IV. *Ueber die mikroskopische Structur der Schlacken
und über die Beziehungen der Mikrostructur zur
Genesis der krystallinischen Gesteine;
von Hermann Vogelsang.*

Die allgemeinen geogenetischen Schlussfolgerungen, welche sich an die mikroskopische Untersuchung der krystallinischen Gesteine geknüpft haben, sind von so weitgreifender Bedeutung, daß es mir geboten erschien, noch einmal auf die Analogien zurückzukommen, welche jenen Folgerungen zu Grunde liegen, und demgemäß Beobachtungen anzustellen an solchen mineralischen Substanzen, deren Bildungsweise thatsächlich erwiesen ist. Krystalle, aus einem bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Lösungsmittel abgeschieden, also z. B. die gewöhnlichen Salze aus wässrigen Lösungen krystallisirt, sind rücksichtlich ihrer mikroskopischen Structur schon mehrfach untersucht worden, und namentlich hat Sorby in seiner vortrefflichen Abhandlung „Ueber die mikroskopische Structur der Krystalle“ die wichtigsten und interessantesten Beobachtungen mitgetheilt. Weniger eingehend hat er die künstlichen sogenannten pyrogenen Gebilde untersucht, und da gerade ihre Entstehungsart noch vielfach als derjenigen der meisten krystallinischen Gesteine am nächsten verwandt erachtet wird, so mußte eine möglichst genaue Kenntniß dieser Kunstproducte als Basis für theoretische Schlussfolgerungen wünschenswerth erscheinen.

Ein Aufsatz von A. Bryson ¹⁾ über diesen Gegenstand war mir im Original leider nicht zugänglich, jedoch dürften die citirten Auszüge das Wesentlichste desselben enthalten. Bryson's Beobachtungen betreffen zumeist auch die krystallinischen Gesteine, genauere Angaben über die künstli-

1) A. Bryson. Ueber den neptunischen Ursprung des Granites. *Edinb. new philos. Journ.* 1861. XIV. 144. Im Auszuge: *Min. Jahrb.* 1862. S. 370. Kopp und Will, Jahresber. 1861. 1045.

chen pyrogenen Gebilde sind wenigstens in den verschiedenen Auszügen nicht enthalten.

Die Beziehungen zwischen lösendem und gelöstem Körper sind zweifelsohne wesentlich dieselben bei einem sogenannten feurig-flüssigen Magma, wie bei einer wässerigen Lösung verschiedener Salze; weil aber in der Regel der Erstarrungsmoment nur durch Abnahme der Temperatur bedingt, und nahezu gleichzeitig ist für das Lösungsmittel, wie für die gelösten Substanzen, weil ferner bei Silicatmagmen die amorphen Modificationen der einzelnen gelösten Verbindungen in ihren physikalischen und chemischen Unterschieden gegenseitig sich verdecken, so wird es wohl kaum jemals ausführbar werden, den jeweiligen Charakter der Lösung oder der Erstarrungsproducte genau festzustellen, eine Bauschanalyse eines amorphen Silicates richtig zu interpretiren. Nur wo Krystallisation eintritt haben wir eine gewisse Bürgschaft für das Zusammentreten von Verbindungen nach festen Verhältnissen, obgleich durchaus nicht ohne Weiteres anzunehmen ist, weder dafs ein ausgedehnter krystallisirter Körper in seiner Zusammensetzung nothwendig verschieden sey von dem umgebenden amorphen Magma¹⁾, noch auch dafs die krystallinische Masse oder selbst ein einzelner Krystall durch und durch von gleichartiger Beschaffenheit sey. Es ist namentlich der letztere Punkt, welcher auch durch die nachfolgenden Untersuchungen näher erwiesen wird.

Zu mikroskopischen Untersuchungen eignen sich nur diejenigen Erstarrungsproducte, welche sich zu dünnen, mindestens durchscheinenden Plättchen schleifen lassen, und dieses ist bei dichten, metallreichen Schlacken oft sehr schwierig oder unmöglich. Die meisten Roheisenschlacken und alle mehr oder weniger glasartigen Körper lassen sich indessen unschwer präpariren²⁾. Ich habe über hundert

1) Tournet, *Compt. rend. LIII*, 170.

2) Zur Voruntersuchung genügen feine Splitter wie man sie von glasigen Substanzen leicht hinlänglich durchsichtig absprengen kann; zur genaueren Untersuchung wurden aber stets Dünnschliffe angefertigt, und zwi-

verschiedene Schlacken und Gläser mikroskopisch untersucht, und da die Beobachtungen hierbei sich vielfach wiederholten, so will ich mich darauf beschränken, die specifischen Verschiedenheiten der Mikrostructur an einzelnen Beispielen anzugeben.

Das gewöhnliche klar durchsichtige Glas zeigt unter dem Mikroskope keinerlei Besonderheiten, hier und da ein fremder mechanisch umschlossener Körper, locale Färbungen, wo ein solcher in Lösung gegangen ist, kann man schon mit bloßem Auge vielfach wahrnehmen, und man sieht dieselben natürlich in manchen schlechten, unreinen Gläsern bei starker Vergrößerung hundert- und tausendfach vermehrt. Viele, aber wohl nicht die meisten Schlacken sind in dieser Hinsicht den gewöhnlichen Gläsern gleich zu achten. Es läßt sich nach meinen Erfahrungen nicht gerade behaupten, daß der krystallinische Zustand *vorherrschend* bei diesen pyrogenen Producten, wohl aber sind gewisse Anfänge einer Krystallisation jedenfalls viel häufiger, als man bisher geglaubt und ohne Hülfe des Mikroskopes unterscheiden konnte.

Die eigentlich glasigen Schlacken zeigen sehr verschiedene Färbungen; im Allgemeinen zwischen gelb, grün, blau, braun und schwarz; sie werden beim Dünnschleifen völlig durchsichtig, und unter dem Mikroskop sieht man stets eine große Anzahl Gasbläschen. Fig. 12 Taf. I zeigt eine solche Schlacke bei 500facher Vergrößerung. Die Luftbläschen sind in der Regel völlig rund, mit dunklem Rande und dem einer Hohlkugel eigenthümlichen Lichtreflex. Betrachtet man ein solches Präparat bei auffallendem Lichte, ohne aber die Beleuchtungslinse anzuwenden, so sieht man

schen zwei Glasplättchen in Canadabalsam gelegt. Es ist nicht zweckmäßig, solche Schliffe mit allzufeinen Politurmitteln, Caput mortuum etc. zu behandeln. Die geringen Unebenheiten, welche beim Schleifen mit feingepulvertem Schmirgel auf matter Glasplatte in den Präparaten zurückbleiben, werden durch den Canadabalsam völlig erfüllt und unschädlich gemacht, während die feinsten Politurmittel sich in etwaige Spalten und Höhlungen eindringen, und die Wahrheit der Bilder sehr beeinträchtigen.

natürlich die Kugeln hell auf dunklem Grunde. Selten sind einzelne Bläschen mandelförmig, länglich gestreckt oder anschliessend vereinigt. Einzelne, bei durchfallendem wie bei auffallendem Lichte völlig undurchsichtige Kugeln müssen als eingeschlossene Metallkörnchen angesehen werden. Zeigt eine Schlacke Abwechselungen in der Färbung, hellere oder dunklere Streifen, so findet sich stets eine entsprechende Anhäufung der Luftbläschen, und zwar zeigen die am wenigsten durchscheinenden Streifen, also die scheinbar dichtesten Lagen, die grösste Anhäufung der Gasbläschen, durch welche letztere die geringe Durchsichtigkeit wesentlich bedingt ist.

