

morphologisch eigenartig gegenüber einem Gebirge, wie es die Alpen sind, aber doch nicht wesentlich davon verschieden.

Zum Ende habe ich all den amerikanischen Fachgenossen herzlich zu danken, deren reiche Belehrung und Anregung ich während eines längeren Aufenthalts in Amerika genossen habe, vor allem meinem verehrten Lehrer und Freund A. W. GRABAU, dann den Professoren KEMP, BERKEY, JOHNSON, dann dem deutsch-amerikanischen Paläontologen RUEDEMANN und dem Tektoniker der Geol. Survey, Dr. KEITH.

München, 30. Juni 1914.

Über die Anordnung allgemein-geologischer Sammlungen zur Erläuterung der inneren Dynamik.

(Dargestellt an der Hand der Neuaufstellung der allgemein-geologischen Sammlung des geologischen Museums der Universität Marburg.)

Von K. Andrée (Marburg i. H.).

Unlängst veröffentlichte ich in der vorliegenden Zeitschrift eine Mitteilung: »Über die Anordnung allgemein-geologischer Sammlungen zur Erläuterung der äußeren Dynamik,« und gab damit einem weiteren Kreise die Erfahrungen bekannt, welche ich bei der durch den Direktor der reichhaltigen Marburger Sammlung, Herrn Geh. Rat KAYSER, freundlichst gestatteten Neuordnung des allgemein-geologischen Teiles derselben, und zwar zunächst nur der exogenen Abteilung, gewonnen hatte. Mittlerweile habe ich, mit Unterstützung des Assistenten des Marburger geologischen Institutes, Herrn Dr. HÜFFNER, auch die Neuordnung der »endogenen« Abteilung bewirkt und will im folgenden ähnlich wie früher die Grundsätze darstellen, nach welchen ich dabei verfahren bin, und zu zeigen versuchen, daß auch bei der endogenen Sammlung die Einhaltung einer bestimmten Gedankenfolge das Verständnis der Sammlung erleichtern muß und so schließlich der allgemeinen Geologie nachhaltige Förderung bringen wird.

Ließ sich bei der »exogenen Sammlung« — allerdings erst nach Einschaltung der Kontakt- und Regionalmetamorphose — die gesamte Aufstellung einem einzigen Kreislauf unterordnen, in dessen Mitte das Werden der Sedimente und ihr Leben, ihre Physiologie, wie ich sagte, stand, so ist das nicht in gleicher Weise bei der »endogenen Sammlung« möglich. Und doch war auch hier unschwer eine Gedankenfolge zu finden, welche gestattete, die vielen, scheinbar so heterogenen Dinge, welche eine vollständige geologische Sammlung enthalten muß, in gleichsam logischer Folge anzuordnen.

Wenn aber am Anfang des Kreislaufs, welchen ich der exogenen Sammlung zugrunde legte, ein Hinweis auf das Material nötig war, aus dessen Zerstörung in letzter Linie alle Sedimente ihren Ursprung nehmen — wozu ich in der Marburger Sammlung eine Reihe von Tiefengesteinen und einen Gneis als Typus für die kristallinen Schiefer aufstellte —, so muß auch unsere heutige Gedankenfolge mit dem Material beginnen, mit welchem die endogene Dynamik arbeitet. Am Anfang steht daher das, was die Erde an Belegstücken zur Zusammensetzung des Erdkörpers im Großen bietet. Wir wissen seit langer Zeit, daß im Innern der Erde spezifisch schwere Stoffe vorhanden sein müssen, da ihr Gesamtgewicht viel zu hoch ist, als daß sie nur aus Massen vom Gewicht der Oberflächengesteine bestehen könnte. In der Tat haben die neueren Erdbebenforschungen Unstetigkeitsflächen im Bau des Erdkörpers ergeben, und unter Berücksichtigung der neuesten Forschun-

gen, unter denen besonders die Arbeiten von WIECHERT und ED. SUESS hervorrangen, läßt sich zusammenfassend sagen, daß die Erde aus zwei Hauptschichten besteht, aus einem Kern wesentlich aus Nickeleisen von etwa 5000 km Radius, sowie einer mittleren Dichte von 8,5, und einem Steinmantel von etwa 1400 km Dicke mit einer mittleren Dichte von 3,4. Dem Kern oder der Barysphäre entspricht ED. SUESS' Nife (= Nickel-Eisen), während der Steinmantel nach demselben Autor in der Tiefe aus dem basischen und spezifisch schweren Sima (= Silicium-Magnesium), näher der Oberfläche aus dem saureren und spezifisch leichteren Sal (Silicium-Aluminium) besteht. Innerhalb des Steinmantels liegt, beginnend in einer noch nicht genauer bestimmten Tiefe, die sich nach verschiedenen Methoden zu (50) 100—300 km ergibt, eine »plastische« Schicht (von nicht bekannter Mächtigkeit), welche bei Entlastung als »Magmazon« Schmelzflüsse nach oben abgibt, hierdurch vulkanische Erscheinungen erzeugend.

Von den verschiedenen Schichten der Erde sind uns nur die obersten Teile der Lithosphäre, in der Hauptsache nur Gesteine des Sal, zugänglich, weil die tektonischen Umwälzungen sich im wesentlichen auf eine verhältnismäßig sehr dünne Außenhaut unseres Planeten beschränken. Die zunächst berechtigt erscheinende Vermutung, die wenigen Vorkommen von gediegenem Eisen in Basalten (Insel Ovifak an der Küste von Westgrönland, Bühl bei Weimar unweit Cassel) seien in die Höhe gebrachte Teile des Nife oder einer tiefsten Zone des Sima, muß aufgegeben werden, seitdem man erkannt hat, daß das Eisen dieser Gesteine aus dem Magma selbst durch Reduktion (etwa mittels organischer Substanzen, nämlich durchbrochener Braunkohlenflöze) entstanden gedacht werden muß, wofür natürlich die Basizität dieser Gesteine, d. h. ihr Reichtum an Eisen von Bedeutung wurde. Trotzdem vermögen wir in der geologischen Sammlung natürliche Objekte aufzustellen, welche uns die Zusammensetzung der Erde in großen Zügen zeigen; Objekte, die aus dem Weltraum zu uns kommen und uns einmal Kunde davon geben, daß auch außerhalb der Erde dieselben Stoffe herrschen wie auf unserem Planeten — dasselbe, was uns ja schon die BUNSEN-KIRCHHOFFSche Spektralanalyse gelehrt hat —, und uns zum anderen zeigen, daß diese Stoffe auch in ähnlicher Weise, wie auf der Erde, miteinander verknüpft sind: Die Meteoriten.

Unter den Meteoriten unterscheiden wir neuerdings drei Gruppen, die Meteor-eisen, von DAUBRÉE auch Siderite genannt, im wesentlichen nickelhaltige Eisen mit etwas Kohlenstoff, die eigentlichen Steinmeteoriten, welche in der Hauptsache aus Silicaten bestehen, und endlich die Glasmeteoriten, welche kosmische Gesteinsgläser darstellen. Stein- und Glasmeteoriten kann man als Asiderite dem Meteoreisen gegenüberstellen; einen Übergang zwischen beiden Gruppen bilden die Lithosiderite, denen das bekannte, aus großen Olivinkristallen und Eisen bestehende Pallaseisen angehört. Die eigenartigste und besonders in der letzten Zeit vielfach diskutierte Gruppe der Meteoriten bilden die Glasmeteoriten oder Tektite, deren kosmische Natur, von manchen Autoren angezweifelt, doch über allen Zweifel erhaben ist, seitdem glaubwürdige Augenzeugen den Fall solcher Steine beobachtet haben. Ich verweise nur auf die Arbeiten von FR. ED. SUESS über diesen Gegenstand. Die Dreigliederung der Meteoriten erlaubt ohne weiteres, eine Parallele zu ziehen zwischen dem hypothetischen Weltkörper von DAUBRÉE und unserer Erde. Die Meteoreisen entsprechen dem irdischen Nickeleisenkern oder Nife, die Meteorsteine oder Asiderite dem irdischen Gesteinsmantel, und die Glasmeteoriten oder Tektite haben ebenfalls ihr Analogon auf der Erde, in den Gesteinsgläsern der jungvulkanischen Eruptivgesteine. Wir können sehr wohl erklären, weshalb Eruptivgesteinsgläser auf der Erde im Verhältnis nur so untergeordnet auftreten; denn dieselben befinden sich unter den physikalisch-chemischen Bedingungen an der Erdoberfläche, an der sie durch rasche Abkühlung vulkanischer Schmelzflüsse entstehen, im labilen Zustande und fallen sehr frühzeitig den Agenzien der Verwitterung zum Opfer. Demgegenüber läßt das verhältnismäßig reichliche Auftreten der Meteorgläser den Schluß zu, daß der kosmische Ursprungs-

