

9. Synthetische Versuche bezüglich der Meteoriten, Vergleiche und Schlussfolgerungen, zu welchen diese Versuche führen.

VON HERRN DAUBRÉE in Paris.

(Uebersetzt von Herrn HAUCHECORNE in Berlin.)

Inhalt.

	Seite.
I. Constitution der Meteoriten; Typen, welche unterschieden werden können	416
II. Künstliche Zusammensetzung der Meteoriten	418
Eisen. Schmelzung und Nachbildung	418
Steine. Einfache Schmelzung	419
Künstliche Nachbildung der kugligen oder chondritischen Structur	428
III. Folgerungen bezüglich der Entstehung der kosmischen Körper, von welchen die Meteoriten abstammen	430
Chemische Constitution und Bildungsweise	430
Temperatur	433
IV. Schlussfolgerungen über die Bildung des Erdkörpers	434
Wichtigkeit des Peridôts in den tiefen Regionen	436
Umwandlung des Serpentin in Lherzolith oder in Peridot	439
Charaktere, welche die Peridot-Gesteine auszeichnen	444
Vergleich der Dichtigkeiten der Meteoriten und derjenigen der wichtigsten Gesteine der Erde	445
Unterschiede, durch welche die Peridot-Massen der Erde von den Meteoriten getrennt werden	446
Peridot als allgemeine Schlacke	447
Allgemeine Bemerkung	451

Die Meteoriten bieten ein lebhaftes Interesse dar, da sie die einzigen Proben der ausser-irdischen oder kosmischen Körper sind, welche in unsere Hände gelangen können; sie gewähren uns Aufschlüsse über die Zusammensetzung der in den Himmelsräumen vertheilten Massen.

Ueberdies gelangt man, je tiefer man in das Studium der Meteoriten eindringt, um so mehr zu der Erkenntniss der Tragweite, welche dasselbe für mehrere Zweige unseres Wissens besitzt, besonders für die Geschichte unseres Planeten, indem

es uns über seinen Ursprung sowie über die Beschaffenheit solcher Regionen desselben aufklärt, welche durch ihre Tiefe der directen Erforschung stets verschlossen bleiben werden.

Gerade in letzterer Beziehung wünsche ich der Gesellschaft die Resultate von Versuchen vorzulegen, welche ich in Betreff der Meteoriten angestellt habe, und deren Zweck es war, über die Art der Bildung dieser Körper und damit zugleich über diejenige des Erdkörpers selbst Aufklärung zu erlangen.

I. Zusammensetzung. Typen, welche man hinsichtlich derselben unterscheiden kann.

Wenn man die Meteoriten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung untersucht, so ergibt sich, dass die einen aus fast reinem Eisen bestehen, während die anderen ausschliesslich aus steinigen Massen zusammengesetzt sind. Trotz der Verschiedenartigkeit, welche diese beiden äussersten Typen trennt, findet man Stücke, welche als eine Reihe von Bindegliedern zwischen beiden stehen. Man kann jedoch immerhin mehrere Hauptgruppen aufstellen, welche ich ganz in der Kürze erwähnen will.

1. Die metallischen Massen, bei welchen das Eisen vorherrscht und gar keine steinigen Bestandtheile wahrzunehmen sind. (Holo sidè res.) Die eigentlichen Meteoreisen von Caille und von Charcus und vielen anderen Fundpunkten sind bekannte Beispiele derselben.

2. Die Massen, wo sich das Eisen mit steinigen Bestandtheilen zusammen findet.

Die Structur dieser Massen zeigt zwei sehr wohl unterscheidbare Anordnungen, wovon jede eine vollkommen abgeschlossene Gruppe charakterisirt.

Die erste Anordnung ist die einer zusammenhängenden metallischen Substanz, welche steinige Partieen eingesprengt und in dem metallischen Teige gewissermaassen wie in einem Schwamme eingebettet enthält. (Syssidè res.)

Der erdige Körper besteht aus Magnesia-Silicaten, worunter Peridot am häufigsten, zuweilen auch von Pyroxen begleitet ist.

Der berühmte Meteorit von Krasnojarsk in Sibirien (der PALLAS'sche genannt), diejenigen von Atacama in Chili und von Rittersgrün in Sachsen liefern Beispiele davon.

Bei der zweiten Anordnung, welche die Mehrzahl der Meteoriten umfasst, ist die Structur so zu sagen umgekehrt; hier ist das Eisen, anstatt zusammenhängend zu sein, in einem seinerseits zusammenhängenden steinigen Teige in Körnern eingesprengt. (Sporadosidères.)

Die Körner besitzen übrigens die charakteristische Zusammensetzung und Structur des Meteoreisens. Die Grundmasse besteht, wie bei den Syssideren, vorzugsweise aus Magnesia-Silicaten. Der Peridot fehlt kaum; daneben andere dem Pyroxen verwandte Silicate, mitunter gemischt mit Thonerde-Silicaten. Letztere bilden fast immer nur einen sehr geringen Theil der Masse.

Die der Menge nach sehr ungleichmässig vorhandenen Eisenkörner sind auch ihrer Grösse nach sehr verschieden, von Haselnussgrösse und mehr bis herab zu kaum sichtbaren oder sogar nur mikroskopisch wahrnehmbaren Körnchen. Ihre Form ist sehr unregelmässig und oft zackig.

Innerhalb dieser Reihe, deren Endtypen sehr weit von einander liegen und durch eine Menge von Zwischengliedern verknüpft sind, kann man drei Unterabtheilungen unterscheiden:

a) Zunächst die eisenreichste wird durch Massen gebildet, welche vermöge ihrer gemischten Zusammensetzung ebensowohl zu den Stein- als zu den Eisen-Meteoriten gezählt werden können. (Polysidères.) Von den Meteoriten dieser Unterabtheilung ist besonders derjenige zu erwähnen, welcher in der Sierra de Chaco in Chili gefunden worden ist.

b) Bei den weitaus zahlreichsten Meteoriten tritt das Eisen in viel schwächerem Verhältniss auf, als in der vorhergehenden Unterabtheilung; daher der Name Oligosidères. Unter 10 Meteorfällen gehören wenigstens 9 dieser Familie an; man kann sie deshalb auch als gewöhnlichen Typus bezeichnen.

Es ist die Gruppe, welche GUSTAV ROSE der kugligkörnigen Structur wegen, welche die steinige Masse zeigt, Chondrite genannt hat. Die ganz neuerlich bei Pultusk zu Tausenden gefallenen Steine gehören dieser Gruppe an.

c) Das Eisen ist mitunter so sparsam und in so feinen Körnern vorhanden, dass es übersehen werden kann. Der Name Kryptosideren bezeichnet diese Beschaffenheit.

Hier ist vorzüglich die Gruppe der thonerdereichen

Meteoriten zu erwähnen, wozu die zu Juvenas (Ardèche) und zu Stannern gefallenen Steine gehören.

Eine zweite Gruppe der Kryptosideren, welche vorzugsweise aus Magnesia-Silicaten besteht, wird durch den zu Chassigny in der Haute Marne am 3. October 1815 gefallenen Meteoriten vertreten. Das bei den vorhergehenden Gruppen als vorhanden angegebene Magnesia-Silicat bildet hier fast die ganze Masse. Es ist identisch mit demjenigen, welches man auf der Erde findet und enthält eingesprengte Körnchen von Chrom-eisenstein.

3. Die Meteoriten, bei welchen man das Eisen im metallischen Zustande eingesprengt nicht hat erkennen können, sind sehr selten. Je mehr die Meteoriten mit Sorgfalt auf die Anwesenheit metallischen Eisens untersucht werden, desto geringer wird die Zahl der Stücke, welche dasselbe nicht enthalten. Diese letzte Gruppe beschränkt sich heute fast ausschliesslich auf die kohligen Meteoriten. (Asidères.)

II. Künstliche Zusammensetzung der Meteoriten.

Es schien mir der Zeitpunkt gekommen, durch synthetische Versuche die zahlreichen Aufschlüsse zu ergänzen, welche die Analyse bezüglich der Zusammensetzung der Meteoriten geliefert hat. Es war in der That die Hoffnung gestattet, der synthetische Versuch werde bei diesem Studium nicht mindere Dienste leisten, als bei demjenigen der Mineralien und Gebirgsarten der Erde.

Eisen. Schmelzung und Nachbildung. Die Schmelzung der Eisenmeteoriten von Caille (See-Alpen) und von Charcas (Mexico) in einem mit Thon gefütterten Tiegel und unter Ausschluss der Berührung mit dem Kohlenstoff, welcher allenfalls in letzterem enthalten sein möchte, hat nur eine Masse geliefert, welche nicht mehr die charakteristische Structur des natürlichen Eisens zeigt.

Umgekehrt dagegen gelingt es, in nicht meteorischem Eisen künstlich eine Structur zu erzeugen, welche eine gewisse Analogie mit den WIDMANNSTATTEN'schen Figuren zeigt.

So hat man weichem Eisen nach einander und gleichzeitig Nickel, Einfachschwefeleisen, Silicium und Phosphoreisen zugesetzt. Dieser letztere Körper hat bei einem Zusatz, der von 2 bis 5 pCt. gesteigert worden ist, dendritische Zeichnungen

hervorgerufen, welche eine sehr merkwürdige Regelmässigkeit zeigen und nach den Formen des Rhombendodekaeders angeordnet zu sein scheinen. Der glänzende Körper ist ausgeschieden und erscheint netzförmig wie in die Zwischenräume zurückgedrängt.