Manche solcher glasigen Schlacken lassen schon mit unbewaffnetem Auge kleine kugelige Concretionen erkennen, welche sich unter dem Mikroskope als deutlich krystallinisch darstellen. Fig. 13 auf Taf. I zeigt eine derartige Roh-eisenschlacke von Mägdesprung am Harz. Sie ist dunkel schwärzlich blau, im Ganzen durchaus glasig, zeigt aber viele gelblich weisse Ausscheidungen bis zur Grösse eines Stecknadelknopfes, mit scheinbar sphärolitischem Gefüge. Unter dem Mikroskop sieht man in der glasigen Grundmasse eine Menge Luftbläschen, sowie einzelne Eisenkörnchen; die Sphärolithe sind federartig gegliedert, so dass die einzelnen Streifungsrichtungen unter einander Winkel von 60 und 120° bilden. Ob innerhalb der krystallinischen Concretionen auch Gasbläschen eingeschlossen sind, konnte bei dieser Schlacke nicht ermittelt werden, da sich ein brauchbares Präparat nur erhalten liess in Verbindung mit aufliegender Glassubstanz, wo die Poren auch der letzteren angehören konnten.

Grössere strahlige Concretionen findet man als sogenannte *Krystalliten* bekanntlich zuweilen in langsam erkalteten Gläsern. Ein ausgezeichnetes derartiges Stück, welches ich schon bei einer anderen Gelegenheit beschrieben habe ¹⁾, wurde mir durch die Güte des Hrn. Geh.-Rath Noeggerath zur Verfügung gestellt, der es von Boubé

1) Min. Jahrb. 1863, S. 208.

in Paris erhalten hatte; es stammt aus einer Glashütte in den Pyrenäen. In einer klaren, durchsichtigen, hell meergrünen Glasmasse liegen schneeweiße auf dem Bruche seidenglänzende Kugeln von fast 1 Zoll Durchmesser. Fig 14 auf Taf. 1 stellt das mikroskopische Bild ($\times 500$) eines Kugelabschnittes mit der Gränze nach der Glasmasse zu dar. Ueber das Krystallsystem ist nicht mit Sicherheit zu urtheilen, man sieht nur feine Nadeln strahlig gruppirt. Dazwischen jedoch liegen eine Menge kleiner Poren, in der Richtung der Strahlen, langgestreckt und neben einander gereiht. Die Poren sind nicht hohl, denn sie zeigen nicht den breiten dunklen Rand, welcher durch die gröfsere Differenz der Brechungsindices bewirkt wird, und ausserdem sind in der umgebenden Glasmasse gar keine Luftbläschen zu entdecken. Es ist hier vielmehr kein Zweifel, dafs von der krystallisirenden Verbindung Theilchen des amorphen Lösungsmittels umschlossen worden sind, und diese konnten oder mufsten vielmehr glasig erstarren, weil auch die ganze umgebende Grundmasse diesen Zustand nicht überwunden hat.

Während wir im vorliegenden Falle locale, aber vollkommene Krystallisation in einer sonst amorphen Masse hatten, zeigen viele Schlacken im Ganzen einen gewissen Uebergang aus dem einen in den andern Zustand, wodurch sehr merkwürdige Gebilde erzeugt werden. So häufig dieselben sind, so fand ich sie doch nirgend in der Vollkommenheit entwickelt, wie bei einer Roheisenschlacke von der Friedrich-Wilhelms-Hütte bei Siegburg, deren Eigenthümlichkeiten ich daher zunächst beschreiben will. Die Schlacke ist dunkel lauchgrün, mit olivengrünen oder schwärzlichen Nüancen, sie hat vollkommen muscheligen Bruch und matten Glasglanz. Hell bläuliche oder gelbliche sphärolitische Concretionen sind darin nicht selten, und haben einen Durchmesser von einer Linie bis zu anderthalb Zoll. Im Centrum derselben findet man in der Regel ein Eisenkorn, durch welches eine unregelmäfsige (langsamere) Abkühlung und damit Krystallisation eingeleitet wurde.

Die dunkle Grundmasse dieser Schlacke zeigt unter dem Mikroskop ein höchst merkwürdiges Bild, von welchem Fig. 15 auf Taf. I nur eine schwache Copie giebt. In einer klaren, durchsichtigen Glasmasse liegen sternförmige und längliche Aggregate sonderbarer Art. Ich werde dieselben, um kein neues Wort zu bilden, fortan auch *Krystalliten* nennen, überzeugt, daß für sie eine besondere Bezeichnung nothwendiger ist, als für die bisher so genannten Bildungen, welche sich durch nichts von eigentlichen Krystallen oder Krystallaggregaten unterscheiden. Die Sterne sind sämmtlich acht- oder vierstrahlig, und erreichen einen Durchmesser von circa 0,01 Milm. Wenn man aus vier oder acht Farrenkant-Wedeln sich einen Stern zusammenlegt, so hat man das beste Modell vom Durchschnitt eines solchen Krystalliten. Im ganzen Raum entsprechen die einzelnen Glieder der Sterne den Axen des regulären Systems mit den rhombischen und vielleicht auch zuweilen den trigonalen Zwischenaxen, so daß also vom Mittelpunkte 18 oder 26 Glieder ausliefen. Der Gröfse nach sind sie nicht immer ganz symmetrisch ausgebildet, jedes derselben ist aber völlig symmetrisch blattartig gefiedert, und zwar bestehen die kleinsten Gliederchen, wie man bei hinlänglicher (500- bis 1000 facher) Vergrößerung deutlich wahrnehmen kann, nicht aus regelmäfsig begränzten, sondern aus rundlichen, unsymmetrischen Körperchen. Aufser diesen Sternaggregaten erblickt man viele Nadeln, theils glatt, rund, und in eine feine Spitze auslaufend, zumeist aber ebenfalls rechtwinklig gefiedert. Sie sind nicht immer geradlinig gestreckt, durchkreuzen sich in unregelmäfsigen Biegungen, und nicht selten sieht man ein dichtes Gewirre von Röhren, Nadeln und Sternen bunt durcheinander. In der Färbung sind alle diese Bildungen gleich, dunkellauchgrün, bei starker Vergrößerung olivengrün durchscheinend. Wahrscheinlich sind auch alle, wenigstens in dieser Schlacke, von derselben Zusammensetzung. Die ungefiederten Nadeln sind dasselbe wie die gefiederten, denn man sieht alle möglichen Uebergänge von der feinsten Spitze bis zur zweifachen Gliederung. Zu-

weilen bildet ein Stern die Endigung eines longitudinalen Aggregates, wie eine Blume auf gefiedertem Stiel aufsitzend. Der helle Glasgrund ist besät mit ganz kleinen Sternen und Nadeln, unregelmäßig durcheinander liegend, aber immer deutlich zu unterscheiden. Die kleinen Sterne zeigen im Durchschnitt ein Kreuz, aus vier rundlichen Körperchen gebildet; die feinen Nadelchen sind ganz glatt und spitz. Wenn es dieselbe Substanz ist, was durch die eben beschriebene Verbindung bei den größeren Ausscheidungen sehr wahrscheinlich wird, so ist eine solche Verschiedenheit dieser kleinsten Bildungen sehr bemerkenswerth, zumal die größeren Sterne entschieden die Gliederung des regulären Systemes zeigen. Niemals besteht ein Stern aus glatten Nadeln, niemals eine Nadel aus aneinander gereihten rundlichen Gliedern.