körper derselben eine Atmosphäre nicht besessen haben dürfte. Auf dieselbe Verschiedenheit geht die Tatsache zurück, daß niemals als kosmische Körper Dinge in unsere Hände gelangten, die den irdischen Sedimentgesteinen zu vergleichen wären, welche doch auf ungeheure Strecken den anstehenden kristallinen Steinmantel umhüllen und verdecken.

Die Meteoriten bestätigen also aufs beste die im wesentlichen an der Erde allein gewonnenen Erfahrungen über die Gliederung der Tiefen unseres Planeten. Sie stellen wir an den Anfang unserer Aufstellung und erkennen zugleich daraus, wie methodisch richtig es ist, ein Lehrbuch der allgemeinen Geologie mit einem astronomischen Abschnitt zu beginnen, der auch die Meteoriten behandelt.

Hauptsächlichster Sitz der endogenen Kräfte, deren Erläuterung unsere Sammlung dienen soll, ist der Gesteinsmantel unserer Erde, mit dem sich das Folgende allein beschäftigen wird. Wie im großen eine Gliederung nach dem spezifischen Gewicht in Sima und Sal, so dürfte eine solche auch im Kleinen zutreffen. Wenn ich sage: im Kleinen, so sind damit immer noch große einheitliche Eruptivgesteinskörper, nicht die Verhältnisse eines einzigen Aufschlusses oder gar eines einzelnen Handstückes gemeint. Denn es ist jedem Geologen, der sich mit Eruptivgesteinskunde beschäftigt hat, bekannt, daß vielfach eine schlierenartige Durchdringung in der Chemie und im spezifischen Gewicht verschiedener Magmen zu beobachten ist. Aber es lassen sich Beispiele dafür anführen, daß unter geeigneten Umständen langsamer und durch Bodenunruhe nicht gestörter Erkaltung ganze Eruptivgesteinsmassive eine Differentiation nach der Schwere zeigen. Durchaus dessen bewußt, daß von manchen Seiten Bedenken gegen das folgende Beispiel einer solchen Differentiation erhoben werden könnten, will ich hier doch anführen, was ED. SUESS in diesem Zusammenhange geschildert hat, zumal ich, nicht ohne Skeptizismus, einen Teil der in Frage kommenden Aufschlüsse selber sehen konnte, ohne aber dabei etwas zu sehen, was gegen die Deutung dieses Autors sprechen würde. Es handelt sich um einen Lakkolithen im Präcambrium Nordamerikas, dem die reichste Nickelerzlagerstätte der Erde angehört, Sudbury, Ontario, in Canada. »Eine etwa 2000 m mächtige Gesteinsfolge liegt über Gneis, Granit, Quarzit u. a. und unter mächtigen cambrischen oder vorcambrischen Sedimenten. Sie bildet eine 58 km lange und bis 26,5 km breite Mulde. Oben besteht sie aus granitischem Gestein mit durchschnittlich 66,87 SiO₂; dieses geht gegen unten unter Abnahme von Si, Na und K und Zunahme von Ca und Mg allmählich in Felsarten über, die von den einzelnen Beobachtern Granodiorit, Quarzdiorit, mikropegmatitischer Syenit genannt werden. Das Endglied ist ein grauer Norit mit 54,61 SiO₂. An seiner Basis, ohne scharfe Grenze gegen oben, liegen auf und in den Unebenheiten der Unterlage die Nickelerze, und ein Kranz von Minen folgt ringsum der Basis der großen Mulde. Neben Fe, Ni und Cu tritt Kobalt auf, dann der Menge nach Silber, Platin, eine geringe Menge von Freigold, Iridium, Osmium, ferner Spuren von Rhodium und Palladium. Hier gelangt man also in dem geringen Abstände von 2000 m aus salischem Granit bis in eine nifesimische Zone mit Schwermetallen. Die Erfahrungen stimmen mit jenen überein, die VOGT an den norwegischen Nickelgruben sammelte. Die Differentiation ist hier, wie das Verhältnis der Erze zur Unterlage zeigt, unter wesentlichem Einflusse der Schwere erfolgt, und vorläufig mag festgehalten sein, daß Na und K früher abnehmen als Ca und Mg. Damit in Sudbury solche Differentiation sich vollziehen konnte, mußten die Felsarten erst als ein geschmolzenes Gemenge heraufgetragen werden, um hier zum zweiten, ja möglicherweise zum dritten Male diese selbe Differentiation auszuführen. Aber das Produkt stimmt sehr nahe überein mit den auf anderem Wege erlangten Vorstellungen von jener primären Differentiation, welche die ursprüngliche Bildung des Erdkörpers begleitet haben mag. Es ist, als würde uns im Recoco ein Experiment vorgeführt.«

Die Nickelerzlagerstätte von Sudbury in Canada bietet zugleich ein Beispiel für syngenetisch-eruptive Erz- oder Minerallagerstätten.

Gehen wir ins einzelne, so stellt sich der Stoff, der unsere Lithosphäre primär zusammensetzt, je nach dem geologischen Auftreten, je nach der Tiefe, in welcher und je nach den äußeren Umständen, unter denen seine Erstarrung erfolgte, in ganz verschiedenem inneren Aufbau, mit verschiedenen Strukturen und Texturen dar. Typische Stücke glasiger und kristalliner Gesteine, Belegstücke für körnige und porphyrische Struktur, für Fluidal- und Laventextur usw. werden daher nunmehr aufzustellen sein. Es folgt, was die Eruptivgesteine an primären Absonderungserscheinungen bieten, welche, wie wir wissen, teilweise direkt von der Gestalt der erkaltenden Eruptivgesteinskörper abhängen, wie der Säulenaufbau der Basalte und die plattenförmige Absonderung der Phonolithe. Auf der Grenze von Struktur-, Textur- und Absonderungsformen stehen die Kugelt Texturen mancher Tiefengesteine, wie des Granits und Diorits, deren wirkliche Erklärung bisher noch sehr im argen liegt. Wohl zu trennen hiervon sind die kugeligen Absonderungen mancher Säulenbasalte, Diabase usw., welche wohl als Verwitterungserscheinungen aufzufassen sind, bei denen die in das Gestein hineindiffundierenden Verwitterungsagenzien in der von LIESEGANG näher erläuterten Weise ein Abrundungsbestreben zeigen. Doch hier sich in Einzelheiten zu verlieren, ist nicht die Absicht.

Während sich das bisher Besprochene auf die Anordnung des Stoffes im Großen und im Kleinen bezog, soweit dieselbe von allgemeinen Gesetzen beherrscht wird, werden wir uns weiterhin zunächst nur mit den stofflichen Verschiedenheiten der einzelnen Gesteinskörper zu beschäftigen haben, wobei wir aus methodischen Gründen stets die Reihenfolge festhalten wollen, welche durch die Gliederung der Erdtiefen vorgeschrieben wird: Wir beginnen in den einzelnen zu schildernden Gesteinsgruppen stets mit den basischsten und spezifisch schwersten Vertretern und schließen mit den sauren und spezifisch leichten Endgliedern der Reihe.

