wirtes ist durchaus nicht so regelmäßig wie die der Lamellen in den Mikroperthiten; doch auch nicht so ganz willkürlich, wie das oft bei den größeren Spindeln der Mikroperthite der Fall ist. Mit Sicherheit lassen sich drei Hauptrichtungen der Antiperthitspindeln erkennen, wenn auch die einzelnen Hauptrichtungen gar oft nicht streng eingehalten werden und im einzelnen sehr weitgehende Abweichungen stattfinden. Die einzelnen

Fig. 2.



Richtungen sind in verschiedenen Körnern in sehr verschiedenem Maße vertreten; bald ist in einem Korne nur eine Richtung vorhanden, recht oft zwei, nicht selten auch alle drei Richtungen. Überdies kommt es auch vor, daß, während die Hauptmenge der Spindeln den Hauptrichtungen entsprechend gelagert ist, einzelne wenige Spindeln willkürlich dazwischen gestreut oder nach weiteren, schwerer bestimmbaren kristallographischen Richtungen angeordnet sind.

Der zonare Bau der Plagioklase (Oligoklas und Andesin) erschwert sehr das sichere Erkennen der Schnitte nach dem Klinopinakoid und der seitliche Austritt der Mittellinie *c* bleibt in einem gewissen Grade unbestimmt. Immerhin kann man in den dem Klinopinakoid nahe gelegenen Schnitten leicht erkennen, daß ein Teil der Spindeln beiläufig der Hauptachse parallel gelagert ist (Fig. 1 *b*). Solche Spindeln sind im allgemeinen am häufigsten und am dichtesten gedrängt. Daneben erkennt man nicht selten die Spindeln, welche eine Richtung parallel mit den Spaltrissen nach *P* (001) einhalten (Fig. 1 *c*).

In Schnitten nach der Querfläche liegen die Spindeln der ersten Hauptrichtung parallel mit den Zwillingsgrenzen. Die Spindeln der zweiten Hauptrichtung werden hier nicht quer durchschnitten, wie man

vielleicht zuerst erwarten sollte, sondern erscheinen langgestreckt und querliegend in beiläufig senkrechter Stellung zu den Zwillingsgrenzen.

Wenn die parallel zur Hauptachse gestreckten Spindeln besonders dicht gedrängt sind, scheint es manchmal, als ob sie in sehr spitzem Winkel gruppenweise konvergieren würden. Die Täuschung wird am bemerkbarsten in Schnitten, die mit geringer Neigung von der Querfläche abweichen. Beim Heben und Senken des Tubus unterscheidet man aber leicht, daß die spitzwinklig konvergierenden Striche, welche auf den ersten Blick in die Augen fallen, nur dadurch erzeugt werden, daß die Ränder und die zugespitzten Enden benachbarter Spindeln knapp übereinander zu liegen kommen (Fig. 2). Die Stellen, an denen die schwächere Lichtbrechung durch das Übereinanderliegen der Spindeln verdoppelt wird, treten dann stärker hervor, scheinbar als selbständige Spindeln mit etwas abweichender Richtung.

Besonders lehrreich sind Schnitte beiläufig senkrecht zur Hauptachse. Hier sieht man die kantig umgrenzten Querschnitte der häufigsten Spindeln und deren reihenweise Anordnung entlang den Zwillingsgrenzen (Fig. 1*d* und Taf. XI, Fig. 5, Mitte). Wo die Zwillingstreifung sehr eng ist, können die Querschnitte dieser Spindeln zu dichtem Mosaik zusammengedrängt sein. Die übrigen Spindeln schneiden die Zwillingsgrenzen beiderseits ziemlich symmetrisch in Winkeln von zirka 60° . Im Vereine mit den Beobachtungen an anderen Schnitten kann man schließen, daß diese Spindeln der zweiten und dritten Hauptrichtung im großen und ganzen parallel mit den Kanten zwischen den Prismen und der Endfläche angeordnet sind.

In Schnitten, welche mit einer leichten Drehung um die Normale auf das Orthopinakoid die Zwillingsebene in sehr spitzem Winkel schneiden, so daß eine breite, verschwommene Zwillingstreifung senkrecht zur Hauptachse auftritt, erscheinen die parallel zur Achse *c* und in der Zwillingsebene liegenden Spindeln in senkrechter Stellung auf der Zwillingsgrenze mit sehr geringer Neigung zur Schliffebene.

Die drei Hauptrichtungen der Spindeln sind demnach die Orthoachse und die beiden Kanten zwischen den Prismen und der Endfläche.

Da und dort kann man beobachten, daß die Spindeln der verschiedenen Richtungen miteinander verwachsen und zu kleinen kantigen Blättchen verbreitert sind, so daß skelettartige Gestalten von Orthoklas im Plagioklas zustande kommen.