Die Krystalliten bilden Aggregate unregelmäßiger Körperchen, nach krystallographischen Linien gruppiert, und ich wüßte in der That nichts, was so sehr geeignet wäre, die Theorie der Verbindung der Molecüle zu regelmäßig begrenzten Individuen zur Anschauung zu bringen, wie diese Bildungen. Dazu kommt noch, daß es häufig den Anschein hat, als ob die zu frühe Erstarrung der Grundmasse das innige Zusammentreten verhindert habe (auf Fig. 15 Taf. I der Stern ohne mittlere Ausfüllung); eine Täuschung, welche durch den jeweiligen Durchschnitt der Krystalliten, ober- oder unterhalb des Mittelpunkts herbeigeführt ist. Ohne Zweifel sind indess wohl diese Sterne von der Mitte nach Außen gewachsen, in derselben Weise wie man dies bei vielen Salzen, wenn sie aus wässerigen Lösungen krystallisiren, unter dem Mikroskope beobachten kann. Jedes der kleinen Körperchen kann aber doch gewissermaßen selbstständig an der Stelle, wo wir dasselbe finden, ausgeschieden worden seyn ¹⁾.

1) Die meiste Aehnlichkeit haben die eben beschriebenen Krystalliten mit den sogenannten gestrickten Formen, welche beim Bleiglanz, bei den gediegenen Metallen und einigen Legirungen bekannt sind. Jedoch zeigen hierbei die einzelnen Glieder in der Regel krystallinische Formen

Es finden sich, wie bereits bemerkt, auch sphärolitische Concretionen in dieser Schlacke. Sie stellen sich unter dem Mikroskope als hexagonale Aggregate dar, und die dunklen Krystalliten liegen darin ebenso unregelmäßig vertheilt, wie in der übrigen Glasmasse (Fig. 16 Taf. I). Die Ausscheidung des Krystalliten ging demnach der localen Krystallisation der Grundmasse voraus.

Die hexagonalen Concretionen zeigen eine deutliche (nicht chromatische) Wirkung auf den Polarisationsapparat, während die Grundmasse mit den Krystalliten bei gekreuzten Nicols das Gesichtsfeld völlig dunkel lassen. Dadurch wird freilich der amorphe Charakter der einzelnen Gliederchen, sofern dieselben reguläre Gebilde sind, nicht weiter bewiesen, andererseits dürfte aber daraus folgen, daß auch die longitudinalen Formen, da sie sich den anderen gleich verhalten, dem tesserale System angehören.

In geringerer Regelmäßigkeit als bei der eben beschriebenen Schlacke finden sich nun diese Krystallitenausscheidungen ganz ungemein häufig, und zumal dürfte kaum eine einzige krystallinische grüne Roheisenschlacke untersucht werden, bei welcher nicht diese kleinen Körperchen den eigentlichen Farbstoff der ganzen Masse bilden. Aber auch in scheinbar homogenen, glasigen Schlacken habe ich sie als dicht gesäte, kleine Punkte häufig wiedergefunden, und zwar gewöhnlich der Art, daß rundliche und nadelförmige Gebilde scharf von einander zu unterscheiden sind. Bemerkenswerth dabei ist noch folgende Erscheinung. Gasbläschen, wie die bei glasigen Schlacken beschrieben, findet man schon bei solchen, welche diese Anfänge der Krystallisation zeigen, sehr selten; noch weniger bei eigentlich krystallinischen Schlacken. Wo aber ein solches Bläs-

oder das Ganze einheitliche Spaltbarkeit. Durch die Güte eines Freundes habe ich ein Stück Roheisen erhalten, welches den Krystalliten sehr ähnliche freistehende Aggregate zeigt. Die einzelnen rechtwinkelig gegen einander stehenden Glieder werden durch Reihen von Eisenperlen gebildet, an denen man nur selten eine geringe Tendenz zur Octaëderbildung wahrnimmt.

chen auftritt, da ist die Ausscheidung der Krystalliten dadurch entschieden begünstigt worden. Ich habe mehrere dichte, glasige Schlacken untersucht, welche ein trübes, gelblich-braunes Magma zeigen, worin einzelne grüne Krystalliten zerstreut liegen; um die letzteren zieht sich stets ein heller durchsichtiger Hof; wo aber ein Luftbläschen oder ein Metallkörnchen ungeschlossen worden ist, da zeigt sich in der Umgebung nur klares Glas mit größeren Krystalliten. Eine bestimmte Lagerung der letzteren zu dem die Ausscheidung begünstigenden Körper ist dabei nicht wahrzunehmen.

Die eigentlich krystallinischen Schlacken, in deren Blasenräumen auch wohl bestimmt begränzte Individuen ausgebildet sind, zeigen eine verschiedenartige mikroskopische Structur, aber auch sie sind wohl niemals gänzlich homogen. Einige charakteristische Beispiele mögen noch näher beschrieben werden.

Auf dem Rohrstahlofen bei Sayn fällt eine basische mangaureiche Schlacke von hellgrüner, grünlichgelber oder lavendelblauer Farbe. Der Bruch ist splittrig, dicht, oder auch blättrig strahlig, namentlich findet man viele blaue, sphärolitische Ausscheidungen (Chytrophyllit; Hausmann). Die ausgebildeten Krystalle sind bald tetragonale Säulen mit Gradendfläche (Humboldtillith), bald sechsgliedrige Tafeln (Kieselschmelz, Hausmann). Die letzteren sind höchstens 1 Mllm. dick, haben aber bis zu 10 Mllm. im Durchmesser; sie sind parallel der Endfläche nur unvollkommen spaltbar.

Fig. 17 Taf. I zeigt das mikroskopische Bild des Centrums einer solchen Tafel ($\times 500$). In einer hexagonal gestreiften, hell durchscheinenden Grundmasse liegen dendritenartige Krystalliten unregelmäßig vertheilt; auch zwei längliche, röhrenähnliche Gebilde stehen nicht in einer gesetzmäßigen Lagerung zur Hauptmasse des Krystalles. Eine unzählige Menge aber winzig kleiner und scheinbar (bei $\times 1000$) kugelförmiger Körperchen, dieselben, welche auch die größeren Aggregate zusammensetzen, liegen in regelmä-

fsigen Linien zwischen den Streifen der Grundmasse. Die deutliche sechsgliedrige Sternzeichnung, welche man beobachtet, wird wesentlich durch die Anhäufung der kleinen Körperchen nach diesen Linien, den horizontalen Axen, gebildet; durch ihre reihenweise Lagerung in den einzelnen Feldern wird die Natur der hexagonalen Streifung näher angedeutet; sie ist der Art, daß die Horizontalaxen stets einen nach außen geöffneten Winkel von 120° halbiren, und demnach die kleinen Krystalliten in ihrer Reihenfolge im ganzen Kreise Sterne bilden mit sechs ein- und sechs ausspringenden Winkeln, jeder von 60° . Da die Mitte von solchen Ausscheidungen fast gänzlich frei ist, so tritt hier der helle zwölfckige Stern deutlich hervor. Das Bild zeigt wie gesagt nur das Centrum des Krystalles, den Durchschnitt in der Gegend der Verticalaxe. Weiter nach den Säulenflächen hin verliert sich jede regelmässige Zeichnung, man sieht nur grössere Krystalliten, unregelmässig in einer klaren Grundmasse zerstreut; die einzelnen Strahlen des dunklen Sternes sind nicht weit von dem Mittelpunkt aus zu verfolgen.