Steine. Einfache Schmelzung. Da die Meteorsteine stets von einer schwarzen, glasigen Kruste umhüllt zu uns gelangen, welche die Folge einer bei dem Durchgang durch die Atmosphäre stattfindenden oberflächlichen Schmelzung ist, so konnte man annehmen, dass man bei ihrer Schmelzung im Tiegel nichts Anderes als eben dieselbe glasige Masse erhalten würde. Nun hat die Erfahrung uns gelehrt, dass die Sache sich ganz anders verhält, und dass diese Körper im Gegentheil eine sehr ausgesprochene Neigung zur Krystallisation besitzen. So habe ich bei der Schmelzung von Meteoriten von mehr als 30 verschiedenen Fällen stets Massen von eminent krystallinischer Beschaffenheit erhalten.

Wenn man Meteoriten vom gewöhnlichen Typus einer hinreichend hohen Temperatur aussetzt, so ist die Masse nach der Schmelzung zusammengesetzt aus metallischen Körnern, eingesprenkt in einer silicatischen Gangart von steinigem Ansehen.

Dieser steinige Theil selbst setzt sich im Allgemeinen aus 2 krystallinischen Substanzen zusammen, welche durch ihre Form deutlich verschieden sind.

Die eine zeigt sehr niedrige rektanguläre Oktaeder, welche die Form und Stellung besitzen, die den Peridot charakterisiren, besonders denjenigen, welcher sich in Schlacken bildet. Dieselbe Substanz hat sich in den Producten der Schmelzung noch in 2 anderen Formen gezeigt. *)

Die zweite Substanz zeigt gewöhnlich Prismen von rechtwinkligem Querschnitt, häufig parallel angeordnet und mit einem fasrig-blättrigen Bruch, welcher sehr an den des Bronzits erinnert. Ihre Undurchsichtigkeit gestattet gewöhnlich

*) Nach der Untersuchung, welche Herr DES CLOISEAUX auszuführen die Gefälligkeit gehabt hat, ist eine dieser Formen die sechsseitiger Tafeln, zusammengesetzt aus der Basis P , dem Prisma g^2 und der Abstumpfung g^1 ; die andere ist zusammengesetzt aus der Basis P und 2 Zuschärfungen, die eine auf die stumpfen Kanten des Haupt-Prismas von $119^\circ 13'$ aufgesetzt und in ihren Winkeln der Form a angehörend, die andere auf die scharfen Kanten aufgesetzt.

nicht zu entscheiden, ob sie dem rhombischen oder dem klinorhombischen System angehören. Da sie indessen meist frei von Eisen sind und fast nur noch Magnesia enthalten, so muss man sie als nicht zum Pyroxen, sondern zur Species Enstatit gehörig betrachten. Ueberdies beobachtet man an dem Product der Schmelzung des neuerlich zu Tadjera in Algier gefallenen Meteoriten zahlreiche farblose Nadeln, welche unter dem Mikroskop recht scharf ausgebildete Winkel von nahezu 87 Grad zeigen, entsprechend den Spaltungsflächen des Enstatits.*)

Die chemische Untersuchung dieser beiden Substanzen bestätigt die Bestimmung, zu welcher die krystallographische Beobachtung führt.

Man weiss, dass die Analyse der meisten Meteoriten des gewöhnlichen Typus das Vorhandensein von mindestens 2 Silicaten in denselben nachweist, wovon das eine durch Säuren angegriffen wird, das andere nicht.

Bei den eben besprochenen Versuchen findet eine Scheidung dieser beiden Silicate statt, welche ursprünglich sich in einem so innigen Gemisch befanden, dass man sie nicht unterscheiden konnte. Sie trennen sich durch eine Art von Seigerung (liquation) und zwar viel schärfer als in dem natürlichen Meteoriten; so dass man die Magnesia-Silicate, den Peridot ($Mg^2 Si$) und den Enstatit ($Mg Si$), unter verschiedenen Formen hervortreten sieht.

Das Antheilsverhältniss des Peridots und des Enstatits in dem Schmelzungsproduct wechselt bedeutend bei verschiedenen Meteoriten. Im Allgemeinen herrscht der Enstatit vor, und in einigen Fällen ist der Peridot überhaupt nicht in deutlichen Krystallen zum Vorschein gekommen. (Chantonay, Ensisheim, Agen, Château-Renard und Vouillé.) Andererseits kann der Peridot in vorwiegender Menge sich zeigen, wie bei dem Meteoriten von New Concord. Die Reduction des Eisens, welches sich im Zustande des Silicats befand, scheint keine andere Wirkung gehabt zu haben als die, das Verhältniss des Enstatits auf Kosten desjenigen des Peridots zu vermehren, ohne andere Veränderungen in der Beschaffenheit der Gemengtheile zu veranlassen.

*) Comptes rendus. 1868. t. LXVI. p. 517.

Die gegenseitige Lage dieser beiden Körper in der durch die Schmelzung erhaltenen Masse ist bemerkenswerth. Der Peridot bildet, wenn er vorhanden, im Allgemeinen ein dünnes und krystallisirtes Häutchen auf der Oberfläche, während das Innere aus langen durchgehenden Enstatitkrystallen besteht; die beiden Körper haben sich so ihren Schmelzbarkeitsgraden entsprechend gruppirt. Sehr häufig erstrecken sich die Enstatit-Nadeln auch auf die Oberfläche der Masse in einer Anordnung, welche ganz und gar an diejenige des strahligen Glimmers erinnert, den gewisse Pegmatite der Pyrenäen und des Limousin enthalten. — Diese dendritische Ausbildung des Enstatits hat eine sehr ausgesprochene Neigung zur Anordnung unter einem constanten Winkel.

Man bemerkt auch bei diesen beiden Magnesia-Silicaten eine auffallende Neigung zu regelmässiger Verwachsung, ähnlich derjenigen, welche man bei Staurolith und Disthen beobachtet, und manche Krystalle von der Form des Peridots dienen gewissermaassen nur zahlreichen Enstatitnadeln als Vereinigungspunkt, so an die Structur mancher Pseudomorphosen erinnernd.

Diese durch das unbewaffnete Auge wohl erkennbaren Gemenge gehen in andere, nicht mehr erkennbare, anscheinend homogene über, bei welchen, wie bei gewissen natürlichen Meteoriten, es sich nur durch die Scheidung bei Gegenwart von Säuren verräth, dass sie zusammengesetzt sind.

Man wird bemerken, dass die Meteoriten noch gewisse Bestandtheile enthalten, wie z. B. Thonerdesilicat, welche nicht wesentlich zur Zusammensetzung weder des Peridots noch des Enstatits gehören, welche aber in den Krystallen dieser beiden Mineralspecies versteckt sind, ohne Zweifel in Folge derjenigen Affinität, welche Herr CHEVREUL die capillare genannt hat.

Der Meteorit von Chassigny giebt eine gut krystallisirte Peridotmasse.

Der Meteorit von Bishopville liefert Enstatitsäulen von vollkommener Weisse, nur hier und da von einigen Peridotlamellen bedeckt.

Nach diesem Verhalten stehen diese beiden Meteoriten, welche man als getrennte Species unterschieden hat, dem gewöhnlichen Typus sehr nahe; sie bilden nur gewissermaassen

die beiden Endglieder der Reihe desselben; der eine das basischste, der andere das sauerste bei geringem Eisengehalt.

Die kohlehaltigen Meteoriten von Alais und Orgueil liefern ganz übereinstimmende Massen von olivengrüner Farbe, sehr faseriger Structur und grosser Aehnlichkeit mit Bronzit. Daraus geht hervor, dass sie, abgesehen von der kohligen Substanz, sich sehr den gewöhnlichen Meteoriten nähern.

Derjenige gleicher Beschaffenheit von Cold Bokkeweld auf dem Cap der guten Hoffnung, wovon wir ein grosses Stück der freigebigen Gefälligkeit des Sir JOHN HERSCHEL verdanken, liefert wie die Meteoriten des gewöhnlichen Typus eine aschgraue Masse, in welcher Enstatit-Nadeln zu erkennen sind.

Die thonerdehaltigen Meteoriten, von welchen die von Juvenas, Jonzac und Stannern die bekanntesten Beispiele sind, geben ein Product, das von demjenigen aller der eben besprochenen magnesiahaltigen Meteoriten gänzlich verschieden ist, nämlich eine glasige Masse, manchmal gebändert durch beginnende Entglasung, aber ganz ohne Krystalle von Peridot oder Enstatit.

Bei diesen Versuchen ist auch die Gegenwart eines Körpers constatirt worden, welcher bisher in den magnesiahaltigen Meteoriten nicht wahrgenommen worden war, des Titans nämlich, erkennbar durch seine charakteristische Farbe und durch seine Unveränderlichkeit bei Berührung mit Säuren (carbo-azoture), welches so in den geschmolzenen Meteoriten von Montrejeau und Aumale gefunden worden ist. *)

Was den von den zahlreichen steinigen Meteoriten, deren Schmelzung ich bewerkstelligt habe, erhaltenen Regulus von Metallkörnern betrifft, so enthält dieser nicht nur das metallische Eisen, welches sich ursprünglich darin vorfand, sondern auch durch Reduction aus den Silicaten ausgeschiedenes Eisen. Dieses Metall hatte nothwendiger Weise Kohle aus dem Tiegel, vielleicht auch Silicium aus den Silicaten aufgenommen.