Eine alte Einteilung der Eruptivgesteine unterschied gern geologisch alte und geologisch junge Eruptivgesteine, und eine Tabelle der hauptsächlichsten Gesteinstypen nach diesem Schema zeigte etwa folgendes Aussehen:

Tiefengesteine		Granit	Syenit	Diorit	Gabbro, Peridotit
Ergußgesteine	ältere	Quarzporphyr	Quarzfreier Porphyr	Porphyrit	Diabas, Melaphyr
	jüngere	Liparit	Trachyt Phonolith	Andesit	Basalt

Die genannten Tiefengesteine gehören im wesentlichen älteren geologischen Perioden an. Nur, wo durch starke orogenetische Bewegungen in jüngerer geologischer Zeit Streifen der Lithosphäre gehoben und den Kräften der Abtragung unterworfen wurden, kennen wir auch Tiefengesteine jüngeren, jurassischen bis tertiären Alters. Schon bei den Tiefengesteinen finden sich gewisse Unterschiede, von denen ich nur die helleren Farben, z. B. der jüngeren Granite gegenüber den paläozoischen, dunkler gefärbten hervorheben will. Viel ausgeprägter aber sind die Unterschiede zwischen den geologisch älteren und den geologisch jüngeren Ergußgesteinen, so zwar, daß die Vertreter derselben Magmareihe ganz verschiedene Namen erhalten haben, bis sich nach und nach gar zu viele Analogien herausstellten. Die Unterschiede zwischen Quarzporphyr und Liparit oder zwischen Diabas und Melaphyr einerseits, Basalt andererseits sind nur scheinbar und im Erhaltungszustand begründet, eine Tatsache, die dann ROSENBUSCH veranlaßt hat, die vortertiären Ergußgesteine mit den jüngeren zu gemeinsamen Gruppen zu vereinigen. In der Tat ist das geologische Alter für die Gesteinssystematik ebenso wenig wie für die allgemein geologischen Fragen, denen unsere Sammlungen dienen sollen, von Bedeutung und wird daher im folgenden nicht mehr berücksichtigt werden.

Bevor ich aber auf die weitere Gliederung der Eruptivgesteine, wie sie für unsere Sammlungen zweckmäßig erscheint, eingehe, muß ich zu einer Gesetzmäßigkeit Stellung nehmen, deren Entdeckung wir BECKE und PRIOR verdanken. Sie betrifft das Gebundensein bestimmter Gesteinssippen, der Atlantischen und Pacifischen Magmen, wie BECKE sie nannte, an Gebiete besonderer tektonischer Eigenart. Nach BECKE gibt es eine tephritische oder atlantische und eine andesitische oder pacifische Reihe. Die erstere ist durch eine größere Menge von Alkalien ausgezeichnet, während in den Gesteinen der letzteren Kalk, Eisen und Magnesia in größerer Menge auftreten. Beide Reihen besitzen auch saure Glieder, die basischen Vertreter scheinen aber in der Atlantischen Reihe zu überwiegen. BECKE wollte aber die beiden Begriffe nicht rein geographisch aufgefaßt wissen, sondern trennte die betreffenden Gebiete als solche des Einbruchs durch radiale Kontraktion (tephritisch, atlantisch) und als solche der Faltung durch tangentialen Zusammenschub (andesitisch, pacifisch). Berücksichtigt man die spezifischen Gewichte der beiden Gesteinssippen im Hinblick auf die besprochene Gliederung der Erdtiefen, dann wird man zurzeit schließen, daß das pacifische Magma über dem atlantischen seinen Ursprung hat, und wir auch hier eine Differentiation der Erdmaterie nach der Schwerkraft vor uns haben, eine Erscheinung, welche bereits vor Bildung der ersten Erstarrungskruste abgeschlossen gewesen sein muß. Der BECKESchen Zweiteilung der Eruptivgesteine in Gesteinssippen, welche in bestimmten »petrographischen Provinzen« auftreten, entspricht die Teilung in zwei Magmaserien, die Alkali- und die Alkali-Kalkreihe, welche ROSENBUSCH durchgeführt hat, aber ohne sie zur Grundlage seiner systematischen Darstellung zu wählen. Schon ROSENBUSCH führte eine Reihe von Fällen an, in denen beide Reihen in demselben Gebiete, das man füglich nicht in zwei verschiedene petrographische Provinzen stellen kann, zusammen auftreten, und in der Literatur der letzten Jahre sind solche Fälle mehrfach beschrieben worden. Aber an der großen, von BECKE festgestellten Gesetzmäßigkeit ändern diese Fälle ebenso wenig, wie die Tatsache, daß es Zwischenglieder geben kann, und daß es nicht selten schwer ist, die Zugehörigkeit zu einer der beiden Reihen einwandfrei festzustellen. Nach alledem müßte es eine reizvolle Aufgabe sein, in einer geologischen Sammlung die beiden verschiedenen auf verschiedene petrographische Provinzen von bestimmter tektonischer Eigenart beschränkten Gesteinsreihen auseinanderzuhalten. Aber es ist hierbei noch zweierlei zu bedenken: Notwendig ist hierzu einmal eine sehr große petrographische Sammlung, wenn auch diese Forderung keinen absoluten Hinderungsgrund für die Verwirklichung der in Rede stehenden Idee bietet; zum anderen aber scheint sich nach den Zusammenstellungen von VON WOLFF die Bedeutung der beiden Gesteinssippen im Laufe der Erdgeschichte nicht unwesentlich verschoben zu haben, so zwar, daß im Palaeozoicum die pacifische Magmaserie, welche von der Tertiärzeit an auf die zirkumpacifische und Mittelmeerfaltengebirgszone beschränkt erscheint, die herrschende ist, wogegen die atlantische nur sporadisch zutage tritt. So gern man also den Versuch machen möchte, die BECKESchen Gesteinssippen auch in der allgemein-geologischen Sammlung auseinanderzuhalten — die ablehnenden Äußerungen kommen bezeichnender Weise in der Hauptsache aus solchen Lagern, die sich mit den theoretisch zu fordernden Zwischengliedern beschäftigen —, so unmöglich erscheint die wirkliche Ausführung in der Praxis. Denn wollte man selbst unsichere Glieder der verschiedenen Gesteinsreihen fortlassen — eine Fälschung der Tatsachen, die sich durch nichts rechtfertigen ließe —, so würde doch die scharfe Trennung nur für die jüngeren Erdperioden Geltung haben und einem Prinzip widersprechen, welches eigentlich für jede allgemein-geologische Sammlung gilt, die ja im Gegensatz zu der stratigraphischen oder paläogeographischen Sammlung steht, der Außerachtlassung der geologischen Zeit, in welcher die verschiedenen Vorgänge sich ereigneten. Denn für die Kenntnis der allgemein-geologischen Gesetze ist es zunächst gleichgültig, in welcher Erdperiode z. B. eine bestimmte Art Kontaktmetamorphose stattgefunden hat; und wenn verschiedene

Beispiele dieser oder anderer Erscheinungen etwa nach dem geologischen Alter geordnet werden — wie ich es auch in der Marburger Sammlung getan habe —, so geschieht dieses nur, um im einzelnen eine bestimmte Ordnung inne zu halten, um lokalen Interessen zu dienen usw., aber nur, solange wie eine solche Anordnung nicht irgendwelchen allgemein-geologischen Gesetzen zuwiderläuft.