Die Verschiedenheiten in Grösse, Form und Lagerung der Krystalliten bei diesem Schlackenkrystall erklären sich folgendermassen. Die Ausscheidung derselben begann auch hier vor der krystallinischen Erstarrung der Grundmasse. Während sie sich allmählich vergrösserten, trat die hexagonale Krystallisation ein, und zwang nun die kleinsten jener Gebilde, sich ihr entsprechend zu lagern, verdrängte sie aus der Mitte und schloß sie zwischen ihre einzelnen Strahlen ein. Wenn die hexagonale Tafel von innen nach außen wuchs, so waren bei einer gewissen Grösse derselben sämtliche Krystalliten bereits so weit ausgebildet, daß sie jener fremden Kraft nicht mehr Folge leisteten, so wenig wie jene, welche bei Beginn der hexagonalen Ausscheidung bereits diese Grösse erlangt hatten. Deshalb sehen wir in der Mitte nur grössere Krystalliten, ohne bestimmte Beziehung zur Form des ganzen Krystalles, dann treten die kleinen Körperchen hinzu, regelmässig nach hexagonalen Strei-

fen gelagert, und endlich finden wir im übrigen Krystall nur grössere Ausscheidungen unregelmässig durcheinander liegen. Es braucht wohl nicht erwähnt zu werden, dass diese verschiedenen Stadien der Krystallisation zusammen nur einen äusserst kleinen Zeittheil zu ihrer Entwicklung und Vollendung fordern.

Eine Ausscheidung solcher kleinen Krystalliten scheint bei allen krystallinischen Schlackengebilden der eigentlichen Krystallisation vorangegangen zu sein, und mag vielleicht wesentlich dazu beigetragen haben, der Grundmasse die stöchiometrische Zusammensetzung zu verschaffen, welche die betreffende Krystallbildung erforderte. Sowohl die viergliedrigen Säulen und Tafeln, als auch die blauen blättrigen Concretionen aus der zuletzt beschriebenen Schlacke zeigen jene Einschlüsse. Bei den Humboldtithen, wenn man diesen Namen allgemein für die viergliedrigen Schlackenkrystalle anwendet, sieht man nur selten eine regelmässige Streifung der Grundmasse, und dadurch bedingte Lagerung der Krystalliten. Von einer solchen Schlacke, welche auf der Sayner Hütte gefallen war, fertigte ich einen Schliff der Art, dass er den Verticaldurchschnitt einer tetragonalen Säule mit einem Theile der Grundmasse darbot, worauf derselbe aufgewachsen war. Der Krystall zeigte nur $\propto P, OP$, war hellgrün mit unebenem, splittrigen Bruch; zunächst unter dem Krystall war die Grundmasse gelblich weiss, im Uebrigen grünlich gelb. Unter dem Mikroskop ($\times 500$) sieht man den eigentlichen Krystall als gleichmässig durchscheinende Masse voll der kleinsten Krystalliten. Die kleinen grünen Punkte liegen so dicht gedrängt, dass dadurch dem Präparat die Durchsichtigkeit grösstentheils benommen wird. Verschiebt man nun das Präparat der Art, dass man von dem Krystall allmählich zur Grundmasse übergeht, so tritt zunächst eine Streifung hervor, welche aber kein bestimmtes Winkelverhältniss zeigt, man sieht ein dichtes Aggregat von hell durchscheinenden Krystallen, welche im Allgemeinen mit ihrer Hauptaxe nach dem aufsitzenden Krystall gerichtet sind; den Hauptaxen parallel sind die klei-

nen grünen Krystalliten regelmässig abgelagert. Weiterhin schiebt sich zwischen die hell durchscheinenden Nadeln gelbliche, schwach durchscheinende Glasmasse ein, das Aggregat löst sich allmählich auf, und die gelbliche Hauptmasse der Schlacke zeigt uns das merkwürdige Bild, von welchem Fig. 18 Taf. I eine Anschauung giebt. Die nadelförmigen Krystalle treten hell aus einer bräunlich gelben, schwach durchscheinenden Glasmasse hervor; eine Endigung ist nicht recht deutlich wahrzunehmen, sie deutet jedoch, ebenso wie vielfache Spaltungsrichtungen, auf ein klinoëdrisches System. Ob nun diese Krystalle verschieden sind von denjenigen, welche das darüber liegende Aggregat bilden, oder ob beide nicht von derselben Substanz sind, wie der aufsitzende viergliedrige Krystall, läßt sich natürlich nicht entscheiden.

Die grünen Krystalliten sind hier gröfser und meistens dendritisch ausgebildet; es sind entweder moosförmige Aggregate, welche sich in ihrer äufseren Umgränzung einer Halbkugel nähern, oder auch röhren- und nadelförmige Gebilde. In der braunen Grundmasse liegen sie regellos vertheilt, in den Krystallen haften sie meist an den Begrenzungsflächen, und zwar so, dafs die sphärische Umgränzung der Dendriten nach dem inneren Krystall gerichtet ist. Zuweilen haben sich auch in der Grundmasse um einen solchen Krystalliten kleine helle, nadelförmige Krystalle abgelagert. Alle diese Erscheinungen beweisen, dafs auch hier die Ausscheidung der unvollkommen begränzten Körper derjenigen der eigentlichen Krystalle vorangegangen ist.

Von den viergliedrigen Schlacken, welche ich untersuchte, zeigte nur eine, ein Humboldtith von einem Hochofen in Pennsylvanien, eine der Krystallform entsprechende Mikrostruktur. Die Schlacke ist gleichmäfsig leberbraun, und Krystalle von derselben Farbe sind scharf umgränzt in Drusen ausgebildet. Der Bruch ist dicht splittrig, die Krystalle tafelförmig, von ∞P , $\infty P\infty$, OP umgränzt. Eine solche Tafel wurde parallel der Endfläche geschliffen und zeigte eine Streifung, wie Fig. 19 Taf. I dieselbe andeutet. Im Innern der Krystalle sieht man nur die Winkel, welche

der Combination der beiden Säulen entsprechen, Rauten von 135 und 45°; dabei herrscht bald die eine, bald die andere Streifungsrichtung vor. Nach den Rändern der Tafel zu tritt aber auch eine rechtwinklige Streifungsrichtung hinzu, gleichmäßig an einer inneren Streifungslinie beginnend, wie dies die Zeichnung wiedergiebt. Da die äußeren Umgränzungslinien der achteckigen Tafel beim Schleifen größtentheils zerstört waren, so konnten hier die genaueren Beziehungen zwischen der Mikrostructur und der Krystallform nicht ermittelt werden, jedoch mögen fortgesetzte derartige Untersuchungen nicht unwichtige Beiträge zur Lösung krystallogenetischer Probleme liefern. Die Krystalliten sind in dieser Schlacke sehr unvollkommen entwickelt und zwischen der Streifung eingeschlossen; an einzelnen Stellen, namentlich beim Wechsel der Streifung, sind sie indess zu deutlichen Röhrchen und Nadeln ausgebildet, denen der übrigen Schlacken ganz entsprechend.