Es verdient erwähnt zu werden, dass darin zuweilen nach

*) Dasselbe Metall, welches von Herrn RAMMELSBURG in den Pyroxen-Meteoriten von Juvenas erwähnt ist, hat sich auch bei den durch die Schmelzung dieser Meteoriten erhaltenen Eisenkügelchen sehr deutlich gezeigt.

der Politur und der Einwirkung von Säuren ein stark glänzender Körper unterschieden worden ist, welcher auf dem matten Grunde sich lebhaft abhebt und ein dendritisches Gefüge zeigt, das ganz an die sogenannte gestrickte Structur des gediegenen Wismuths erinnert. (Beispiel: Eisen des polysideren Meteoriten der Sierra de Chaco.)

Nachahmung der Meteoriten des gewöhnlichen Typus durch Reduction von Silicaten. Die Schmelzung der Meteoriten des gewöhnlichen Typus giebt, wie wir eben gesehen haben, zwei Haupt-Mineralien, den Peridot und den Enstatit. Zunächst mussten deshalb diejenigen Gesteine unserer Erde, für welche die Anwesenheit dieser Mineralien charakteristisch ist, zu den Versuchen dienen.

Sie sind in irdenen Tiegeln ohne Reductionsmittel geschmolzen worden.

Durch einfache Schmelzung im irdenen Tiegel verwandelt sich der Peridot in eine grüne, durchscheinende Masse, welche von Peridotkrystallen bedeckt und im Inneren ganz und gar krystallinisch ist, wie sich aus ihrem Verhalten zum polarisirten Lichte ergibt. Ihr Gefüge ist zuweilen blättrig, wie dasjenige des in Schlacken vorkommenden Peridots.*) Der geschmolzene Peridot unterscheidet sich demnach hinsichtlich seines Gefüges wesentlich von dem körnigen und wenig Zusammenhalt besitzenden, welchen die basaltischen Gesteine gewöhnlich einschliessen.**)

Der Lherzololith, ein Gemenge von Peridot, Enstatit und Pyroxen, ist noch leichter schmelzbar als der Peridot und giebt eine Masse, welche dem natürlichen Gestein zum Verwechseln ähnlich sieht, mit dem Unterschiede jedoch, dass man an der

*) Der Peridot, mit welchem die meisten der hier angeführten Versuche angestellt worden sind, kommt aus dem Basalt der Gegend von Langeac (Haute-Loire), wo er reichlich vorhanden ist. Ein Peridot dieses Fundpunktes ist durch BERTHIER analysirt worden, welcher darin 16 pCt. Eisenoxydul gefunden hat. (Ann. d. mines, 1^{ère} série, t. XX, p. 269.)

***) Der Basalt scheint, wenigstens in der Regel, nicht eine hinreichend hohe Temperatur besessen zu haben, um die eingeschlossenen grossen Stücke Peridot zu schmelzen. Vielleicht hat er indessen doch einen Theil desselben auflösen und so die Bildung der scharfen aber kleinen Krystalle veranlassen können, welche zuweilen in ihm zerstreut sich vorfinden.

Oberfläche und im Inneren Enstatit-Nadeln bemerkt, welche man vor der Schmelzung nicht unterscheiden konnte (Lherzolith von Vicdessos und Prades in den Pyrenäen).

Durch Hinzufügung einer gewissen Menge Kieselsäure kann man das Antheilsverhältniss des Bisilicats oder Enstatits beliebig vermehren und die Mischungen erzeugen, welche den Uebergang vom Peridot zum Lherzolith bilden. Dasselbe Bisilicat bildet sich auch längs den Wänden des Tiegels, indem diesen Kieselsäure entnommen wird.

Ich will hier bemerken, dass aus dem Peridot durch Hinzufügung von 15 pCt. Kieselsäure, der zur Umwandlung in Enstatit erforderlichen Menge, und demnächstige Schmelzung mitten in der Kohle eine Masse erhalten worden ist, welche an der Oberfläche über und über von flachen rechteckigen Oktaedern von der dem Peridot angehörigen Form bedeckt ist, während das Innere aus einer faserigen, durch Säuren unangreifbaren Masse mit den Charakteren des Enstatits besteht. Eine gleiche Erscheinung tritt bei der Schmelzung gewisser Meteoriten ein.

Die Mineralien, welche zuerst, wie wir eben sahen, einer einfachen Schmelzung unterzogen wurden, sind demnächst demselben Verfahren unter Einwirkung von Reductionsmitteln unterworfen worden. Hierzu ist zunächst ein mit gepulverter Kohle gefütterter Tiegel gewählt worden. Man gelangt hierbei zu demselben Resultate wie vorher, mit dem Unterschiede, dass das in dem Silicat enthalten gewesene Eisen sich zu Metall reducirt. Es scheidet sich in einem Regulus und in Körnern aus oder bleibt in mikroskopischen, durch den Magnetstab ausziehbaren Körnchen in dem nicht zersetzten Silicat vertheilt. Gleichzeitig trägt die diesem Eisen entsprechende Menge Kieselsäure dazu bei, das Verhältniss des Bisilicats zu vergrössern.

Nicht alles Eisen jedoch wird in den metallischen Zustand übergeführt; ein Theil bleibt in Verbindung mit dem Silicat, und es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass die grüne Färbung, welche für den Peridot oder Olivin so charakteristisch ist, einer allgemeinen grauen Farbe Platz macht, welche derjenigen der Meteoriten des gewöhnlichen Typus entspricht.

Dieses Product der Reduction und Schmelzung peridotischer Gesteine gleicht demnach sehr demjenigen der ebenso behandelten Meteoriten. Die Analogie besteht in auffallender Weise für den steinigen Bestandtheil; sie besteht aber auch für den metallischen. In der That enthält das metallische Eisen, welches durch die Reduction des Peridots von Langeac erzeugt ist, 0,6 pCt. oder 0,006 Nickel. Dasjenige, welches der Lherzolith von Lherz geliefert hat, enthält ebenfalls Nickel und ausserdem Phosphoreisen.

Ich habe neuerdings noch schärfere und charakteristischere Resultate bei der Behandlung von grösseren Mengen von Peridot und Lherzolith bis zu 12 Kilogrammes erhalten.

Solche Mengen haben verhältnissmässig grosse Stücke Eisen ergeben, welche man dem WIDMANSTÄTTEN'schen Versuch unterwerfen konnte. Es wurde dabei eine vollkommen scharfe Scheidung und das Sichtbarwerden einer regelmässigen Zeichnung erlangt, welche von der unangreifbaren Substanz dargestellt wird.

Man konnte ausserdem eine bei den kleineren Körnchen unbemerkt gebliebene Thatsache beobachten, deren Wichtigkeit Keinem entgehen wird, der Gelegenheit gehabt hat, die äussere Oberfläche meteorischer Eisenmassen zu untersuchen. Ich meine jene eckigen Formen, wie sie unter anderen die Meteoreisen von Charcas*) und von San Francisco del Mesquital**), und weiter jene räthselhaften Höhlungen, welche unter anderen die erste jener Meteormassen und noch deutlicher die von Juncal zeigt.***) Einzelne jener Eisenstücke nun zeigen jene eckigen Formen, und ihre künstliche Oberfläche trägt überdies hier und da Eindrücke, Erscheinungen, welche den eben erwähnten ganz analog sind. Die Eindrücke sind offenbar bei der Abkühlung entstanden, durch eine Art von Abformung der steinigen Substanz in dem Eisen, welche teigig, wo nicht fest geworden war, als das Eisen noch seinen Zustand der Flüssigkeit besass.

Diesem Resultat gegenüber möchte man auf die Hypothese zurückkommen, welche bezüglich der breccienförmigen Structur

*) Comptes rendus, t. LXIV, séance du 25 mars 1867.

**) Ibid. t. LXVI p. 573, 1868.

***) Ibid. t. LXVI p. 701, 1868.

des Eisens von Toulou und der so eckigen Formen der Meteoriten von Charcas und San Francisco del Mesquital ausgesprochen worden ist*), nach welcher die Meteorereisenmassen in Mitten von Silicatmassen entstanden wären, zwischen welchen sie in flüssigem Zustande sich geformt, und von welchen sie später sich abgelöst hätten.

Die Meteoriten sind vorhin in den allgemeinen Zügen ihrer Zusammensetzung künstlich erzeugt worden; wir werden sehen, dass es sogar gelungen ist, manche innere Eigenthümlichkeiten ihrer Structur nachzubilden.