Nach alledem werden wir weder das geologische Alter der einzelnen Gesteine, noch deren Zugehörigkeit zu einer der beiden Reihen zu berücksichtigen haben, und die Gliederung, die wir anwenden, ist zunächst rein geologisch. Wir unterscheiden die drei Gruppen der Tiefen-, Gang- und Ergußgesteine und folgen im allgemeinen der Anordnung von ROSENBUSCHS mikroskopischer Physiographie der massigen Gesteine (4. Aufl.), nur in umgekehrter Reihenfolge. Eine eingehendere Darstellung ihres geologischen Auftretens verlangen im Anschluß an diese petrographisch-systematische Darstellung nur die Ergußgesteine, weil sie die Träger des Oberflächenvulkanismus sind. Wo schmelzflüssiges Magma an die Erdoberfläche tritt, da geschieht das entweder in mehr oder weniger ruhigem Ausfluß, es bilden sich Lavaströme oder -decken, oder die reichlich beigemengten vulkanischen Gase bewirken ein Zersprätzen der flüssigen Lava, es erfolgt eine Förderung lockerer Auswurfsprodukte, durch welche Aschen, Tuffe usw. gebildet werden. Hier werden daher die Oberflächenerscheinungen der Laven, Block-, Strick- und Fladenlaven, die Bomben, Aschen und Tuffe ihre Stelle finden, zugleich mit den aus dem anstehenden Untergrunde losgerissenen Brocken fremder Gesteine, die verglast oder sonst umgewandelt sind und manchmal (Somablöcke, umgewandelte kristalline Schiefer des Laacherseegebietes) reich an schön kristallisierten Mineralien sind. Den festen Auswurfsprodukten der Vulkane hätten sich jetzt die gasförmigen Aushauchungen derselben anzureihen. Allerdings ist einmal die Beschaffung derselben eine sehr schwierige Aufgabe, was ja besonders dazu beigetragen hat, die Lösung der jetzt wohl gegen BRUN entschiedenen Frage der Bedeutung des Wassers für die vulkanischen Eruptionen zu erschweren. Zum anderen aber ist an solchen Gasproben herzlich wenig zu sehen. Allenfalls könnte man zum gleichen Zwecke einen Bergkristall mit sichtbarem Einschluß flüssiger Kohlensäure und Gaslibelle oder einen Granitdünnschliff mit Flüssigkeitseinschlüssen in den Quarzen, beziehungsweise das Mikrophotogramm eines solchen aufstellen. Wichtiger als dieses ist es daher, die Veränderungen zu demonstrieren, welche durch die im Magma gelösten und beim Eruptionsakt freiwerdenden juvenilen Gase erzeugt werden. Wir beginnen auch hier in derselben Reihenfolge wie oben, mit den Erscheinungen der Tiefengesteine, mit der sogenannten Pneumatolyse. Die Bildung der Zinnerze — zugleich ein weiteres Beispiel für eine Erzlagerstätte —, die Greisenentstehung, die Topasierung, Mikrolithgranite werden hier aufzustellen sein, und es könnten sich auch zwanglos die »alpinen Minerallagerstätten« anschließen, welche die Fundorte der herrlichen Berg- und Rauchtropaskristalle, der Flußspäte, Turmaline, Adulare usw. usw. bilden. Es hätten sich anzuschließen die festen Produkte der vulkanischen Exhalationen, die Salmiakkrusten des Vesuvus und anderer Vulkane, die Sublimationen von Eisenglanz, die Produkte von Fumarolen und Solfataren. Weniger, um ein Urteil über die Entstehung der betreffenden Vorkommnisse zu fällen, als vielmehr um darauf hinzuweisen, daß die Vulkane auch organische Verbindungen aushauchen, haben wir in der Marburger Sammlung eine Anzahl Vorkommnisse von Kohlenwasserstoffen aufgestellt, die möglicherweise juveniler Herkunft sind, wie z. B. die asphaltartige Masse, welche in Verknüpfung mit den Rotensteinen des höheren Devons die Schalsteine der Gegend von Herborn begleitet. Die Aushauchungen der Fumarolen und Solfataren bewirken mannigfache Umwandlungen des Nebengesteins. Durch Solfataren scheint gelegentlich Kalkstein in Gips umgewandelt zu sein, wie der Miocänkalk des Hohen Höwen im Hegau. Fumarolen, kohlenensäurehaltige Gewässer (sogenannte Säuerlinge) und Thermen bringen mannigfache Zersetzungen im Gestein hervor, und es sind besonders in

den letzten Jahren in Deutschland mehrfache Fälle solcher Erscheinungen genauer untersucht worden. Eine besondere Behandlung erfordern sodann die Thermen und ihre Absätze, die entweder Kalk- oder Kieselsinter darstellen; sie werden vielfach unter Beteiligung von Algen ausgefällt, und diese Dinge sind daher nicht immer scharf von vadosen Quellsedimenten zu scheiden. Hier finden die Aragonit-sprudelsteine von Karlsbad und Hammam Meskutin in Algier ihren Platz, ferner die Kieselsinter des Yellowstone-Nationalparkes. Die Sinterabscheidungen der Thermen sind dann für das Folgende von besonderer Bedeutung, wenn sie Verbindungen von Schwermetallen enthalten, wie die Auripigmente und Realgare des Yellowstone-Parks. Denn dieses deutet auf die Möglichkeit der Förderung solcher Stoffe in größerer Menge hin und bildet gleichzeitig eine Einleitung zur Darstellung der Erzgänge, soweit sie auf juvenile Förderung aus der Tiefe zurückgeführt werden müssen. Den thermalen Kieselsintern vergleichbar sind, wenigstens teilweise, wohl die Kieselausscheidungen, welche sich in der vulkanischen Tertiärformation Deutschlands, z. B. des Vogelsberges, finden, und die gelegentlich auch Verkieselungen kalkigen Nebengesteins hervorgerufen haben.

Alle diese Vorgänge, einschließlich der Pneumatolyse, lassen sich als postvulkanische Prozesse zusammenfassen. Dahin gehört auch nach Ansicht vieler Autoren die Serpentinbildung aus Olivingesteinen, und ich habe hier eine Nickelerzlagerstätte angeschlossen: Frankenstein in Schlesien. Ferner kann hier die Bildung des Meerschams und mancher mit Serpentin auftretender Magnesite ihren Platz finden. Postvulkanisch im obigen Sinne müssen auch die Ausfüllungen von Mandelhohlräumen in Laven, die Drusenfüllungen und die Bildung der Achate genannt werden, und wir besitzen in den südamerikanischen Enhydros ausgezeichnete Demonstrationsobjekte für diese Vorgänge. Auch manche Kluftausfüllungen in Eruptivgesteinen, der Natrolith des Hohentwiel u. a. dürften hierherzustellen sein. Wir kommen zu der großen Masse der Mineral- und Erzgänge, welche auf Förderung juveniler Stoffe durch Thermen hinweisen; sie zeigen eine Mannigfaltigkeit, welche je nach dem in den einzelnen Sammlungen vorhandenen Material mehr oder weniger zum Ausdruck kommen wird. Die ascendierenden juvenilen Lösungen, welche ihren Mineral-(Erz-)gehalt auf Klüften absetzen, verursachen in geeigneten Gesteinen, vor allem Kalksteinen und Dolomiten, metasomatische Verdrängungen unter Pseudomorphosenbildung; auch manche der von den Lagerstättengeologen unterschiedenen »Höhlenfüllungen« müssen hier angeschlossen werden.

Übergänge verbinden gewisse Vorgänge postvulkanischer Natur, wie sie soeben besprochen wurden, mit dem, was ganz allgemein als Kontaktmetamorphose bezeichnet wird. Es ließen sich Gründe anführen, die es zweckmäßig erscheinen lassen könnten, die Kontaktmetamorphose schon an einer früheren Stelle abzuhandeln, zumal die Vorgänge der Erzgangbildung in viel größerem räumlichen Abstände von dem zugehörigen erkaltenden Tiefengestein stattfinden, als jene. Andererseits hängen jedoch Erscheinungen der Kontaktmetamorphose so eng mit dem zusammen, was im Anschluß daran als Regionalmetamorphose zu besprechen sein wird, daß wir es vorgezogen haben, diese kleine Unstimmigkeit in Kauf zu nehmen und die Vorgänge der Kontaktmetamorphose an dieser Stelle geschlossen vorzuführen.