Es mag noch bemerkt werden, daß dieser Humboldtliith von allen untersuchten der einzige war, welcher die Combination der ersten und zweiten Säule zeigte. Krystalliten, und zwar meistens ziemlich groß ausgebildet und regellos ungeschlossen, fanden sich in allen viergliedrigen Schlacken wieder. Eine derselben von der Hütte Tubalkain bei Neuwied mit sehr glänzenden kleinen, tetragonalen Tafeln war dadurch ausgezeichnet, daß man alle möglichen Uebergänge von der vollkommensten Kugelform bis zu den farrenähnlichen Aggregaten und moosförmigen Gebilden darin erkennen konnte.

Aus den beschriebenen Beobachtungen an den pyrogenen Erstarrungsproducten ergibt sich zunächst, daß bei denselben eine Ausscheidung gewisser Bestandtheile stattfinden kann, ohne daß dieselben eine krystallographisch umgränzte Form annehmen müßten. Die Körperchen nähern sich in ihrer Form vielmehr der Kugel, dem Cylinder oder dem Kegel, und ob dieselben substantiell von einander verschieden sind, ist nicht gewiß.

Es können diese Ausscheidungen in der Richtung krystallographischer Linien erfolgen, ohne dafs jedoch die dadurch gebildeten Aggregate *Krystalle* zu nennen wären. Es können aber auch unregelmäßige, dendritische Formen dadurch entstehen.

Wo eine eigentliche Krystallisation der Schlacke eingetreten ist, ging eine Krystallitenausscheidung derselben in den allermeisten Fällen voran, und es wurden diese von dem Krystall oder dem krystallinischen Aggregate eingeschlossen, mehr oder weniger den Richtungen der neuen Kraft folgend, je nachdem sie schon eine gewisse Gröfse und Selbständigkeit erlangt hatten, oder nicht.

Dieses sind die Resultate, welche für die allgemeine Kenntnifs der Schlacken, zur Erklärung der verschiedenen Zusammensetzung derselben bei gleicher Krystallform, endlich auch für die Krystallogenie und die theoretische Chemie überhaupt wohl nicht ohne Bedeutung sind. Wenn ich nun zurückblicke auf jene Praesumtionen, welche zu diesen Untersuchungen eigentlich Veranlassung gaben, wenn ich die Analogien erörtern soll, zwischen der Mikrostructur dieser entschieden pyrogenen Gebilde und derjenigen der krystallinischen Gesteine, so mufs ich gestehen, dafs ich mich dabei in einer gewissen Verlegenheit finde, denn ich fürchte, der Anknüpfungspunkte werden nicht viele seyn.

Dank den verdienstreichen Arbeiten Sorby's und meines verehrten Freundes F. Zirkel ⁽¹⁾ ist uns die mikroskopische Beschaffenheit vieler und der verschiedenartigsten Gesteine bekannt geworden. Ich selbst habe längere Zeit darauf verwandt, mich in den Besitz der mannigfaltigsten Gesteinpräparate zu setzen, und durch die Güte meines Freundes Zirkel kenne ich auch die seinigen aus eigener Anschauung. Indem ich hier nicht näher eingehe auf die Einzelheiten der Beobachtungen, welche zu der genauen Charakteristik der Gesteine so sehr vieles beitragen, dafs ihre immer weitere Verbreitung den Geognosten nicht ge-

1) F. Zirkel, Mikroskopische Gesteinsstudien, Sitzungsber. der VVienner Akad. d. VViss. XLVII, 226. — Pogg. Ann. CXIX, 2, 288.

nug aus Herz gelegt werden kann, will ich nur die allerdings sehr wichtige Frage erörtern: welcher Art sind die allgemeinen genetischen Folgerungen, welche aus den bisherigen mikroskopisch-mineralogischen Untersuchungen gezogen werden können? Es wird sich bei der Beantwortung dieser allgemeinen Frage von selbst ergeben, wie weit dabei die oben mitgetheilten Beobachtungen in Betracht kommen.

Die meisten Mineralien zeigen unter dem Mikroskop irgend fremdartige Einschlüsse, welche ihre Homogenität mehr oder weniger beeinträchtigen. Wir finden regelmässig und unregelmässig geformte Körper darin, locale Färbungen, Höhlungen mit Flüssigkeiten angefüllt, kurz wir finden auf die mannigfachste Art und wohl ganz allgemein solche Anomalien im Kleinen, wie wir sie vereinzelt, aber in grösserem Maassstabe, schon längst mit bloßem Auge wahrgenommen hatten.

Zunächst mögen uns hier die mit Flüssigkeiten gefüllten Höhlungen, die Flüssigkeitsporen, beschäftigen. Was die Bergkrystalle von Schemnitz im Großen zeigen, das findet man beim Quarz sehr vielfach im Kleinen wieder, und namentlich, wo derselbe einen Bestandtheil krystallinischer Gesteine bildet, in den Graniten, Gneissen, quarzführenden Porphyren und Trachyten ist stets dieses Mineral mit Flüssigkeitsporen mehr oder weniger erfüllt. Kleine bewegliche Gasbläschen sind für diese Einschlüsse charakteristisch, und beweisen, daß die physikalischen Zustände während der Bildung des Krystalles irgendwie modificirt waren.

Es ist nun sehr bemerkenswerth, daß diese Flüssigkeitsporen sich so durchaus vorwiegend gerade im Quarze finden. Ich kann mich nicht damit beruhigen, daß der Feldspath und andere Bestandtheile der krystallinischen Gesteine zu trübe seyen, um solche Erscheinungen erkennen zu lassen. Die quarzfreien Porphyre, die Diorite, Dolerite und Basalte lassen sich sehr gut präpariren, und die Feldspathe werden dabei meist so klar, daß man sehr viele fremdartige Einschlüsse wahrnehmen kann; sie zeigen aber keine Flüs-

sigkeitsporen, ebenso wenig wie die Feldspathe der Granite, der quarzförenden Prophyre, oder die Grundmasse der letzteren. Dafs vereinzelte Fälle vorkommen, bezweifle ich nach den Beobachtungen von Sorby, Bryson und Zirkel nicht, jedenfalls sind es jedoch auferordentliche Seltenheiten. Ich selbst habe niemals Wasserporen im Feldspath gesehen ¹⁾.

Es finden sich ferner die Flüssigkeitsporen im Quarze sowohl derjenigen Gesteine, in welchen dieses Mineral aller Wahrscheinlichkeit nach als das erste ausgeschieden wurde oder erstarrte, also bei den quarzförenden Porphyren und gewissen Graniten, als auch dort, wo der Feldspath und Glimmer des letzteren Gesteines durch krystallinische Kieselsäure verkittet erscheinen. Der Grund für das Vorherrschen im Quarz kann demnach von Denjenigen, welche sich jene Gesteine den Laven gleich erstarrt denken, nicht wohl in der Abnahme der Temperatur und dadurch bewirktem, allmählichem Freiwerden eines früher gasförmig oder wässerig flüssig gebundenen Bestandtheiles gesucht werden.

Indessen, diese Frage erfordert eine selbständige Lösung, man mag sich im Allgemeinen das Gestein entstanden denken wie man will.