Wenn man ein dünnes Blättchen Peridot oder Lherzolith nach der Schmelzung unter dem Mikroskop betrachtet, so findet man, wie bei den meisten Meteoriten des gewöhnlichen Typus, jene bekannten Reihen paralleler gerader Linien, ähnlich dem Zahnmeisselhieb und auffallend durch ihre Regelmässigkeit, mitten zwischen Ritzungen von unregelmässiger Gestalt. Diese Linien sind die Folge des Vorhandenseins von Spaltungsebenen. Ueberdies erinnern feine Enstatitnadeln, parallel und in ziemlich gleichen Abständen, auch wohl in Bündeln auftretend, an Eigenthümlichkeiten der Textur, welche bei der mikroskopischen Untersuchung vieler Meteoriten beobachtet werden.**)

Die kugelige Structur ist bei den Meteoriten des gewöhnlichen Typus so häufig, dass sie für diese ganze Gruppe den Namen Chondrit begründet hat. Wir sehen nun ähnliche Körner oder Kügelchen bei mehreren der Versuche über die Schmelzung von Magnesia-Silicaten entstehen. Unter diesen Kügelchen zeigen einige eine glatte, andere eine drusige oder von mikroskopisch kleinen Krystallen starrende Oberfläche. Diese letzteren gleichen ganz den Kügelchen des Meteoriten von Sigena (17. November 1773), und zwar der zerreiblichen Varietät. Die Kügelchen werden von Säuren eben so wenig angegriffen, wie diejenigen der Meteoriten. Die Analyse eines

*) Comptes rendus, t. LXVI p. 573.

***) Ausser dem Beispiel des Meteoriten von Aumale (Comptes rendus t. LXII, p. 72) verweise ich auf diejenigen, welche in dem wichtigen Werke meines gelehrten Freundes GUSTAV ROSE über die Meteoriten von Krasnoi-Ugol, Stauropol und den Peridot des PALLAS-Eisens abgebildet sind (Taf. I. Fig. 10 und Taf. IV., Fig. 7, 8, 9.)

Stückes hat ergeben, dass sie mehr Kieselsäure enthalten, als dem Bisilicat entspricht.

Endlich lassen sich die Reibungsflächen mit einem Ueberzug von graphitischem Ansehen, welche manche Meteoriten im Innern zeigen (u. a. derjenige von Alexandria vom 2. Februar 1860), sehr gut bei geschmolzenen Silicaten nachahmen, welche reducirtes Eisen in sehr feinen Körnchen enthalten, wenn man zwei Stücke davon an einander reibt.

Bei einer anderen Reihe von Versuchen ist als Reducionsmittel nicht Kohle, sondern Wasserstoff angewendet worden, und die Resultate waren übereinstimmend; so geben Lherzolith und Pyroxen unter der Einwirkung eines Wasserstoffstromes das Eisen, welches in ihnen als Oxydulsilicat enthalten ist, in metallischem Zustande ab. Die Reduction kann bei einer Temperatur stattfinden, welche die Rothgluth nicht übersteigt. Unter denselben Bedingungen werden die Phosphate, sowohl für sich als bei Anwesenheit von Silicaten zu Phosphorverbindungen reducirt, so dass das Endproduct der Einwirkung des Wasserstoffs eine grosse chemische Aehnlichkeit mit den Meteoriten zeigt.

Nachahmung der Meteoriten des gewöhnlichen Typus durch theilweise Oxydation der Siliciumverbindungen. Eine der obigen entgegengesetzte Methode hat ebenfalls die Nachbildung der Meteoriten erlaubt. Sie besteht darin, die in den Meteoriten des gewöhnlichen Typus vorherrschenden Körper, mit Ausnahme des Sauerstoffs, also das Eisen, das Silicium und das Magnesium, in einer unvollkommen oxydirenden Atmosphäre zu erhitzen und nicht bloss die Oxydation, sondern auch die Schmelzung, d. h. die Verschlackung derselben zu bewirken.

Wenn man Silicium-Eisen, in einem mit Magnesia gefütterten Tiegel der hohen Temperatur des Gaslöthrohrs aussetzt, so erhält man eine vollkommene Nachbildung der Meteoriten des gewöhnlichen Typus in den wesentlichsten Merkmalen. Das Eisen scheidet sich theils in metallischem Zustand, theils als Oxydulsilicat aus, und es bildet sich Peridot, zum Theil in krystallisirtem Zustande. Dieser Peridot zeigt verschiedene Färbungen, unter anderen die olivengrüne, welche seine gewöhnliche in der Natur ist.

Das eben angegebene Resultat, zu welchem man nur nach ziemlich schwierigen Versuchen gelangt, zeigt naheliegende Analogieen mit denjenigen, welche gewisse metallurgische Prozesse ergeben.

Es ist bekannt, dass bei der Umwandlung des Roheisens in Schmiedeeisen durch den Frischprozess der Sauerstoff der Luft nicht nur den Kohlenstoff verbrennt, sondern auch das in dem Eisen enthaltene Silicium und einen Theil des Eisens selbst. Die schwarze Schlacke, deren Bildung man hierbei beobachtet, besteht, wie MITSCHERLICH und HAUSMANN festgestellt haben, aus Eisen-Peridot von gleicher chemischer Formel und gleicher Krystallform, wie der Magnesia-Peridot; man hat ihr den Namen Fayalit gegeben. Auch eisenreicher Pyroxen kann sich bilden, wenn Kieselsäure in Ueberschuss vorhanden ist.

Wenn man bei dem Versuche, anstatt einfach Siliciumeisen in die Magnesia zu bringen, nickelhaltiges Eisen, Phosphoreisen und Einfachschwefeleisen anwendet, so gelingt es, die Meteoriten in ihren wichtigsten Eigenthümlichkeiten noch vollständiger nachzubilden. Ebenso wie bei den Meteoriten enthält alsdann der metallische Theil, Regulus und Körner, alles Nickel, während der Peridot keine wahrnehmbare Spur desselben mehr enthält. Ausserdem sieht man in dem künstlichen Product die bei den Meteoriten erwähnten Phosphorverbindungen des Eisens und Nickels mit Magnesium erscheinen.

Künstliche Nachbildung der kugligen oder chondritischen Structur. Wir sahen vorhin, dass Magnesiumsilicate von ähnlicher Zusammensetzung wie diejenigen der Meteoriten häufig die kuglige Gestalt unter der Einwirkung einfacher Abkühlung annehmen. Man kann aber diese Form noch vollkommener nachbilden, besonders im Vergleich zu demjenigen Meteoriten, welcher diese Structur in der charakteristischsten Weise zeigt, nämlich des zu Ornans (Doubs) gefallenen. Dieser hat so wenig Zusammenhalt, dass er unter dem blossen Druck der Hand zerfällt; man kann sogar nicht einmal die Bruchfläche berühren, ohne dass Staub davon an den Fingern hängen bleibt. Es ist dies ein äusserst seltenes Verhalten, welches genügen würde, um diesen Meteoriten von denjenigen des gewöhnlichen Typus zu trennen und ihn bezüglich der Textur an die kohligen Meteoriten anzuschliessen.

Bei der Untersuchung der sich von demselben ablösenden Substanz erkennt man mit blossen Auge und noch besser mit der Lupe, dass sie aus zahllosen kleinen Kügelchen besteht, theils von sphäroidaler Form, theils in verschiedenen anderen Gestalten, stets jedoch gerundet. Diese Kügelchen haben einen Durchmesser von weniger als $\frac{1}{3}$ Millimeter. Es sind sogar viele darunter, deren Durchmesser höchstens 0,20 bis 0,10 mm. beträgt. Andere endlich sind noch kleiner. Auch die zartesten Theile erscheinen unter dem Mikroskop zum grössten Theil, wenn nicht ganz und gar, kuglig.

Wenn man nun Peridot nach vorgängiger Mengung mit Kohle, um ihn hinreichend zu zertheilen, der Einschmelzung unterwirft, so zertheilt sich bei der Abkühlung die Silicat-Masse in kleine Kügelchen, die einen sphäroidal, die anderen in abweichenden Gestalten, welche mit denjenigen des Meteoriten von Ormans vollständig übereinstimmen.

Die Aehnlichkeit ist noch genauer, als der erste Anblick es zeigt; denn die so erhaltenen Kügelchen bestehen nicht ausschliesslich aus Peridot, sondern sind innig gemengt mit fein zertheiltem metallischen Eisen, welches offenbar aus der theilweisen Reduction des ursprünglichen Silicats entstanden ist, das bekanntlich Magnesia und Eisenoxydul als Basen enthält.

Ausserdem entsteht, wie auch bei den früheren Versuchen angeführt ist, in Folge dieser theilweisen Reduction des Singulosilicats (Peridot) ein Bisilicat (Enstatit oder Pyroxen), wie es auch der Meteorit enthält, mit welchem wir uns beschäftigen.

Endlich verhalten sich diese künstlichen Kügelchen bei der Untersuchung sehr dünner Plättchen im polarisirten Lichte genau so wie die Kügelchen der Meteoriten von Ormans.

Man sieht, dass sie sich überhaupt von letzteren nur durch einen durchschnittlich grösseren Durchmesser unterscheiden.

Es genügt, dem Peridot $\frac{1}{8}$ seines Gewichtes an Kohle zuzusetzen, um eine ganz scharfe Granulation zu erlangen. Auch andere Substanzen als Kohle können, wenn man sie der Silicatmasse im Augenblick der Erstarrung zusetzt, zu demselben Resultat führen.

Es ist übrigens nicht nöthig, dass diese Substanzen, welche die Vereinigung der Masse zu einem Ganzen verhindern, fest sind; sie können auch flüssig oder gasförmig sein; wie ja das

Oel durch Wasser in Kügelchen zertheilt wird, oder das geschmolzene Blei und das Quecksilber durch Schleudern oder Rühren in der Luft. Das Wasser bietet hierfür noch bekanntere Beläge, indem es sich an den Wasserfällen oder in einem kleinen medicinischen Apparat, dem sog. Pulverisateur, in Staub verwandelt.