Unter Kontaktmetamorphose versteht man bekanntlich die Veränderungen, welche die verschiedensten Gesteine durch die Berührung mit erkaltenden Magmen erleiden. Diese Veränderungen sind in bezug auf das betreffende Eruptivgestein entweder exogen, und die exogene Kontaktmetamorphose ist es, die bisher vor allem studiert worden ist. Aber auch das erkaltende Eruptivgestein selbst erleidet im Kontakt mit anderen Gesteinen — und zwar am meisten dann, wenn größtmögliche chemische Verschiedenheit zwischen den einander berührenden Gesteinsmassen besteht — endogene Veränderungen, insbesondere durch Resorption des Nebengesteins, die sogenannte endogene Kontaktmetamorphose.

Die exogene Kontaktmetamorphose ist zum Teil nur eine kaustische Metamorphose, wenn es sich um reine Hitzewirkungen, z. B. die Frittung, Verglasung oder Schmelzung von Nebengesteinen, auch von Einschlüssen in Eruptivgesteinen (siehe oben unter Auswurfsprodukten) handelt. Auch die mit chemischen Veränderungen Hand in Hand gehende Verkokung von Braunkohle durch Basalt, die Rotbrennung von Kalken und Tonen (natürliche Backsteinbildung) u. a. gehört noch zu dieser kaustischen Kontaktmetamorphose, die aber keineswegs scharf getrennt werden kann von hydathothermischen Prozessen, wie solche die Hauptmasse der normalen Kontakterscheinungen hervorgebracht haben dürften. Die Bildung der Kontaktgesteine, auf deren Mannigfaltigkeit hier natürlich nicht eingegangen werden kann, geht nun nicht sowohl auf einfache Umkristallisation zurück, wie sie z. B. die aus Kalksteinen hervorgegangenen Marmore zeigen, sondern auch in nicht zu geringem Maße, wie besonders neuere Arbeiten gezeigt haben, auf intensive Stoffausscheidungen seitens des Magmas. Das gilt in besonders starkem Maße für die Anreicherungen gewisser Schwermetalle in Kontakten, und man spricht in solchen Fällen von Kontaktmetasomatischen Lagerstätten oder auch einfach von Kontaktlagerstätten. (Diese Kontaktlagerstätten dürfen nicht verwechselt werden mit im Kontakt umgewandelten, kontaktmetamorphen Lagerstätten, bei welchen eine bereits vorhandene Erzlagerstätte nur eine nachträgliche Metamorphose erlitten hat; im Gegensatz hierzu ist der Erzgehalt der Kontaktlagerstätten erst durch den Kontakt erzeugt worden.) Ein nicht geringer Teil der Umwandlungen, welche zu der Bildung solcher Lagerstätten, wie der Eisenlagerstätten von Elba, von Campiglia Marittima in Toscana, des Banat, von Concepción del Oro im Staate Zacatecas (Mexiko) usw., geführt haben, ist auf Rechnung pneumatolytischer Prozesse zu setzen, wie neuerdings besonders Arbeiten von A. BERGEAT und V. M. GOLDSCHMIDT (Küstiania) gezeigt haben, und es erscheint nicht möglich, eine scharfe Scheidung von kontaktmetamorphen und pneumatolytischen Prozessen zu ziehen, welche daher mit ebenso gutem Recht, wie oben, hier abgehandelt werden könnten. Das gilt wenigstens von den durch GOLDSCHMIDT als exopneumatolytische Kontaktmetamorphose beschriebenen Erscheinungen, die besonders als Topasierung und Turmalinisierung von Tonschiefern oder (Absorptions-)Metasomatose von Kalksteinen verbreitet sind. Dagegen würde die Endopneumatolyse der Tiefengesteine, welche zur Greisen- und Zinnerzbildung führt und auch das grobe Korn der Pegmatite veranlaßt haben dürfte, an der früheren Stelle zu belassen sein. Eine gewisse Unterscheidung der kontaktmetamorphen Erscheinungen läßt sich auch nach der Dauer der umwandelnden Prozesse, welche ihrerseits wieder mit der Art des umwandelnden Eruptivgesteines, ob Tiefen- oder Ergußgestein, zusammenhängt, treffen. Nur bei den Kontaktprodukten der Tiefengesteine hat man es in der Regel mit Mineralkombinationen zu tun, die bei der Temperatur und dem Druck während der Metamorphose einen absolut stabilen Zustand darstellen (GOLDSCHMIDT), während bei der Kontaktmetamorphose durch Ergußgesteine die Umwandlung sich oft nur auf kaustische Einwirkung beschränkt, jedenfalls selten Zeit gehabt hat, vollständig zu verlaufen, so daß neben den neu entstandenen Kontaktmineralien oft noch korrodierte Reste des ursprünglichen Mineralbestandes vorhanden sind. Auf diese Weise sind oftmals labile, noch in Umwandlung begriffene Zustände durch plötzliche Abkühlung fixiert worden (GOLDSCHMIDT).

Die Kontaktmetamorphose durch Tiefengesteine führt uns aber in ein Gebiet, in welchem auch andere Metamorphosen ihre Wirkungsstätte haben, die mit dem hohen Druck und der hohen Temperatur der Erdtiefen arbeiten. Es ist leicht verständlich, daß diese Regionalmetamorphose, wie wir sie ruhig benennen können, sich vielfach mit der Tiefenkontaktmetamorphose kombinieren muß, und daß besonders in den größten Tiefen mit Annäherung an ein Tiefenmagma immer mehr Erscheinungen solcher Kontaktmetamorphosen sich einstellen werden. Die Wirkung der Regionalmetamorphose kann lokal dadurch besonders erhöht

werden, daß einer der besonders in Betracht kommenden Faktoren, nämlich der Druck, durch orogenetische Prozesse besonders verstärkt wird, so daß wir von Dislokations- oder Dynamometamorphose sprechen. Daß durch diese Vorgänge die Temperatur so wesentlich erhöht werden könnte, um Umwandlungen hervorzurufen, muß als durchaus unwahrscheinlich betrachtet werden, da jene ja ohne Zweifel geologische Zeiten gebraucht haben, in denen sich eventuelle Reibungswärme sehr bald ausgeglichen haben muß. Auf Gebirgsdruck infolge orogenetischer Prozesse geht die gleich noch zu erwähnende Druckschieferung zurück, welche bei dem in bezug auf die Erdform meist tangential gerichteten Druck in der Regel steil gegen die Horizontale einfällt. Anders der Druck der Regionalmetamorphose, welcher statischer Druck ist, hervorgebracht durch die Belastung der überliegenden Gesteinsmächtigkeiten, so daß man auch von Belastungsmetamorphose sprechen kann, sofern man nur die Einwirkung des Drucks, nicht auch der Temperatur im Auge hat. Dieser Druck ist in den geringeren Tiefen einseitig gerichteter Druck, Pressung oder Streß, geht aber in großen Tiefen allmählich in hydrostatischen Druck über.

Die Umwandlung der Gesteine durch Dynamometamorphose geht ebenso wie ihre Versenkung in die »Regionen« der Regionalmetamorphose auf tektonische Erscheinungen zurück, welche neben den vulkanischen Erscheinungen das Leben der Erde repräsentieren, und deren einzelne Äußerungen noch im folgenden durch entsprechende Objekte zu belegen sein werden.