Anders ist es mit der Erklärung des Gasbläschens, welches wir in allen jenen Flüssigkeitsporen finden; dieses Gasbläschen soll eine früher bedeutend höhere Temperatur beweisen. Es erscheint allerdings am natürlichsten, jene Bläschen durch Abnahme der Temperatur und dadurch bewirkte Contraction der Flüssigkeit zu erklären; *wie hoch* aber die frühere Temperatur gewesen sey, dieß läßt sich aus dem Gröfsenverhältniß des Gasbläschens zur ganzen Pore nicht eher berechnen, als bis man die chemische Zusammensetzung der eingeschlossenen Flüssigkeiten, ihren Ausdehnungscoëfficienten, sowie denjenigen des einschließen-

1) Häufiger scheinen sie nach Bryson's Untersuchungen im Topas, Beryll und Tümalin, also in den untergeordneten aber gewissermaßen edleren Bestandtheilen der Granite aufzutreten.

den Minerals kennt. Denn offenbar giebt nur die Differenz dieser beiden Gröſsen einen für die Berechnung brauchbaren Factor ab, immer noch vorausgesetzt, daß wir es mit gewöhnlichen physikalischen Zuständen, vor allem mit dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre, zu thun haben, und daß die Temperaturdifferenz lediglich auf die Erkaltung der Gesamtmasse zu schieben ist. Die beiden letzteren Voraussetzungen sind schon unmotivirt; daß aber die Natur der Flüssigkeiten bei den verschiedenen Gesteinen identisch sey, ist a priori gar nicht anzunehmen, nach den bisherigen Untersuchungen von Davy und Sorby sogar nicht wahrscheinlich. Bryson hat nachgewiesen, daß die Gasbläschen bereits bei 35° C. vollständig von der Flüssigkeit absorbirt sind, während sie beim Erkalten bis 29° C. plötzlich wieder erscheinen. Daraus will ich nicht etwa mit ihm den Schluß ziehen, daß das betreffende Gestein niemals über 35° C. erhitzt gewesen sey (ich werde später auf diesen Punkt zurückkommen), wohl aber folgt daraus, mag die Ausscheidung des Quarzes wie auch immer erfolgt seyn, daß nahe vor und nach derselben die Wärmezustände nicht sehr weit voneinander gelegen haben können. Die Differenz ist so gering, daß ich glaube, es könne unter Umständen die beim Krystallisiren der betreffenden Substanz frei werdende Wärme im Stande seyn, den fraglichen Effect zu bewirken. Mag aber auch der Erkaltung der ganzen Masse und der Differenz der Ausdehnungscoëfficienten das Bläschen sein Dasein verdanken, irgend eine bestimmte, hohe oder niedere Temperatur scheint mir nicht dadurch angezeigt zu seyn.

Es ist übrigens bisher unbeachtet gelassen, daß ganz gleiche Flüssigkeitsporen mit Gasbläschen sich bei mineralischen Gebilden wiederfinden, deren Entstehung durchaus keine sehr hohe Temperatur voraussetzt, oder nur wahrscheinlich macht. Gilt dieses schon von den Schemnitzer Quarzen, so gilt es in weit höherem Maasse von den amorphen Kieselbildungen, dem Chalcedon, Achat usw. Vielleicht die ältesten hierher gehörigen Beobachtungen wur-

den bereits zu Ende des vorigen Jahrhunderts von Gantieri angestellt, und er beschreibt die Flüssigkeitsporen mit Gasbläschen aus dem Chalcedon von Vicenza ganz ähnlich denjenigen, welche wir jetzt als so allgemein verbreitet kennen ¹⁾).

Ein größeres Gewicht noch als den Flüssigkeitsporen wäre rücksichtlich der genetischen Erklärung der Gesteine denjenigen Einschlüssen beizulegen, welche von Sorby und Zirkel als Glasporen bezeichnet sind. Ich sehe mich genöthigt, indem ich das Zweifelhafte der darauf bezüglichen Schlusfolgerungen hervorzuheben gedenke, zunächst einige Thatsachen mitzutheilen, welche zur Würdigung der hierher gehörigen objectiven Beobachtungen von Wichtigkeit erscheinen.

Man mag unter dem Mikroskop natürliche Krystalle untersuchen der reinsten Art, man wird selten einen finden, welcher nicht irgend locale Färbungen oder fremdartige Einschlüsse zeigte. Im reinsten Quarz wie im isländischen Kalkspath findet sich hier und da ein gelbes Fleckchen, und man müßte bei der Darstellung künstlicher Krystalle aus wässriger Lösung äußerst sorgsam verfahren, wenn man absolut reine Präparate bekommen wollte.

Von den natürlichen Krystallen zeigt aber wohl kein anderer so verschiedenartige Einschlüsse, wie eben der Quarz, namentlich als Bergkrystall. Das mag zum Theil eine Eigenthümlichkeit des Minerals seyn, zum großen Theil ist es auch seiner Durchsichtigkeit zuzuschreiben, welche jeden fremden Körper so deutlich hervortreten läßt. Zeigt der Quarz die meisten fremdartigen Einschlüsse und Verunreinigungen, so ist andererseits unter diesen letzteren wiederum keine so gemein und leicht erklärlich, wie die durch Eisenoxydhydrat bewirkte gelblich braune Färbung. Man mag einen Bergkrystall oder Feldspath untersuchen woher man will, man wird diese unregelmäßig begränzten Färbungen wiederfinden. Es könnten dieselben leicht für selbständig

1) Gautieri, Untersuchungen über die Entstehung, Bildung und den Bau des Chalcedons. Jena 1800.

ungränzte Einschlüsse gehalten werden, aber nicht selten sieht man, wie dieselben feinen unsichtbaren Spalten folgen, oder wie sie einen Hof um andere dichtere Einschlüsse bilden. Sind viele Flüssigkeitsporen in dem Quarze, so können deren leicht einige in eine solche Färbung fallen, und da die eigentliche Pore von der ersteren verdeckt und nur das Gasbläschen sichtbar wird, da ferner die Beweglichkeit des letzteren bei den Wasserporen nur selten deutlich zu beobachten ist, zumal bei sehr kleinen Poren, so wäre es mindestens ein sehr verzeihliches Versehen, wenn man, nach Glasporen *suchend*, jene Verunreinigungen als solche deutete.

In anderen Fällen wiederum können gewisse mineralische Ausscheidungen für Glasporen angesehen werden. So habe ich z. B. in dem bekannten Kugeldiorit von Corsica, und zwar in der weissen Feldspathmasse desselben viele mikroskopisch kleine Krystalle gefunden, welche ihrer gelblichen Farbe und monoklinoëdrischen Durchschnitte nach zu urtheilen Titanit seyn dürften. Wegen der mannichfachen Durchschnittsebenen, oder wenn die Krystalle unvollkommen ausgebildet sind, sieht man aber häufig ganz unregelmässige Begränzungen, wie dieselben einer Pore eigenthümlich sind ¹⁾).

Hätte ich zuerst mikroskopische Gesteinsuntersuchungen angestellt, so würde ich jedenfalls niemals auf die Idee gekommen seyn, im Granit, Porphyr oder anderen quarzführenden krystallinischen Gesteinen *Glasporen* gesehen zu haben, jetzt will ich nur sagen, ich habe keine Einschlüsse gesehen, welche nicht auch eine andere Deutung zuließen. Ueber die dorthin gehörigen Erscheinungen aber bei anderen, zumal den eigentlich vulkanischen Gesteinen, werde ich sogleich reden.