In dem Falle des Meteoriten von Ornans erinnert der Zustand der Zertheilung des Eisens mitten in den Silicaten, welche den Teig bilden, an das, was bei einer Peridotmasse eintreten würde, welche in einer Wasserstoffatmosphäre in wirbelnder Bewegung wäre, dadurch gleichzeitig granulirt und theilweise reducirt würde und so eine verwirrte Krystallisation erführe.

III. Schlussfolgerungen bezüglich des Ursprunges der kosmischen Körper, von welchen die Meteoriten herrühren.

Die beiden erwähnten Verfahren zur Nachbildung der Meteoriten führen dazu, sich die Bedingungen zu vergegenwärtigen, unter welchen diese Körper und die Massen selbst, welchen sie entstammen, sich bilden konnten. Diese Bedingungen betreffen die chemische Zusammensetzung der Massen, mit welchen wir uns beschäftigen, sowie die Temperatur, bei welcher ihre Bildung stattgefunden hat.

Chemische Zusammensetzung und Bildungsweise. Wir haben gesehen, dass durch Schmelzung von Silicatgesteinen die Charaktere der Meteoriten bis zu den innersten Eigenthümlichkeiten der Structurverhältnisse hin nachgebildet werden können. Wir folgern indessen daraus nicht, dass, wie bei den meisten unserer Versuche, so in der Natur der Kohlenstoff das Reductionsmittel gewesen sei; denn wenn dies der Fall wäre, so müsste das Eisen gekohlt und in Stahl oder Roheisen verwandelt sein, was keineswegs gewöhnlich der Fall ist.

Es scheint vielmehr den Resultaten unserer Versuche selbst mehr zu entsprechen, die Reduction einer Wasserstoffatmosphäre zuzuschreiben. *)

*) Wenn dies die Bildungsweise der Meteoriten ist, so musste sich auf der Oberfläche der Körper, von welchen sie Theile waren, Wasser bilden. Diese Körper könnten aber sehr wohl dieses Wasser ihrer geringen Dimensionen wegen nicht bei sich erhalten haben.

Uebrigens wäre die Reduction, wenn sie stattgefunden hat, nur eine theilweise gewesen. Denn das Eisen ist im Allgemeinen nur zu einem Antheile reducirt, theils in den metallischen Zustand, theils zu Schwefel- oder Phosphorverbindungen; ein anderer Antheil dieses Metalls findet sich gewöhnlich als Oxydul in der Zusammensetzung eines Silicats und auch wohl in Verbindung mit Chrom (chromsaures Eisenoxydul).

Der schöne Versuch, durch welchen GRAHAM die Gegenwart von Wasserstoff in dem Meteoreisen von Lenarto nachgewiesen hat, bestätigt diesen Gedanken, welcher früher als die Entdeckung des ausgezeichneten englischen Chemikers bekannt gemacht worden ist. *)

Diese Folgerung steht auch im Einklang mit den Resultaten der Spectral-Analyse, durch welche die Zusammensetzung der Sterne neuerlichst in so unerwarteter Weise aufgehellet worden ist. Die charakteristischen Linien des Wasserstoffs sind in der That in der Atmosphäre des Hauptkörpers unseres Systems, der Sonne, sowie in einer zahlreichen Reihe von Sternen erkannt worden.

Trotz dieses Zusammentreffens von Thatsachen, welche auf eine Reduction von Silicatgesteinen hinweisen, kann man doch auf den Gedanken einer theilweisen Oxydation, ähnlich der, welche wir künstlich bewirkt haben, zurückkommen. Nehmen wir an, wie man es für unsern Erdkörper gethan hat, dass das Silicium und die Metalle der Meteoriten nicht immer mit Sauerstoff verbunden gewesen seien, wie sie es heute meistens sind, und zwar vielleicht deshalb, weil die anfängliche Temperatur dieser Körper hoch genug war, um sie von dem Zusammentreten zu Verbindungen abzuhalten, oder auch weil sie, von Anfang an entfernt, einander nicht nahe gekommen waren.

Wenn, in Folge einer Abkühlung oder einer anderen Ursache, wie einer Annäherung der Körper, der Sauerstoff zu plötzlicher Wirkung gelangt, so wird er sich mit den leichtest oxydirbaren Elementen verbinden. Das Silicium und das Magnesium werden vor dem Eisen und dem Nickel verbrennen, und wenn das verbrennende Gas nicht in hinreichender Menge

*) Comptes rendus, t. LXII v. 19. Februar 1866.

vorhanden ist, um Alles zu oxydiren, oder wenn es nicht hinreichend lange einwirken kann, so wird es einen aus den wenigst oxydationsfähigen Metallen bestehenden Rückstand übrig lassen.

Diese Metalle, das Eisen und das Nickel, werden in einer silicatischen Gangart zerstreut bleiben, ihren metallischen Zustand beibehaltend, gerade wie man es bei den Meteoriten beobachtet.

Ausserdem wird sich auf diese Weise ein an Eisenoxydul mehr oder weniger reiches Magnesiasilicat von der Zusammensetzung des Peridots bilden.

Man sieht, dass die oben erwähnten Versuche, wenn man die Oxydation nach und nach bis zu den verschiedenen Stufen voranschreitend annimmt, nicht allein die Bildung der Meteoriten des gewöhnlichen Typus erklären, sondern auch diejenige der Syssideren und der Polysideren. Diese Körper sind danach den Producten des trockenen Weges und der Schlackenbildung gleichzustellen.

Dieselbe Bildungsweise scheint nicht ebenso gut für die zu der Gruppe der Kryptosideren gehörigen Meteoriten vorausgesetzt werden zu dürfen, speciell nicht für diejenigen von Juvenas, Stannern und Jonzac. Wir haben gesehen, eine wie enge Analogie dieselben mit gewissen thonerdehaltigen Laven verbindet, welche aus Pyroxen und Anorthit bestehen. Auch möchte das Wasser, in dessen Gegenwart die letzteren sich gebildet haben, ihrer Krystallisation möglicher Weise nicht fremd gewesen sein.

Jedenfalls krystallisiren diese Gesteine nicht unter den Bedingungen der trockenen Schmelzung, wie die Magnesia-Silicate es so leicht thun. Die Schmelzung verwandelt sie vielmehr in glasige und amorphe Massen. So scheinen denn die Meteoriten dieses letzteren Typus vielmehr die Producte eines gemischten Prozesses zu sein, welchen man vielleicht am besten nachahmen wird, indem man in überhitztem Wasser operirt.

Was die kohligen Meteoriten betrifft, so unterscheiden sie sich von allen übrigen dadurch, dass ohne Zweifel mehrere der Bestandtheile, welche sie zusammensetzen, bei wenig hoher Temperatur gebildet worden sind. Auf den ersten Anblick möchte man versucht sein, sie als planetarische vegetabilische

Erde anzusehen. Aber es ist möglich, und diese Voraussetzung ist sogar wahrscheinlich, dass diese kohlehaltigen Gemenge ohne Mitwirkung des Lebens gebildet sind und die letzten Stadien gewisser Reactionen darstellen.

Temperatur. Ist es möglich, sich eine Vorstellung von der Temperatur zu machen, bei welcher diese kosmischen Körper sich gebildet haben?

Die obigen Versuche scheinen die Annahme einer gewissen Grenze für dieselbe zu gestatten.

Diese Temperatur war ohne Zweifel hoch, weil wasserfreie Silicate, wie Peridot und Pyroxen, sich gebildet haben. Sie scheint indessen im Augenblick der Erstarrung und Krystallisation niedriger gewesen zu sein als diejenige, bei welcher die erwähnten Versuche stattgefunden haben. Zwei That-sachen führen zu dieser Vermuthung. Die im Laboratorium hervorgebrachte hohe Temperatur hat die Bildung von Silicaten in scharfen und grossen Krystallen veranlasst, wie man ihnen in den Meteoriten nie begegnet. Es ist in der That sehr merkwürdig, dass die Silicate, welche die Meteoriten des gewöhnlichen Typus zusammensetzen, darin immer in sehr kleinen und wesentlich verwirrten Krystallen auftreten, trotz ihrer sehr ausgesprochenen Neigung zur Krystallisation.

Wenn es gestattet wäre, etwas Analoges aus unserer Umgebung aufzusuchen, so würden wir sagen, dass die bei der Schmelzung der Meteoriten erzeugten Krystalle an die langen Eisnadeln erinnern, welche flüssiges Wasser beim Gefrieren bildet, während die feinkörnige Structur der natürlichen Meteoriten vielmehr dem Rauhreif oder demjenigen Schnee gleicht, welcher sich bekanntlich durch den unmittelbaren Uebergang des atmosphärischen Wasserdampfes in den festen Zustand bildet, oder auch der Schwefelblume, welche sich unter analogen Bedingungen gestaltet.

In dem Augenblick der Krystallisation selbst trat auch jene so charakteristische Neigung zur Annahme der kugligen Structur hervor, deren mögliche Entstehungsursache weiter oben experimentell zu erläutern versucht worden ist.

Ausserdem ist bei den Meteoriten die Form der Eisenkörner ganz unregelmässig und wie höckrig (tuberculeuse). (Sierra de Chaco.) Nun hat aber die bei den Versuchen in's Werk gesetzte Temperatur die Metallkörner vermocht, eine im allge-

meinen sphärische Form anzunehmen, was man ebenfalls bei den Meteoriten nie wahrnimmt.