Die Produkte der Regional- (und Dynamo-)metamorphose sind die sogenannten kristallinen Schiefer, eine Gesteinsklasse, welche man trotz ihrer heterogenen Herkunft den beiden anderen großen Gesteinsklassen, den Eruptiv- und Sedimentgesteinen, als dritte gegenüberstellt, weil es in sehr vielen Fällen nicht möglich ist, das wahre Ursprungsgestein mit Sicherheit festzustellen. Zum wahren Verständnis der kristallinen Schiefer ist es nötig, einen Übergriff in das Gebiet der exogenen Dynamik zu machen, da es sich mit der Zeit herausgestellt hat, daß dieselben durch nachträgliche Metamorphose umgestaltete Eruptiv- und Sedimentgesteine (deren Entstehung aus den primären Eruptivgesteinen im Mittelpunkt unseres exogenen Kreislaufes stand) sind. ROSENBUSCH hat die Methode kennen gelehrt, nach welcher eine Unterscheidung der danach zu bildenden Gruppen der Ortho- und der Paragesteine, unter günstigen Umständen möglich ist, d. i. die chemische Analyse, da nach seiner Anschauung die Metamorphose den chemischen Bestand der ihr unterliegenden Gesteine nicht wesentlich veränderte. »Finden wir in einem krystallinen Schiefer ein solches Mischungsverhältnis der chemischen Bestandteile, wie es bei keinem Eruptivgestein vorkommt, so wird man schließen dürfen, daß derselbe nicht durch irgendwelche Dynamometamorphose« (einschl. unsere Regionalmetamorphose) »aus einem Eruptivgestein entstanden sein kann. — Ist dagegen die chemische Mischung in einem krystallinen Schiefer die gleiche wie in einem bestimmten Eruptivgestein, so wird man zugeben müssen, daß ersterer durch Dynamometamorphose aus letzterem hervorgegangen sein kann, nicht muß, denn ein Tonschiefer kann zweifellos auch die Zusammensetzung eines Granits haben. Die Entscheidung ist dann durch die Struktur, bzw. die Stratigraphie zu suchen.« Ganz illusorisch wird eine Unterscheidung von Ortho- und Paragesteinen natürlich dort, wo es sich infolge von Injektionsmetamorphose um vollkommene Mischgesteine, Migmatite (SEDERHOLM), handelt. Nach alledem kann eine Klassifikation der kristallinen Schiefer, so wertvoll es auch ist, die beiden Gruppen der Ortho- und Paragesteine zu haben und zu wissen, welcher der beiden ein bestimmtes Gestein angehört, doch nicht hierauf Rücksicht nehmen. Das erste Prinzip für einen Klassifikationsversuch wird vielmehr der chemische Bestand der Gesteine sein, da derselbe ja im wesentlichen erhalten bleibt, und da chemisch gleiche Ausgangsmaterialien, welcher Abstammung sie auch sein mögen, unter den gleichen Umwandlungsbedingungen zu gleichen Endprodukten führen. Das zweite Klassifikationsprinzip ist — wir folgen hierbei der zusammenfassenden Darstellung von

U. GRUBENMANN — physikalisch-geologischer Art; es ist der Grad der Metamorphose, welcher je nach der Tiefe, in welche ein bestimmtes Gestein versenkt wurde, ganz verschieden hoch ist. Nach dem Vorgange von VAN HISE kann man diesbezüglich verschiedene Zonen in der Erdrinde unterscheiden, welche natürlich ganz allmählich ineinander übergehen. Die Zoneneinteilung, wie sie im Anschluß an die Arbeiten von BECKE und GRUBENMANN heute am meisten gebräuchlich ist, »gründet sich in der Hauptsache auf die Temperaturhöhe und Druckstärke in den verschiedenen Tiefen der Erdrinde; daneben kommt in Betracht die Art des Druckes, ob Streß oder hydrostatischer Druck, und endlich das Zusammenwirken oder der Antagonismus von Druck und Temperatur. Auch muß es innerhalb der Erdrinde eine Tiefenstufe geben, wo Druck und Temperatur in ihrer Wirkung sich mehr oder weniger das Gleichgewicht halten, während tiefer dann die Temperatur, höher der Druck ausschlaggebend wird. So gelangt man zu einer Dreigliederung« der Erdrinde. (Dabei fällt ein alleroberster Gürtel der Lithosphäre als Zone der Verwitterung außer Betracht und in das Gebiet der exogenen Dynamik. Hier herrschen nur der atmosphärische Druck und gewöhnliche Temperaturen, hier entfalten die Atmosphärien unter Oxydation, Hydrat- und Carbonatbildung mit starker Stoffzufuhr und -abfuhr ihre ganz anders geartete Wirksamkeit.) Dementsprechend unterscheidet man unter den kristallinen Schiefen neuerdings innerhalb der einzelnen, chemisch charakterisierten 12 Gruppen nach ihrer Entstehung in einer der drei Zonen Kata-, Meso- und Epigesteine, Ausdrücke, welche ohne weitere Erläuterung verständlich erscheinen. Zwischen diesen Gruppen und Ordnungen existieren alle Übergänge. Übergänge existieren auch gegen die normalen Eruptiv- und Sedimentgesteine, und bei den letzteren ist es nicht möglich, eine scharfe Grenzlinie zwischen der Metamorphose, wie wir sie hier behandeln, und dem zu ziehen, was wir bei Behandlung der exogenen Dynamik als Diagenese der Sedimente bezeichnen. Hier, wie so oft, wird es Sache des »wissenschaftlichen Taktgefühls« sein, festzustellen, was der einen, was der anderen Gesteinsklasse zuzurechnen ist. Noch viel schwerer, ja z. T. unmöglich ist aber vielfach die Unterscheidung der kristallinen Schiefer von den Kontaktgesteinen, zumal Kontaktmetamorphose und Regionalmetamorphose häufig einander überdecken und gegenseitig verstärken. »Hier je eine reine Scheidung zu vollziehen, wird vielleicht überhaupt nicht möglich sein« (GRUBENMANN).

Für die Umbildung der Gesteine zu kristallinen Schiefen hatten wir auf Umwälzungen in der Lithosphäre zurückgreifen müssen, die den Bau der Erdkruste bedingen. Mit den Einzelheiten dieser »tektonischen Erscheinungen« beschäftigt sich der Schluß unserer Darstellung der endogenen Dynamik. Diese tektonischen Erscheinungen, welche sich ziemlich alle in der Sammlung durch entsprechende Stücke belegen lassen, beziehen sich, wie allgemein bekannt, nicht nur auf die durch endogene Vorgänge entstandenen, bzw. umgebildeten Eruptivgesteine und kristallinen Schiefer, sondern auch auf die exogen entstandenen Sedimentgesteine, und sind noch dazu in diesen infolge ihres texturellen Aufbaues aus verschiedenartigen Schichten besonders deutlich ausgebildet und zu erkennen. Trotzdem ist es nicht angängig, die Erscheinungen der Tektonik von den übrigen, im obigen besprochenen endogenen Vorgängen zu trennen und nach dem exogenen Kreislauf (der, wie gesagt, nicht so wie es die mehr zufällige Reihenfolge meiner Publikationen scheinen lassen könnte, vor, sondern nach der endogenen Dynamik abzuhandeln ist) zu bringen. Wir müssen vielmehr solche kleine Unstimmigkeiten mit in den Kauf nehmen, um so mehr, als wir hierdurch die mannigfaltigen Beziehungen der verschiedenen auf und in der Erde tätigen Kräfte zueinander am besten vor Augen geführt bekommen.

Es ist nicht meine Absicht, hier auf die Einzelheiten der Umbildung der Gesteine durch tektonische Vorgänge und die dadurch entstehenden Bilder einzugehen. Was alles hierherzustellen, und wie es durch Objekte zu belegen ist, wird sich ohne weiteres aus der Schlußübersicht ergeben. Nur auf einen Punkt mag

hier doch hingewiesen werden. Unter den Belegstücken für Faltung finden sich häufig in den Sammlungen die nicht seltenen »gefalteten« Gänge, wie sie z. B. das Grundgebirge Skandinaviens oder des Canadischen Schildes in großer Menge durchsetzen. Das Bild, das sie gewähren, ist das einer ausgezeichneten Faltung; und doch zeigt eine mikroskopische Untersuchung solcher Stücke nichts von einer teilweisen Zertrümmerung der Gesteinselemente, welche man erwarten müßte, wenn es sich um echte Faltung handelte. In Wirklichkeit dürfte die Mehrzahl dieser Objekte mit größerem Rechte unter den Fluidalerscheinungen untergebracht werden, da es sich wohl um Gänge handelt, die als Schmelzfluß in noch nicht ganz verhärtetes oder wieder erweichtes Gestein eindringen und mit diesem noch hin und her bewegt worden sind. Es sind das SEDERHOLMS ptygmatische Faltungen.