Wie man vereinzelt im gröfseren Maafsstabe schon längst die Wasserporen kannte, so hat man auch bereits seit vie-

1) Der Polarisations-Apparat kann über die Natur der Einschlüsse schon deshalb nicht entscheiden, weil sich kein Schliff herstellen läfst, wo nicht noch krystallinische Substanz über oder unter der vermeintlichen Glaspore läge.

len Jahren darauf aufmerksam gemacht, daß einzelne aus-
 geschiedene Krystalle häufig von den übrigen Bestandthei-
 len der Gesteine oder der Grundmasse derselben in sich
 einschließen. Orthoklaskrystalle mit Granitmasse im Innern,
 Quarz oder Feldspathkrystalle, welche Porphyrgrundmasse
 umschließen, sind ja mehrfach beschrieben. Es bedurfte
 wieder des Mikroskopes, um die Allgemeinheit dieser Er-
 scheinung darzuthun, und man untersucht nun selten einen
 Gesteinschliff, ohne derartige Umschließungen wahrzuneh-
 men. Es steht aber die Natur der letzteren immer in einer
 nothwendigen Beziehung zum umgebenden Gestein. In
 dem Quarze der Granite finden wir, wie auch Sorby und
 Zirkel hervorheben, eine Menge kleiner fremdartiger, re-
 gelmäßig umgränzter Körper, wahrscheinlich Feldspathkry-
 stalle, oder auch ein krystallinisches Aggregat derselben.
 Im Porphyr, welcher sich bekanntlich auch unter dem Mi-
 kroskope nicht vollständig zu bestimmten Mineralien auf-
 löst, hat die Grundmasse, wo sie von den Quarzkörnern
 umschlossen wurde oder durch Spalten in dieselbe eindrang,
 genau dasselbe unbestimmte, halbkrySTALLINISCHE Aussehen,
 mit schwarzen Körnern (Magneteisen?) durchsät, wie in der
 Umgebung des Krystalles. Ebenso ist es bei den basalti-
 schen Gesteinen. Finden sich aber in einem mehr oder
 weniger glasartigen Gestein krystallinische Ausscheidungen,
 wie in den Pechsteinen ¹⁾, den Perlsteinen, gewissen Ob-
 sidianen usw., so sieht man natürlich in den Krystallen
glasartige Einschlüsse, die ich aber doch auch hier nicht
 gern als *Glasporen* bezeichnen möchte. Indessen auf das

1) Wenn gleich viele Pechsteine unter dem Mikroskope mit kleinen aus-
 geschiedenen Krystallen völlig erfüllt scheinen, so möchte ich doch für
 sie die glasige Grundmasse deshalb nicht fallen lassen. Man kann sich
 in dieser Hinsicht äußerst leicht täuschen. In porösem Glase sieht man
 ein Bläschen dicht am anderen, und es scheint mit der Vergrößerung
 die Anzahl derselben stets zuzunehmen; aber die Glasmasse ist deshalb
 doch nicht nur vorhanden, sondern wahrscheinlich auch dem Volum
 nach noch sehr vorwiegend. Wäre bei dem Pechstein keine Grund-
 masse vorhanden, so wäre es eben eine einheitliche krystallinische Feld-
 spath-Masse, nicht ein regelloses Aggregat unzähliger Krystalle geworden.

Wort kommt nicht viel an, die Verallgemeinerung des Begriffes aber ist von großer Wichtigkeit, und wenn ich soeben meine Bedenken rücksichtlich der praktischen Beobachtungen ausgesprochen habe, welche freilich immer nur eine subjective Geltung haben und beanspruchen, so dürfte dagegen eine theoretische Schwierigkeit von allgemeiner Bedeutung seyn. Ich frage: Wie ist es nach den obigen Erklärungen denkbar, daß im Granit oder Porphyr, mag derselbe gebildet oder erstarrt seyn wie er will, in den Krystallen Einschlüsse von *Glasmasse* zurückbleiben? Dieselben Erstarrungsgesetze, denen die Grundmasse des Gesteines im Allgemeinen folgte, gelten auch für die in den Krystallen enthaltenen Einschlüsse, sie müssen vor allem gleichmäßig auf die letztere angewandt werden. Wenn es schon unerklärlich ist, daß im Granit oder Porphyr bei umgebender *krystallinischer* oder *halbkrySTALLINISCHER* Masse sich *glasige* Einschlüsse finden, so ist es noch weit weniger denkbar, daß der eine dieser Einschlüsse krystallinisch, der andere glasig erstarrt, daß sich, um mit Sorby zu reden, Glasporen neben Steinporen finden. Die Einschlüsse von Grundmasse repräsentiren ja ihrer Zusammensetzung nach vollständig dasjenige, was auch die Glasporen nur seyn können, nämlich Theile des zur Zeit der Krystallbildung vorhandenen homogenen Magmas, und da wir diese eingeschlossenen Theile der Hauptmasse des Gesteins entsprechend ausgebildet finden, und die theoretische Möglichkeit für Anomalien, wenigstens zur Zeit noch nicht erwiesen ist, so kann ich mich nicht entschließen, die betreffenden Bilder des Mikroskopes in Sorby's Sinne zu deuten.

Fragen wir nach Analogien bei den künstlichen Erstarrungsproducten, so werden wir hier zunächst auf die eigentlichen *Gas-* oder *Dampfporen* geleitet. Diese sind in den Schlacken und Gläsern so charakterisirt, daß man dieselben in den Gesteinen jedenfalls leicht wieder erkennt. Man findet sie in der That bei den Obsidianen und anderen unzweifelhaft vulkanischen Producten, ganz ähnlich denen, welche in Fig. 12 und 13 Taf. I aus den Schlacken

dargestellt wurden; in den krystallinischen Gesteinen aber habe ich wohl manche Gebilde gesehen, welche allenfalls leere, oder auch ganz mit Flüssigkeit erfüllte, unregelmäßige Höhlungen seyn konnten, aber die charakteristischen, runden Gasporen der künstlichen Gläser habe ich niemals darin erblickt.

Was bei den sphärolitischen Aggregaten im Glase (Fig. 14 Taf. I) die eingeschlossenen Glastheilchen sind, dasselbe sind die Glaseinschlüsse der Sphärolith-Obsidiane, der Perlsteine, die Einschlüsse von Grundmasse in den ausgeschiedenen Krystallen der Basalte, Dolerite, Pechsteine und Porphyre. Während sphärolitische Concretionen, wie die Schlacken solche zeigen, bei den vulkanischen Gesteinen nicht selten sind, haben sich die Krystalliten der Schlacken, welche übrigens, wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, keineswegs als Residuen des ehemals homogenen Magmas anzusehen sind, bis jetzt noch nirgendwo in der Natur gefunden. Man könnte das als einen Beweis beanspruchen gegen eine feurig-flüssige Erstarrung der Gesteine, wenn man indess den wesentlichen Unterschied in der chemischen Zusammensetzung ¹⁾, dem Volum und der Erstarrungsmasse berücksichtigt, so hat ein solcher Einwand doch nur sehr bedingte Geltung.