Ich habe versucht, die Art der Einsprengung des metallischen Eisens in den Silicaten, wie sie die gewöhnlichen Meteoriten zeigen, dadurch nachzubilden, dass ich ein inniges Gemenge von reducirtem Eisen und Lherzolith einer hohen Temperatur aussetzte. Nach der Schmelzung des Ganzen sammelte sich das Eisen zu noch sehr kleinen Körnchen; die kuglige Form derselben jedoch, welche besonders nach erfolgtem Schliff des Stückes leicht erkennbar wurde, ist sehr abweichend von derjenigen der höckrigen Körner, welche in den Meteoriten eingesprengt auftreten.

Jedenfalls verdient es hervorgehoben zu werden, dass jene ursprüngliche Hitze nicht mehr vorhanden ist, wenn die Massen in unsere Atmosphäre eindringen. Der kohlehaltige Meteorit von Orgueil besteht aus einer steinigen Masse, welche bis zu ihren innersten Theilen mit Wasser und flüchtigen Substanzen verbunden oder innig gemengt ist. Derselbe ist vermöge dieser so leicht veränderlichen Zusammensetzung ein wahres Maximum-Thermometer, welches uns anzeigt, dass diese Körper nur kalt sein konnten, als sie aus dem Welt-raum zu uns gelangten; denn in unserer Atmosphäre scheinen sie jene flüchtigen Bestandtheile nicht in sich aufgenommen zu haben.

IV. Folgerungen bezüglich der Bildung des Erdkörpers.

Die Meteoriten enthalten keine anderen einfachen Körper als solche, welche sich auf unserem Erdkörper finden. Zudem sind diejenigen drei Körper, welche bei den Meteoriten im Ganzen vorherrschen, das Eisen, das Silicium und der Sauerstoff, dieselben, welche auf unserem Erdkörper vorherrschend sind. Ueberdies finden sich in denselben ganz gewöhnliche Mineralspecies, und zwar in gleichem Zusammenvorkommen.

Eine genaue Feststellung der Analogieen sowohl, wie nicht minder der Verschiedenheiten wird sich indessen am besten durch eine allgemeine Vergleichung der Reihe der Meteoriten einerseits mit den Gesteinen unserer Erde andererseits ergeben.

Es fällt zunächst in die Augen, dass die Mehrzahl der

die Erdrinde bildenden Gesteine wesentlich von den Meteoriten verschieden sind. Der auffälligste Unterschied ist der, dass man in den Meteoriten nichts gefunden hat, was mit dem Material unserer geschichteten Gebirgsarten übereinstimmte; keinen Kalkstein, keine sandigen oder Fossilien enthaltenden Gesteine; keine also, welche auf die Thätigkeit eines Oceans oder auf das Vorhandensein des Lebens zurückführten.

Selbst wenn man die Meteoriten mit den nicht geschichteten Gebirgsarten der Erdrinde vergleicht, welche die allgemeine Unterlage der geschichteten Gesteine bilden, stellt sich eine grosse Verschiedenheit heraus.

Man hat in der That in den Meteoriten niemals Granit, noch Gneiss, noch irgend ein anderes Gestein dieser Familie gefunden. Nicht einmal die die granitischen Gebirgsarten zusammensetzenden Mineralien hat man beobachtet, weder Orthoklas, noch Glimmer, noch Quarz, ebenso wenig Turmalin, noch die übrigen Silicate, welche diese Gebirgsarten zu begleiten pflegen.

So fehlen also unter den Meteoriten diejenigen Silicatgesteine, welche die Rinde unseres Erdkörpers bis zu bedeutender Dicke zusammensetzen. Nur in den tiefen Regionen unterhalb des Granits, welche man infragranitische zu nennen pflegt, darf man die den Meteoriten entsprechenden Gesteine suchen; das heisst unter jenen basischen Silicatgesteinen, welche auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte mindestens mehrere Kilometer unter der Erdoberfläche liegen. Vertreter dieser Gesteine können daher nicht anders zu uns gelangen, als indem sie durch kräftige Pressungen und Eruptionen in die Spalten der überdeckenden Gebirgsschichten hinaufgedrängt werden.

Die Abwesenheit der ganzen Folge von Gesteinen, welche unseren Erdkörper zu einem so grossen Theile zusammensetzen, unter den Meteoriten ist jedenfalls eine überaus merkwürdige Thatsache, welches immer ihre Ursache sein möge.

Diese Abwesenheit kann in verschiedener Weise erklärt werden; man kann annehmen, dass die Meteoritenausbrüche, welche zu uns gelangen, entweder nur aus dem Innern von Planetenkörpern gleicher Zusammensetzung mit unserer Erde herrühren, oder dass auf diesen Planetenkörpern überhaupt weder quarzführende oder saure Silicatgesteine, noch geschichtete Gebirgsarten vorkommen.

In letzterem Falle, dem wahrscheinlicheren, würden die-

selben eine weniger vollständige Folge von Wandlungen erfahren haben, als der Planet, welchen wir bewohnen, und die Erde würde nur der Mitwirkung des Oceans in ihrer ersten Zeit die granitischen Gebirgsbildungen verdanken, wie sie ihr später ihre geschichteten Gebirgsglieder zu verdanken gehabt hat.

Wichtigkeit des Peridots in den tiefen Regionen. Es ist besonders ein Mineral, welches, wie wir sehen, sich mit auffallender Beständigkeit in fast allen Meteoriten, von den Eisenmeteoriten bis zu den eigentlichen Steinen findet, der Peridot nämlich. In letzteren tritt er selten allein auf (Chassigny); gewöhnlich ist er mit saureren Silicaten gemischt, zuweilen so, dass die Theile nicht zu unterscheiden sind.

Hier ist nun eine fundamentale Thatsache hervorzuheben; die nämlich, dass dieses Silicat, das charakteristischste der Meteoriten, in den geschichteten Gebirgsarten, wie wir gesehen haben, nicht vorhanden ist. *) Ebenso fehlt es in den granitischen Gesteinen. **)

Dagegen ist es wohlbekannt, wie sehr verbreitet der Peridot in den Eruptivgesteinen ist, wie in dem Basalt und manchen Laven, deren Sitz, wie eben erwähnt wurde, unterhalb der Granitregion zu liegen scheint.

Die Basalte aller Gegenden der Erde enthalten Peridot nicht allein in eingesprengten Körnern, sondern auch in der Gestalt von Bruchstücken, welche häufig eckig geblieben sind, und die man als von einer tiefer liegenden Masse losgerissen ansehen möchte.

Man kennt jene Peridot-Bomben, welche sich in Fülle in verschiedenen vulkanischen Gebieten Frankreichs (Langeac, Haute-Loire, Montferrier, Hérault***), der Rheinufer, des Laacher See's †) und in vielen anderen Gegenden finden.

Der Peridot ist ferner in anderen Pyroxen-Gesteinen in

*) Selbstverständlich kommen solche geschichteten Gesteine nicht in Betracht, in welche es durch eruptive Gesteine gelangt ist, wie gewisse von Basalt begleitete tertiäre Schichten.

**) Wir lassen hier ebenso gewisse Varietäten des Peridots bei Seite, wie den Fayalit, den Glinkit, welche auf besonderen Lagerstätten gefunden worden sind.

***) Bull. Soc. Géol. de France, 2. XXVI.

†) Deutsche geol. Gesellsch. XIX. 465. 1867.

Menge vorhanden, wie z. B. in den Doleriten der Gegend von Montarvil und von Montreal in Canada, wo er nach Mr. STERRY HUNT fast die Hälfte des ganzen Gewichtes jener Gesteine bildet. *)

Auch sind an Peridot reiche Gesteine, die Kreide durchbrechend, in der Gegend von Teschen gefunden und von Herrn TSCHERMAK beschrieben worden, welcher kürzlich eine Notiz über das Vorkommen des Olivins in den Gesteinen veröffentlicht hat. **)

Andererseits bildet der Peridot die Grundmasse des Lherzoliths, welcher an mehreren Punkten in den Pyrenäen, u. a. an dem See von Lherz, hervorgebrochen ist. Der Lherzolith findet sich auch in anderen Gegenden wieder. Nach der Untersuchung desselben durch Herrn DAMOUR ***) besteht das Gestein aus Peridot, zu welchem sich Enstatit, Pyroxen und zuweilen Spinell (Picotit) gesellen. Dieses Gestein, welches aus Tyrol bereits bekannt war, ist vor einigen Jahren auch in Neu-Seeland durch Herrn v. HOCHSTETTER, eine ganze Gebirgskette bildend, wiedergefunden worden, welcher ihm den Namen Dunit gegeben hat †); noch später durch Herrn F. SANDBERGER in Nassau bei Trigenstein ††) und im Fichtelgebirge.

Herr KJERULF hat erkannt, dass ein sehr verbreitetes Gestein der Gegend von Bergen in Norwegen, †††) welches Herr KEILHAU früher als einen metamorphischen Sandstein angesehen hatte, zum Theil aus nickelhaltigem Peridot besteht, mit welchem Chromeisenstein und Talk verbunden sind.

Man kann auch noch daran erinnern, dass Herr G. ROSE, nachdem er früher den Peridot in dem Gestein von Elfdalen in Schweden entdeckt hatte, ihn auch in dem Diallaggestein von Neurode in Schlesien wiedergefunden hat.