Zur näheren Erläuterung des Gesagten will ich, wie bei der exogenen Dynamik, zum Schluß auch hier in einer systematischen Übersicht anführen, was eine vollständige Sammlung für endogene Dynamik an Belegstücken aufweisen sollte, um die Mannigfaltigkeit der betreffenden Vorgänge zu demonstrieren.

1. Die Zusammensetzung des Erdkörpers.

a) Die Meteoriten als Vergleichsobjekte für die Zusammensetzung im Großen:

I) Meteoreisen (Siderite):

- α) Körnige bis dichte Eisen.
- β) Hexaedrite.
- γ) Oktaedrite.
- δ) Lithosiderite.

II. Meteorsteine (Steinmeteoriten):

1. Kristallinische Meteorsteine.

- α) Siderolithe.
- β) Chondrite.
- γ) Achondrite.

2. Glasmeteoriten (Tektite).

b) Das »eruptive« Material (der uns zugänglichen Teile) des Steinmantels der Erde.

1) Allgemeines.

α) Differentiationen nach der Schwere in Tiefengesteinsmassiven (Lakkolith von Sudbury in Canada, zugleich als Beispiel einer syngentisch-eruptiven (Nickel-)Erzlagerstätte).

β) Sonstige Differentiationen und Schlierenbildungen in Eruptivgesteinen, wie basische Randfacies, basische Einschlüsse, leukokrate und melanokrate Gesteinsfacies. Gesetzmäßigkeit der »Ganggefolschaften«.

γ) Strukturen der Eruptivgesteine.

aa) Glasige oder amorphe Struktur.

bb) Holokristalline Strukturen:

Panidiomorphe, panallotriomorphe oder autallotriomorphe Struktur.

Eutekt- oder Schriftgranitstruktur, poikilitische Struktur.

Hypidiomorph-körnige oder eugranitische Struktur (Gabbro-, Ophit- und Intersertalstruktur).

Holokristallin-porphyrische Struktur.

cc) Hemi- oder hypokristallin-porphyrische Strukturen:

Trachytische, orthophyrische, pilotaxitische, hyalopilitische und vitrophyrische Struktur.

δ) Texturen der Eruptivgesteine.

aa) Massige Textur.

bb) Zentrische, sphärische und Kugeltextrur, sphärolithische Textur.

cc) Lagen- und Bändertextur.

I. Aufsätze und Mitteilungen.

- dd) Fluidaltextur.
- ee) Schlierige oder Eutaxittextur.
- ff) Poröse Textur: Schlackige, schwammige, schaumige (Bimsstein-)Textur. Mandelsteintextur.
- ε) Absonderungserscheinungen der Eruptivgesteine.
 - Säulige Absonderung der Basalte und Diabase, plattige der Phonolithe, kugelige der Basalte und Diabase.
- 2) Das System der Eruptivgesteine.
 - α) Tiefengesteine.
 - Familie der Peridotite und Pyroxengesteine.
 - » » Shonkinite und Theralithe.
 - » » Essexite.
 - » » Gabbrogesteine.
 - » » Dioritgesteine.
 - » » Eläolith- und Leucitsyenite.
 - » » Syenite.
 - » » Granite.
 - β) Ganggesteine.
 - Gruppe der lamprophyrischen Ganggesteine:
 - Camptonit-Alnöitreihe.
 - Vogesit-Odinitreihe.
 - Minette-Kersantitreihe.
 - Gruppe der aplitischen und pegmatitischen Ganggesteine:
 - Aplite im engeren Sinne.
 - Bostonitische Gesteine.
 - Tinguaitische Gesteine.
 - Malchitische Gesteine.
 - Pegmatitische Ganggesteine.
 - Gruppe der granitporphyrischen Ganggesteine:
 - Gabbroporphyrte.
 - Dioritporphyrte.
 - Eläolith- und Leucitporphyre.
 - Syenitporphyre.
 - Granitporphyre.
 - γ) Ergußgesteine.
 - Familie der lamprophyrischen Ergußgesteine.
 - » » Limburgite und Augitite.
 - » » Melilithbasalte.
 - » » Nephelingesteine.
 - » » Leucitgesteine.
 - » » Tephrite und Basanite.
 - » » trachydoleritischen Gesteine.
 - » » Pikrite und Pikritporphyrte.
 - » » Basalté, Melaphyre und Diabase.
 - » » Andesite und Porphyrte.
 - » » Dacite und Quarzporphyrte.
 - » » Phonolithe, Leucitophyre.
 - » » Trachyte und quarzfreien Porphyre.
 - » » Quarztrachyte und Quarzporphyre (Liparite, Rhyolithe).

II. Die Prozesse der endogenen Dynamik.

c) Der Oberflächenvulkanismus.

Die Arten der Lavoerflächen: Strick-, Fladen- usw. Lava. Submarin entstandene Kissenlava.

Lapilli, Aschen, Bomben (gedrehte und Brotkrustenbomben).

Tuffe. Trass.

Mitgerissene Brocken des Untergrundes mit An- und Umschmelzungen, sowie hochgradiger Metamorphose: Z. B. zu Sanadinit umgewandelte Gesteine des Grundgebirges im Laacherseegebiet. (Diese Dinge können mit demselben Recht bei der Kontaktmetamorphose gebracht werden.)

d) Begleiterscheinungen des Vulkanismus und postvulkanische Prozesse.

1. Die vulkanischen Gase und die durch sie hervorgerufenen Umwandlungen. Flüssigkeitseinschlüsse in Quarz.

Pneumatolyse (Endopneumatolyse): Zinnerzbildung, Greisen, Topas- und Turmalinfels. Turmalin- und Mikrolithgranite. (Auch Pegmatite könnten in diesem Zusammenhange nochmals aufgestellt werden.)

Fumarolenprodukte: Steinsalz, Salmiak, Eisenglanz, Atakamit u. w.

Solfatarenprodukte: Schwefel, Realgar, Auripigment, Zinnober usw.

(Es ist wichtig, das Vorkommen von Schwermetallverbindungen hervorzuheben, da dasselbe die Ableitung der Entstehung der Erzgänge aus dem Magma erleichtert. Auch können hier gewisse Kohlenwasserstoffe ihren Platz finden, die fraglicher vulkanischer Entstehung sind.)

Thermalabsätze: Kieselsinter des Yellowstone National-Parks mit Auripigment. Opalausscheidungen in der vulkanischen Tertiärformation Deutschlands, hierdurch hervorgerufene Verkieselungen von Kalksteinen.

Kalksinter: Sprudelsteine von Karlsbad, Hammam Meskutin in Algier usw.

Gesteinszersetzungen und -umwandlungen durch Fumarolen, Solfataren, Thermen, Mofetten und Säuerlinge.

2) Weitere postvulkanische Prozesse.

Serpentinbildung (Nickelerzlagerstätten in Verknüpfung mit Serpentin, z. B. Frankenstein in Schlesien).

Bildung von Sekretionen, Kristalldrusen- und Achatausfüllungen von Mandelhohlräumen (Enhydros) und Klüften in Eruptivgesteinen (und deren Auswurfsprodukten).

Mineral- und Erzgänge (In der Hauptsache apomagmatische Mineralausscheidungen im Sinne von A. BERGEAT).

Injektionslagerstätten.

Pneumatolytisch-hydatogene Gänge.

Hydatogene Gänge.

Metasomatische Lagerstätten (soweit sie auf ascendierende, juvenile Lösungen zurückzuführen sind).

3) Kontaktmetamorphose.