Der Orthoklas befindet sich in gleicher Orientierung wie der Wirt. Breitere unregelmäßige Flächen, in welchen die Mittellinie *c* zentral austritt, zeigen oft eine Auslöschung von 9° oder 14° gegen die Trace von *P* und werden hierdurch als Kryptoperthit erkannt. In solchen Schnitten fällt die Auslöschung des Orthoklases nicht selten sehr nahe zusammen mit der des umgebenden Oligoklases; letzterer zeigt dann ebenfalls zentralen oder wenig seitlichen Austritt der Mittellinie.

Die meisten Autoren, welche sich mit dem Gegenstande befaßt haben, sind der Ansicht, daß in den Mikroperthiten der Kalifeldspat und der Natronfeldspat ursprünglich zu Anorthoklas vereinigt gewesen sind. Die Anschauungen gehen darüber auseinander, ob und in welchem

Maße äußere Einflüsse, wie Gebirgsdruck, beginnende Gesteinszersetzung und zirkulierende Wässer, bei der Ausscheidung von Albit aus der isomorphen Mischung, eine Rolle gespielt haben und inwiefern auch Albitsubstanz von außen zugeführt wurde. Primäre Albit-einlagerungen in den Mikroperthiten werden häufig von sekundären unterschieden, aber die Ausdrücke primär und sekundär reichen anscheinend nicht hin, um den Entwicklungsgang alles dessen, was als Mikroperthit bezeichnet wurde, ausreichend zu definieren.

Bei Besprechung des chemischen Gleichgewichtes in kristallinen Schiefen bemerkt Becke¹⁾ bezüglich der perthitischen Verwachsungen: „Bei Temperaturen, die dem Erstarrungspunkte von vulkanischen Gesteinen entsprechen, dürfte *K*- und *Na*-Feldspat in erheblichem Grade homogen mischungsfähig sein. Ist die Mischung einmal gebildet und wird sie rasch abgekühlt, so bleibt sie erhalten wie eine stark unterkühlte Schmelze, die im amorphen Zustande verharrt, oder vielleicht noch besser: wie die un stabile Modifikation gewisser Substanzen erhalten bleibt, wenn sie rasch unter die Umwandlungstemperatur abgekühlt wird. Bei längerem Verweilen in einer höheren Temperatur, die aber unter der Temperaturgrenze der völligen Mischbarkeit liegt, wird namentlich unter dem begünstigenden Einflusse von Wasser oder anderen Mineralisatoren der Zerfall in Mikroclin und Albit eintreten. Offenbar geschieht dies vielfach schon in den körnigen Massengesteinen, bei denen die Abkühlung langsam genug fortschreitet, um das Gestein lange in dem Bereiche der Umwandlungstemperatur verweilen zu lassen.“

Mit diesen Worten ist, wie ich glaube, im wesentlichen die Deutung der hier beschriebenen Vorkommnisse gegeben. Die größeren Körper, die Spindeln in den Mikroperthiten, welche nach einigen Beobachtungen neben Albit auch Spuren von Anorthitsubstanz enthalten, mögen sich zuerst aus einem homogenen Anorthoklas ausgeschieden haben. Sie sind teils ganz unregelmäßig zerstreut, teils in der Richtung der Hauptachse gestreckt. Das Calciumsilikat dürfte noch weniger mischbar sein mit Kalisilikat als das Natronsilikat. Diese ersten Ausscheidungen haben, wie manchmal beobachtet wird, dem Anorthoklas in der unmittelbaren Umgebung die Albitsubstanz entzogen und sind dann von schmalen albitfreien Höfen umgeben. Die weitere molekulare Umlagerung im festen Gesteine bei etwas niedrigerer Temperatur vollzog sich entlang der steilen Orthodomenfläche ($\bar{5}01$) in Form geradliniger, sehr feiner Lamellen. Die Entmischung wird gesteigert bei Hinzutreten des Gebirgsdruckes. Die Lamellen mögen zu Flächen geringerer Kohäsion geworden sein und sie zeigen das Bestreben, breiter zu werden; ferner öffnen sich in den Spaltflächen des Feldspats neue Wege für die Albitabscheidung. Zuerst zeigen die breiteren Lamellen das Bestreben, aus der Richtung des Orthodomas in die Richtung der Hauptachse (Prismenfläche) immer mehr auszuweichen (Taf. XI, Fig 2). In weiteren Stadien der dynamischen Einwirkung

¹⁾ F. Becke, Über Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer. Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. LXXV. 1903, S. 5.

fällen sich auch die Spaltrisse nach der Endfläche mit Albitsubstanz. Auch andere Sprünge bilden sich und die Verwachsung verliert immer mehr an Regelmäßigkeit. Es entstehen jene gebogenen und gewellten, auch „flammenartigen“ Ausscheidungen oder Umrandungen von gestreiftem Albit, welche, gleich häufig in gequetschten Tiefengesteinen wie in gequetschten Schiefem, wiederholt als Perthite oder Mikroperthite beschrieben worden sind. Gitterung des Orthoklases ist in der Regel eine Begleiterscheinung. Solche sekundäre Bildungen sind zum Beispiel alle jüngst von Wenglein beschriebenen Verwachsungen von Albit und gegittertem Kalifeldspat. In anderen Fällen wird oft reichlich Albitsubstanz von außen zugeführt und als Endprodukt können sogar Pseudomorphosen von Albit nach Orthoklas zustande kommen.