Alle diese Thatsachen, deren Zahl durch die Entdeckung bis dahin nicht erkannter Peridot-Gesteine täglich wächst, zusammengenommen führen zu der Erkenntniss, dass der Peri-

*) Geology of Canada. S. 464.

**) Verhandl. d. Ak. d. Wissensch. in Wien v. 11. Juli 1867.

***) Bull. de la Soc. Géol. de France, 2. 3. t. VII. p. 83.

†) Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. Jahrg. 1864. S. 341.

††) LEONHARD'S Jahrb. 1865. p. 449. u. 1867. p. 172. Herr SANDBERGER nennt es Olivinfels.

†††) LEONH. Jahrb. 1867. p. 180. Deutsche geol. Ges. 1867.

dot, der an der Oberfläche der Erde so selten ist*), bei einer gewissen Tiefe eine vorherrschende Rolle spielt. Seine Wichtigkeit erstreckt sich nicht nur auf unseren Erdkörper, sondern ebenso über die übrigen in dem Weltraum verbreiteten Körper, deren Natur zu bestimmen die Meteoriten uns in den Stand setzen.

Fügen wir noch hinzu, dass die vermittelst des Spectroskops erfolgte Erkennung des Magnesiums nicht nur auf der Sonne, sondern auf einer grossen Anzahl von Sternen mit der allgemeinen Wichtigkeit in Verbindung zu bringen ist, welche wir der Magnesia als der Basis des Peridot's beizulegen veranlasst sind.

Es ist richtig, dass man sich darüber wundern könnte, dass der Peridot sich auf der Oberfläche der Erde nicht in grösserer Menge findet.

Indessen wenn er nicht häufiger in grösseren Massen auftritt, so liegt dies daran, dass aussergewöhnliche Umstände dazu gehören, ihn die höherliegenden Gesteine durchbrechen zu lassen, ohne sich zu verändern. Er ist ja in der That das basischste Silicat, welches man kennt, und hat eine grosse Neigung, Kieselsäure aufzunehmen und sich so in ein saureres Silicat, wie Eustatit oder Pyroxen, zu verwandeln, wie es die vorhin besprochenen Versuche beweisen.

Er musste nun, um von seiner ursprünglichen Lagerstätte an die Oberfläche zu gelangen, saurere Gesteine von mehreren Kilometern Dicke durchbrechen. Nothwendig musste er auf diese einwirken und konnte so Veranlassung zur Bildung der so zahlreichen Pyroxen- und Amphibol-Gesteine geben, welche eine Art von Uebergangsreihe zwischen dem reinen Peridot und dem Pyroxen bilden.

Vielleicht muss man derartigen Einwirkungen die stufenweisen Uebergänge des Lherzoliths zu Pyroxen- oder Amphibolgesteinen zuschreiben, welche die Pyrenäen an verschiedenen Punkten zeigen.**)

*) Es ist bekannt, dass der Peridot in der Mehrzahl der Classificationen der Felsarten nicht einmal als eins der constituirenden Elemente aufgeführt wird.

***) VON CHARPENTIER: Essai sur la constitution géognostique des Pyrenées.

Umwandlung des Serpentins in Lherzolith oder in Peridot. Theoretische Folgerungen daraus. Es giebt noch ein anderes Magnesia-Gestein, welches mit dem Peridot und dem Lherzolith in nahe Beziehung gebracht werden muss, ungeachtet gewisser Unterschiede, welche es von denselben zu entfernen scheinen.

Der Serpentin zeigt in der Reihe der eruptiven Gesteine ausnahmsweise Eigenschaften, indem er zugleich wasserhaltig, unschmelzbar und ohne deutliche Krystallisation ist. Die Geologen nehmen allgemein an, dass der Serpentin durch Umbildung eines anderen Gesteines entstanden und zwar von dem Peridot herzuleiten ist, wenigstens in gewissen Fällen, in welchen er die charakteristische Krystallform dieses Körpers beibehalten hat.

Bis dahin, wo es gelingen möchte, von dem Peridot ausgehend zu dem Serpentin zu gelangen, habe ich den umgekehrten Weg zu verfolgen, nämlich den Serpentin in Peridot umzuwandeln versucht.

Die Beziehung der chemischen Zusammensetzung beider Mineralien deutete das einzuschlagende Verfahren an; der Serpentin unterscheidet sich von dem Peridot nur dadurch, dass er Wasser und mehr Kieselsäure oder weniger Magnesia enthält. Der Serpentin musste demnach unter Zusatz von Magnesia geschmolzen werden, um zu der Zusammensetzung des Peridots zu gelangen.

Indem die Serpentine von Snarum in Norwegen, von Monte Ferrato in Toscana, von Sainte-Sabine in den Vogesen und von Gaito im Isère-Departement so behandelt wurden, ergaben sich nach der Schmelzung verwirrt krystallinische Massen, welche an vielen Stellen alle Merkmale des Peridots zeigen. Enstatit-Nadeln sind darin in Menge enthalten oder bedecken die Oberfläche. Die Gegenwart dieses Silicats erklärt sich dadurch, dass die zum Versuch angewendeten Stücke etwas mehr Kieselsäure enthalten mochten als der Typus der Formel $\text{Mg}^3 \text{Si}^4$, von welchem ausgegangen wurde.

Diese Resultate haben mich dazu geführt, zu untersuchen, welches Resultat die einfache Schmelzung der Serpentine er giebt. Der mit Proben von verschiedenen Fundpunkten (Snarum in Norwegen, Zöblitz in Sachsen, Favero in Piemont)

im irdenen Schmelztiegel ausgeführte Versuch hat ebenfalls Gemenge von Peridot und Enstatit ergeben, in welchen jedoch das erstere Mineral sich in geringerem Maasse zeigt, als bei den unter Gegenwart von Magnesia erfolgten Schmelzungen.

Der Serpentin von Baldissero in Piemont, bekannt durch Adern von Magnesia und Opal, welche in ihm ausgeschieden sind, hat das charakteristischste Resultat geliefert: Enstatit-Nadeln, welche mit auffallender Regelmässigkeit sich in paralleler Anordnung und zu Büscheln gruppiert mitten im krystallinischen Peridot abheben; es ist dies genau dasselbe Resultat, welches der Lherzolith ergiebt.

Es ist indessen zu bemerken, dass selbst dann, wenn der Serpentin ohne irgend welchen Zusatz im Tiegel geschmolzen wird, er den Wänden desselben einen Theil ihrer Substanz, und zwar besonders Kieselsäure, entnehmen muss.

Bei diesen Schmelzungen, wie bei denjenigen der Meteoriten, bringt die Neigung des Peridots und des Enstatits zur Krystallisation dieselben in recht deutlich erkennbaren Krystallen zur Erscheinung; das erhaltene Product besteht aber ausserdem noch aus anderen Thonerde- oder sonstigen Silicaten, welche innig gemischt und gleichsam im Innern der ersteren aufgelöst bleiben.

Diese verschiedenen Resultate, besonders die letzteren, zeigen, dass der Serpentin häufig eine entschiedene Neigung besitzt, sich in Peridot zu verwandeln, als ob er erst dadurch in seinen normalen Zustand zurückkehrte. Dies ist ein Grund mehr dafür, den Serpentin, wenigstens bezüglich einiger seiner Vorkommnisse, als einen Peridot oder Lherzolith zu betrachten, welcher eine gewisse Menge seiner Magnesia verloren und durch einen Vorgang, welcher an denjenigen der Verwandlung des Feldspaths in Kaolin erinnert, Wasser in sich aufgenommen hat.

Die unmittelbare Beobachtung der Gesteine bestätigt diese Schlussfolgerung. Einestheils giebt es Lherzolithe, welche gradatim in Serpentin übergehen, wie dies an einigen Localitäten in den Pyrenäen*), zu Brezouars in den Vogesen**), zu

*) VON CHARPENTIER, Essai sur la constitution geognostique des Pyrenées, p. 256.

**) FOURNET, Bull. soc. géol. de France, 2 serie, t. IV, p. 227.

Neurode in Schlesien und in gewissen, unter dem Namen Schillerfels oder Bastit bekannten Gesteinen in Transylvanien*), in Nassau**) und anderwärts sich findet. Andererseits giebt es Serpentine, welche ebenso klar ihren Zusammenhang mit Peridotgesteinen an den Tag legen. Man kann kein lehrreicherer Beispiel letzterer Thatsache sehen, als das des eben besprochenen Serpentin von Baldissero. Eine der Varietäten dieses Serpentin, in der Sammlung des Museums und durch Herrn CORDIER gesammelt, erinnert in ihren äusseren Kennzeichen durchaus an den Lherzolith der Pyrenäen. Ich habe überdies erkannt, dass sie, wie der letztere, von Enstatit-Krystallen von der Varietät des Bronzites***), von smaragdgrünem, chromhaltigen Diopsid, sowie von schwarzem chromhaltigen Spinell, zuweilen in regelmässigen Oktaëdern (Varietät des Picotit) durchwachsen ist. Diese drei Mineralspecies zeigen bei diesem wie bei jenem Gestein ganz den gleichen Habitus. Dieser Analogieen ungeachtet unterscheidet sich indessen der Serpentin von Baldissero von dem Lherzolith durch seine geringe Härte und seinen Wassergehalt; er bildet gewissermaassen einen Uebergangszustand des ersteren Gesteins in das letztere. Die Mineralien, welche der Wasseraufnahme widerstanden haben, bleiben gewissermaassen die Zeugen des ursprünglichen Zustandes, so dass die Beziehung des Kaolins zum Feldspath nicht klarer erwiesen ist, als die Umwandlung, mit welcher wir uns hier beschäftigen.