Endogene und exogene Kontaktmetamorphose; kaustische, hydathermische und (exo-)pneumatolytische Kontaktmetamorphose.

Kontakt an Ergußgesteinen: Z. B. Veredelung von Braunkohlen im Basaltkontakt (säulige Absonderung). Frittung von Sandstein im Basaltkontakt (säulige Absonderung, Cordieritneubildung). Frittung von Tonen zu Bandjaspis (natürliche Backsteinbildung), Rotbrennung von Kalken. Diabaskontakt (Desmosite und Spilosite).

Kontakt an Tiefengesteinen, z. B. Kontakthof des Brockenlakkolithen (Kontakt-[metasomatische] Lagerstätten = perimagmatische oder magmanahelagerstätten im Sinne von A. BERGEAT).

e) Regional- und Dynamometamorphose: Bildung der kristallinen Schiefer.

I) Allgemeines.

1. Einleitendes über die Faktoren der Metamorphosen:

I. Aufsätze und Mitteilungen.

Druckschieferung. Bildung der Griffelschiefer. Streckung von Gesteinen. Streckung und Verdrückung von Fossilien.
Wirkung des Volumgesetzes, z. B. zu demonstrieren durch zu Magnetitschiefer umgewandelte Eisenoolithe des alpinen Dogger.
Kristallisationsschieferung; Gesteine mit zu Linsen ausgezogenen Feldspäten, geschwänzten Quarzen u. dgl.
Kornvergrößerung (Sammelkristallisation): Zu Marmoren umgewandelte Kalke.

- 2) Strukturen der kristallinen Schiefer:
 - (Die kristalloblastische Struktur der metamorphen Gesteine ist stets holokristallin).
 - Homöoblastische Strukturen:
 - Granoblastische Strukturen (Pflaster-, poikiloblastische, diablastische Struktur).
 - Lepidoblastische Struktur (schuppige).
 - Nemato- oder fibroblastische Struktur (faserige).
 - Heteroblastische Strukturen:
 - Porphyroblastische Struktur.
 - Reliktstrukturen:
 - Blastogranitische, blastoporphyrische, blastophitische Str.
 - Mechanische Strukturen:
 - Kataklas- und Mörtelstruktur (Protoklasstruktur).
3. Texturen der kristallinen Schiefer:
 - Schiefertexturen:
 - (Adhäsions- und Kohäsionsschieferung.)
 - Druckschieferung: Kristalloklastese.
 - Kristalloplastese.
 - Kristalloblastese (Kristallisationsschieferung, Kristallisationsstreckung).
 - Relikt- oder Palimpseststruktur. Massige Struktur usw.

II. Das System der kristallinen Schiefer:

1. Gruppe: Alkalifeldspatgneise (in dieser und allen folgenden Gruppen ist in einer vollständigen Sammlung eine weitere Teilung in epi-, meso- und kata-Gesteine durchzuführen, so zwar, daß von der schwächeren zu der stärkeren Metamorphose vorgeschritten wird.)
 2. Gruppe: Tonerdesilicatgneise.
 3. Gruppe: Kalknatronfeldspatgneise.
 4. Gruppe: Eklogite und Amphibolite.
 5. Gruppe: Magnesiumsilicatschiefer.
 6. Gruppe: Jadeitgesteine.
 7. Gruppe: Chloromelanitgesteine.
 8. Gruppe: Quarzitgesteine.
 9. Gruppe: Kalksilicatgesteine.
 10. Gruppe: Marmore (Kalk- und Dolomitmarmore, metamorphe Anhydrite).
 11. Gruppe: Eisenoxydische Gesteine (Magnetitgesteine).
 12. Gruppe: Aluminiumoxydgesteine (Schmirgelgesteine).
- f) Tektonische Erscheinungen.
- Faltungen (Außendruckfaltung! Unterscheidung von Quelfaltungen und ptygmatischen Faltungen).
 - Klüfte und Verwerfungen.
 - Schleppungen.
 - Tektonische Breccien.
 - Überschiebungsflächen und -breccien.

Tektonisch gekritzte Geschiebe.

Rutschflächen und Harnische, Stylolithen und Drucksuturen, Gerölle mit Eindrücken.

Zum Schluß sei eine Reihe von Schriften angeführt, welche ich bei der Zusammenstellung der obigen Übersicht mehrfach benutzt habe, um jeweils die dem heutigen Stande der Wissenschaft am besten entsprechende Gruppierung zu finden. Der Kenner wird leicht herausfinden, wo und wie dieselben zu Rate gezogen wurden.

K. ANDRÉE, Über die Anordnung allgemein-geologischer Sammlungen zur Erläuterung der äußeren Dynamik. Geologische Rundschau 5. 1914. S. 53—63.

K. ANDRÉE, Über die Bedingungen der Gebirgsbildung. Berlin, Gebr. Bornträger, 1914.

K. ANDRÉE, Die Förderung der allgemeinen Geologie durch Aufstellung allgemein-geologischer Sammlungen. Geologische Rundschau 5, 1914. S. 571.

FR. BECKE, Die Eruptivgesteine des böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Anden. — Atlantische und pacifische Sippe der Eruptivgesteine. Tschermaks Min. u. petrograph. Mitt. N. F. 22. 1903. S. 209—265.

FR. BECKE, Die Entstehung des kristallinen Gebirges. Verh. d. Gesellsch. Deutsch. Naturforscher u. Ärzte. 81. Vers. 1909. Bd. I. 1910. S. 164—177.

ALFR. BERGEAT, Der Granodiorit von Concepción del Oro im Staate Zacatecas (Mexiko) und seine Kontaktbildungen. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw. 28. Beil.-Bd. 1909. S. 557—569.

V. M. GOLDSCHMIDT, Die Kontaktmetamorphose im Kristiania-Gebiet. Videnskaps selskaps Skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse. Kristiania. 1911. Nr. 1.

U. GRUBENMANN, Die kristallinen Schiefer. 2. Aufl. Berlin 1910.

U. GRUBENMANN, Gesteinsstruktur und Gesteinstextur. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. 4. 1913. S. 1065—1071.

EM. KAYSER, Lehrbuch der allgemeinen Geologie. 4. Aufl. 1912.

H. ROSENBUSCH, Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. 4. Aufl. 1. 2. 1907, 1908.

STELZNER-BERGEAT, Die Erzlagerstätten. Leipzig 1904—1906.

ED. SUESS, Das Antlitz der Erde. 3. 2. 1909. S. 625ff. »Die Tiefen«.

FRANZ ED. SUESS, Über Gläser kosmischer Herkunft. Verh. d. Gesellsch. Deutsch. Naturforscher u. Ärzte 81. Vers. 1909. I. 1910. S. 150—163.

F. VON WOLFF, Der Vulkanismus. I. Bd. Stuttgart 1913/14.

Über einen Granitkontakthof in Mittelsumatra.

Von H. A. Brouwer (Batavia).

(Mit 1 Textfigur.)

Während einer Untersuchung in der Unterabteilung Rokan (Residentschaft Sumatras Westküste) im Januar 1914 fand ich Gelegenheit, einige interessante Kontakterscheinungen des Granitmassivs zwischen Rokan und Lubuk Bandhara zu studieren. Die Kontaktmetamorphose zeigt Übereinstimmung mit der, welche von MICHEL-LÉVY im Plateau Central, von BARROIS in der Bretagne und von LACROIX in den Pyrenäen beschrieben wurden.

Das ungefähr $4\frac{1}{2}$ km breite Granitgebiet wird vom Flusse Rokan Kiri zwischen Rokan und Lubuk Bandhara durchschnitten und nur an einem Teil längs seiner Südwestgrenze von einer schmalen Schieferzone begrenzt, während an seiner Nordostgrenze die Granite sofort von tertiären Sandsteinen und Konglomeraten bedeckt werden (Fig. I).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Andree K.

Artikel/Article: [Über die Anordnung allgemein-geologischer Sammlungen zur Erläuterung der inneren Dynamik 537-551](#)