Bryson führt, wie bereits bemerkt, die Absorption des Gasbläschens in den Wasserporen gegen hohe Temperaturgrade des Gesteins an; allein es können die Erscheinungen, welche wir gegenwärtig regressiv durch unsere Experimente hervorrufen, sehr verschieden seyn von den Wirkungen, welche unter anderen physikalischen Zuständen bei der Bildung der Gesteine in letzteren bedingt wurden. Deshalb dürften auch z. B. die optischen Modificationen, welche Descloiseaux ²⁾ an den Feldspath-Auswürflingen der Laacher Vulkane jüngst ermittelt hat, den pyrogenen Charakter der ersteren nicht beeinträchtigen; vielleicht würde

1) Die Schlacken sind bekanntlich meistens noch bedeutend basischer als die Labrador- oder Anorthitgesteine.

2) Vergl. diese Ann. Bd. CXIX, S. 488.

man an den künstlichen Krystallen der Sangerhauser Schmelzöfen dieselben Erscheinungen wahrnehmen. Gleichwie der Schmelzpunkt eines Minerals für sich nicht seinem Erstarrungspunkt aus gemischten Lösungen entspricht ¹⁾, und dieser durch verschiedene Umstände modificirt werden kann, so dürfen überhaupt die physikalischen Eigenschaften eines Körpers, welche derselbe für sich betrachtet in einem gewissen Zustande zeigt, nicht als die Bildungsweise desselben entscheidend angesehen werden.

Es sollen jedoch auch diese Grundsätze nicht zum *Refugium ignorantiae* werden, so daß nun Alles was uns heutzutage unerklärlich ist auf ehemals andere physikalische Zustände geschoben würde. Ich bin ein aufrichtiger Verehrer der hydatopyrogenen Theorien, aber ich werde dieselben niemals weiter verfechten, als es mir nach thatsächlichen Beobachtungen zulässig erscheint.

Die meisten Geologen schwanken gegenwärtig wohl nur, ob die Gesteine der Granitfamilie aus einem einstmals homogenen, feurig-wässrig-flüssigen Magma unter starkem Druck erstarrt, oder ob dieselben das Product sind einer langsamer erfolgten Umwandlung sedimentärer Gebilde, wobei erhöhte Temperatur, Druck und Zuführung neuer Bestandtheile in wässriger Lösung als wirksame Agentien nicht ausgeschlossen bleiben; die Entscheidung für die eine oder andere Bildungsweise wäre nach den geognostischen Vorkommnissen local zu modificiren.

Für diese Anschauungen wird auch die Mikrostructur der Gesteine beweisend angeführt und dabei hauptsächlich auf das Vorhandensein von Flüssigkeitsporen mit Gasbläschen neben Einschlüssen von Grundmasse, mögen dieselben nun Glasporen oder wie auch immer heißen, ein Gewicht gelegt. Ob eine derartige Folgerung gerechtfertigt ist, wäre praktisch durch das Experiment erst zu erweisen, theoretisch ist es, wenigstens rücksichtlich der *Erstarrung unter hohem Druck* nicht sehr wahrscheinlich. Zunächst könnte man mit Bryson es auffallend finden, daß in den Flüs-

1) Vergl. Bunsen, D. Geol. G. 1861, XIII, 61.

sigkeitsporen die Gasbläschen stets einen viel kleineren Raum einnehmen, als das Fluidum; es ist aber auch die Frage, ob das umgekehrte Verhältniß ein wahrscheinliches Product liefert. Scheuen wir uns einmal nicht, uns solch ein homogenes Magma deutlich vorzustellen, und vergegenwärtigen wir uns die Vorgänge, welche bei der Erkaltung desselben statthaben können. In einem solchen feurig-wässrigen Fluidum spielt das Wasser ganz dieselbe Rolle wie jeder andere der darin gelösten Körper, und seine Vertheilung ist, abgesehen vom Mengenverhältniß, ganz dieselbe, wie bei gewöhnlichen wässrigen Lösungen. Wenn also irgend ein Mineral aus solchem Magma durch Abnahme der Temperatur ausgeschieden wird, was wird dasselbe in etwaigen Höhlungen einschließen? Ebenso wie Krystalle, welche aus gemischten wässrigen Lösungen abgeschieden werden, in ihren Poren stets das Lösungsmittel nebst den übrigen gelösten Substanzen enthalten, wie man z. B. in Krystallen von schwefelsaurem Natron, wenn sie aus heißer Kupfervitriollösung anschiesßen, deutlich Höhlungen mit wässriger Lösung und dem ausgeschiedenen Kupfersalz erkennen kann, so müßten auch aus jenen wasserhaltigen Silicatmagmen die Krystalle in ein und derselben Pore das Wasser mit der mineralischen Substanz, chemisch gebunden oder in freiem Zustande, zusammen enthalten. Dafs in den Krystallen hier eine Pore mit wässriger Flüssigkeit, dort eine mit Mineralsubstanz umschlossen werden soll, dieß dürfte, wie gesagt, nicht der wahrscheinliche Erfolg seyn.

Vielleicht sind die Erscheinungen der Mikrostructur einer langsamen Metamorphose günstiger, oder es stehen dieselben nur zum Theil in Beziehung zur originären Bildungsweise der Gesteine. In jedem Fall wäre die mikroskopische Untersuchung künstlicher metamorphischer Gebilde, wie sie von Sénarmont, Daubrée und Délesse dargestellt sind, sehr zu wünschen.

Das Auftreten von Flüssigkeitsporen neben mineralischen Einschlüssen, vorzüglich neben Einschlüssen von

Grundmasse des betreffenden Gesteins, sowie das Vorherrschen der Flüssigkeitsporen in einzelnen Mineralien, bleibt immerhin ein sehr beachtenswerther Punkt, aber daß auch die Mikrostructur der Mineralien eine vielseitige Deutung zulasse, und mit diesen Beobachtungen die alte Frage nach der Entstehung und Ausbildung der krystallinischen Gesteine keineswegs als abgeschlossen zu betrachten sey, dieses ist es, was ich durch die vorangehenden Mittheilungen vorzüglich darzuthun wünschte.

Bonn, 23. October 1863.

V. Einige Versuche über die Abhängigkeit der Stärke temporärer Magnete von der GröÙe der magnetisirenden Kraft;

von Dr. G. v. Quintus Icilius in Hannover.

Nachdem Hr. Professor Müller gezeigt hat ¹⁾, daß das magnetische Moment eines Elektromagnets keineswegs, wie man früher glaubte, der GröÙe der magnetisirenden Kraft proportional ist, sondern beim Wachsen der letztern sich einem Gränzwerthe nähert, hat Hr. Professor Weber ²⁾ die Resultate der auf die Scheidungstheorie gestützten von Hrn. Professor Neumann ³⁾ entwickelten Theorie der Magnetisirung nach der Drehungstheorie modificirt.

Die von Hrn. Professor Weber angestellten Versuche stimmen sehr gut mit der von ihm entwickelten Formel überein, welche das magnetische Moment eines Rotationsellipsoïdes als Function der magnetisirenden Kraft mit Hülfe

1) Müller, Bericht über die neuesten Fortschritte der Physik S. 494.

2) Weber, Elektrodynamische Maafbestimmungen, insbesondere über Diamagnetismus S. 570.

3) Crelle's Journal für reine und angewandte Mathematik Bd. 37 S. 21.