Diese sekundären Bildungen sind wohl zu unterscheiden von den hier beschriebenen Spindeln und Lamellen.

Die Einlagerungen von Orthoklas oder Kryptoperthit in den Antiperthiten sind der Entstehung nach wohl am besten den Spindeln von Albit oder Oligoklas in den Mikroperthiten zu vergleichen, wenn sie auch etwas anders gestaltet und angeordnet sind als diese. Ein sicheres Analogon zu den „Lamellen“ der Mikroperthite wurde in den Antiperthiten der Schiefergesteine nirgends gefunden. Es wird offenbar sämtlicher *K*-Feldspat in Verbindung mit etwa *Na*-Feldspat gleich zu Anfang ausgeschieden und zu weiterem Zerfalle des Plagioklases ist keine Veranlassung¹⁾.

Weder die Spindeln der Perthite noch die der Antiperthite können als protogene Reste aus einem früheren Zustande des Orthogneises betrachtet werden. Sie sind ebenso wie die Lamellen typomorph im Sinne Beckes, indem sie dem chemischen Gleichgewichte des kristallinen Schiefers entsprechen. Die Gesteine tragen im ganzen vollkommen das Gepräge kristalloblastischen Wachstums. Bei den Antiperthiten finden sich Übergänge zu pegmatitartigen und diablatischen Durchwachsungen. In den Pyroxengranuliten wird eine deutliche Beziehung der Ausbildung der Antiperthite zu Porphyroblasten von Granat beobachtet. Letztere, meistens als Perimorphosen entwickelt, umschließen mit idioblastischen Umrissen antiperthitische Plagioklase, in denen die Durchwachsung beider Feldspate, bedeutend vollkommener und größer zur Ausbildung gelangt ist als im umgebenden Grundgewebe²⁾. Da die Granaten gewiß nicht protogen sind, muß auch die vom Wachstum der Granaten abhängige Ausbildung der Antiperthite zugleich mit der Umprägung des Gesteines zum kristallinen Schiefer entstanden sein.

¹⁾ Nur in einem Falle, in dem Oligoklas eines Diorits von Melk in Niederösterreich, wurden neben größeren eckig umgrenzten Orthoklaseinschlüssen stellenweise zarte geradlinige Lamellen einer schwächer lichtbrechenden Substanz gesehen. Sie lassen sich kaum anders auffassen, als daß hier Orthoklas in ähnlicher Weise nachträglich ausgeschieden wurde, wie der Albit der Mikroklinallamellen, und deutet vielleicht darauf hin, daß unter Umständen in Intrusivgesteinen der Plagioklas noch *K*-Feldspat nach der Erstarrung nicht nur in Form von Einschlüssen, sondern auch in molekularer Mischung festhalten kann.

²⁾ S. Fig. 2 im vorhergehenden Aufsatze dieses Bandes, Seite, 398.

Taf. XI.

Über Perthitfeldspäte aus kristallinen Schiefergesteinen.

Erklärung zu Tafel XI.

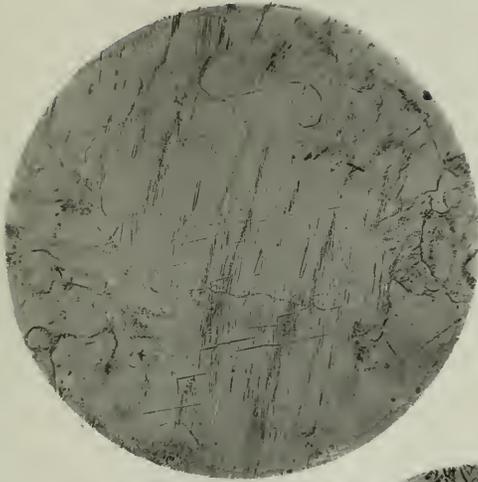
Fig. 1. Mikroperthit aus Granalitmneis von Reith bei Melk. Schnitt \perp c. Geradlinige Albitlamellen in der Fläche ($\bar{S}01$) und größere Spindel von Oligoklasalbit parallel der Hauptachse. Vergrößerung: 80. (Siehe Seite 422.)

Fig. 2. Mikroperthit aus Granulit von Milikau bei Tscherna (Mähren). Schnitt \perp c. Umbiegen der Albitlamellen aus der Richtung ($\bar{S}01$) in die Richtung der Hauptachse. Vergrößerung: 102. (Siehe Seite 424.)

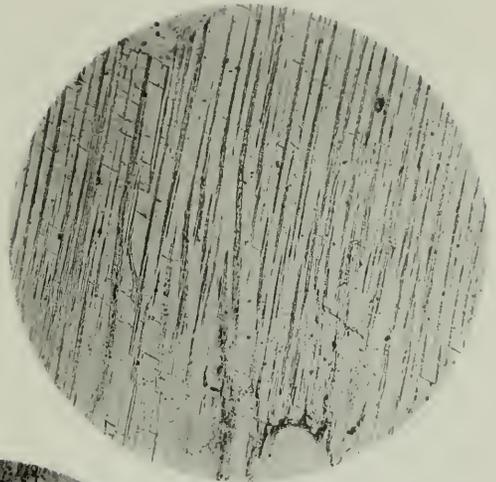
Fig. 3. Pegmatitartige Durchwachsung von Plagioklas und Orthoklas aus fibrolithreichen Lagen im Plagioklasgneis von Pielach bei Melk. Hochstellung des Tubus; Plagioklas hell gerändert. Vergrößerung: 32. (Siehe Seite 425.)

Fig. 4. Spindeln von Oligoklasalbit im Kryptoperthit aus Granulit von Unter-Borry (Mähren). In der Nähe der enger gedrängten Reihe von Spindeln befindet sich eine Zone von reinem Kalifeldspat mit anderem optischen Verhalten als der umgebende Kryptoperthit. Gekreuzte Nikols. Vergrößerung: 96. (Siehe Seite 423.)

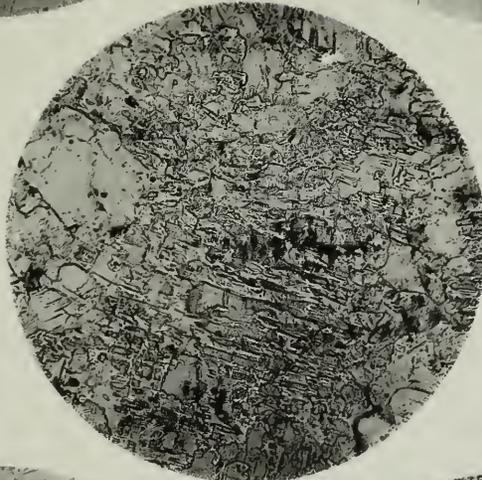
Fig. 5. Antiperthite aus pyroxenführendem Granulitmneis von Kadoletz bei Krzischanau (Mähren). Tiefstellung des Tubus; die Orthoklasspindeln erscheinen hell gerändert. Vergrößerung: 35. (Siehe Seite 426.)



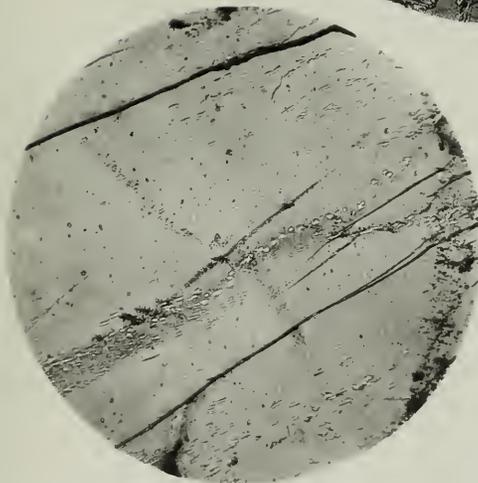
1



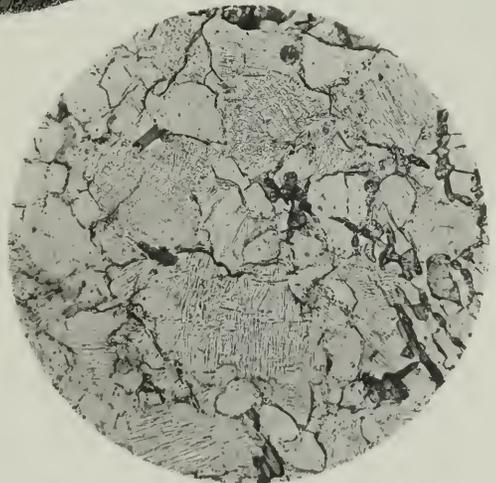
2



3



4



5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [054](#)

Autor(en)/Author(s): Suess Franz Eduard

Artikel/Article: [Über Perthitfeldspäte aus kristallinen Schiefergesteinen.
417-430](#)