Uebrigens wird durch nichts bewiesen, dass die Wasseraufnahme, welche bei der Umwandlung der Peridotgesteine in Serpentin stattgefunden hat, durch den Einfluss der Agentien der Erdoberfläche bewirkt worden wäre.

*) TSCHERMAK, Sitzungsber. der Wiener Akad., loc. cit.

**) Bei dem neuen Lherzolith-Vorkommen, welches Herr F. SANDBERGER in Nassau aufgefunden hat, erwähnt dieser ausgezeichnete Geologe alle Uebergänge dieses Peridotgesteins in Serpentin. LEONHARD'S Jahrb. 1865, S. 449.

***) Herr DES CLOISEAUX, welcher die Güte gehabt hat, die optische Untersuchung dieses Enstatits auszuführen, hat bei demselben zwei weit aus einander gehende Axen in einer dem deutlichen und bronzirenden Blätterbruch parallelen Ebene erkannt; die negative Mittellinie senkrecht zum undeutlichen Blätterbruch. $2H$ (roth) = $124^{\circ} 46'$.

Der eruptive Serpentin der Appenninen, der Alpen und so vieler anderer Gegenden kann aus den Tiefen hervorgetrieben worden sein, nachdem er bereits das heute in ihm enthaltene Wasser aufgenommen hatte.

Die Art und Weise, wie das Glas sich in überhitztem Wasser zersetzt und in ein wasserhaltiges Silicat verwandelt, wie ich es bei früheren Versuchen erkannt habe*), scheint nicht ohne Analogie zu sein mit dem chemischen Vorgang, welcher den Serpentin auf Kosten vorher bestandener wasserfreier Silicate erzeugen konnte.

Ich behaupte indessen nicht, dass alle Serpentin-Massen von der Umwandlung der Peridot-Gesteine herrühren; es giebt deren in der That, welche man von Pyroxen- und anderen Gesteinen hergeleitet hat. Es wird bei dieser Gelegenheit passend darauf aufmerksam gemacht, dass der Versuch, durch welchen ich weiter oben nachgewiesen habe, mit welcher Leichtigkeit der Peridot sich in weniger basische Silicate umwandelt, im Allgemeinen auch die zahlreichen Uebergänge des Serpentin in andere Gesteine erklärt, zunächst in Euphotid, welcher gewöhnlich mit ihm zusammen vorkommt, sodann in Diorite und pyroxenische, prasophyrische Gesteine u. s. f., welche ihn in Toscana**), in verschiedenen Theilen der Alpen und in vielen anderen Gegenden begleiten.

Die Analogien, welche den Serpentin den Peridotgesteinen nahe bringen, veranlassten mich, auch dieses Gestein mit Bezug auf die Zusammensetzung der Meteoriten zu untersuchen.

Wenn man den Serpentin in einem mit Kohle gefütterten Tiegel schmilzt, so enthalten die sich ausscheidenden Guss-eisen- und Schmiedeeisenkörner häufig Nickel, bis zu beträchtlicher Menge, wie es bei der gleichen Behandlung beim Peridot der Fall ist. Das Eisen z. B., welches aus dem Serpentin von Sainte-Sabine in den Vogesen ausgeschieden wird, enthält 0,67 pCt. Nickel. Das eines Serpentin des Mont-Genèvre hat ebenfalls Nickel ergeben, aber in zu geringer Menge, als dass sie hätte bestimmt werden können.***)

*) Synthetische Versuche über den Metamorphismus (Ann. des mines, 5^e serie, t. XVI, p. 425) Ueber die Bildung der Zeolithe (Bull. Soc. géol. de France, 2^e serie, t. XVI, p. 588).

**) PAUL SAVI, Delle Rocco ofolitiche della Toscana. 1838. p. 11.

***) Es ist hier daran zu erinnern, dass das Nickel, welches zuerst

Zu diesen Aehnlichkeiten in der Zusammensetzung der Serpentine und der Meteoriten kommt noch die Gegenwart von Chrom. Einestheils findet sich das Chrom bei den meisten Serpentininen nicht nur als Ursache der grünen Färbung*), sondern auch als Chromeisenstein, wie man in sehr verschiedenen Gegenden nachgewiesen hat.***) Andererseits hat die von LAUGIER schon 1806***) gemachte wichtige Beobachtung, dass das Chrom in den Meteoriten nur selten fehlt, sich seitdem nur bestätigt. Es giebt in der That wenig steinige Meteoriten, welche nicht, wenn auch nur in geringer Menge, Chromit oder Chromeisenstein in ihrer Mischung enthielten.

Der Serpentin kann demnach, abgesehen von seinem Wassergehalt, den Meteoriten des gewöhnlichen Typus fast mit gleichem Rechte nahe gestellt werden, wie der Peridot und der Lherzolith.

Es ist noch zu erwähnen, dass die kohligen Meteoriten (Cap der guten Hoffnung, Kaba und Orgueil) ein wasserhaltiges Magnesia-Silicat enthalten, welches Herr WÖHLER dem Serpentin nahe gestellt hat.

Ich will noch eine Bemerkung über die Bildung des Spinells beifügen, welcher zuweilen im Peridot eingesprengt vorkommt, wie man dies an einigen Localitäten der Haute-Loire, in dem Lherzolith der Pyrenäen und in dem serpentinführenden Lherzolith von Baldissero bemerkt. Da der Peridot das basischste Magnesia-Silicat ist, welches die Gebirgsarten uns darbieten, so scheint dieses Vorkommen von Spinell einfach erklärt werden zu können. Da sich Thonerde in einem sehr basischen Silicat vertheilt fand, welchem sie die Kieselsäure

von STROMEYER in gewissen Serpentininen und zugleich im Peridot nachgewiesen worden, seitdem in Serpentininen sehr von einander entfernter Vorkommen, in Sachsen, in Schlesien, in Nordamerika, in Texas, in Pensylvanien sich wieder gefunden hat; nach der Analyse von STERRY HUNT fehlt dieses Metall auch nicht in den Serpentininen von Canada. (Geology of Canada, p. 471.)

*) Seit langer Zeit von VALENTIN ROSE und KLAPROTH angegeben.

***) Das Departement Du Var, Sachsen, das Grossherzogthum Baden, der Rhein, die österreichischen Alpen, Mähren, Schottland, Norwegen, Griechenland, der Ural, zahlreiche Vorkommen in den vereinigten Staaten, in Canada etc.

****) Annales du museum, t. VII, p. 392, 1806.

nicht mehr entziehen konnte, so musste sie sich mit basischen Körpern, Magnesia und Eisenoxydul, verbinden.

Ich habe diese Vermuthung durch einen synthetischen Versuch bestätigt. Wenn man natürlichen Peridot bei sehr hoher Temperatur mit Thonerde (10 pCt.) schmilzt, so bemerkt man nach der Schmelzung in der krystallinischen Peridotmasse kleine schwarze Punkte, welche unschmelzbar sind, durch Säuren nicht angegriffen werden und zugleich Thonerde, Magnesia und Eisenoxydul enthalten. Einige zeigen die Form regulärer Oktaëder. Diese Krystalle, welche alle Kennzeichen des Pleonast-Spinells an sich tragen, geben demnach vollständigen Aufschluss über die Bildung dieses Minerals in den Peridoten und Lherzolithen.

Charaktere, welche die Peridot-Gesteine auszeichnen. Wir sehen unter den charakteristischen Eigenschaften der Peridot-Gesteine drei, welche dieselben von allen übrigen Silicatgesteinen scharf unterscheiden, und welche die Aufmerksamkeit zu fesseln verdienen:

1. Der Peridot ist der basischste Typus unter den Silicaten, welchen man kennt; sowohl unter den Meteoriten, als unter den eruptiven Gebirgsarten. In dieser Reihe, deren erstes Glied er bildet, und welche mit dem Granit schliesst, bildet er zugleich die am einfachsten zusammengesetzte und die am besten bestimmte Art.

2. Hinsichtlich der Art und Weise der Krystallisation unterscheidet sich der Peridot sowie das Bisilicat der Magnesia, der Enstatit, welcher sein häufiger Begleiter ist, von den Thonerde-Silicaten, besonders denjenigen der Feldspathgruppe, durch die Leichtigkeit der Bildung und Krystallisation auf trockenem Wege, in Folge einfacher Schmelzung. Niemals hat man dagegen etwas dem Feldspath oder Granit auch nur entfernt Aehnliches unter denselben Bedingungen künstlich krystallisiren lassen können.

3. Die Peridot-Gesteine sind weiter durch ihre grosse Dichtigkeit sehr ausgezeichnet, welche diejenige aller übrigen eruptiven Gesteine und selbst der Basalte übersteigt, wie aus folgender Uebersicht hervorgeht:

Granit	2,64	bis	2,76
Trachyt	2,62	"	2,88
Porphyrit	2,76		
Diabas	2,66	"	2,88
Basalt	2,9	"	3,1
Lherzolith	3,25	"	3,33
Peridot	3,33	"	3,35

Diese verschiedenen Gesteine mussten sich von Anfang an in einer der zunehmenden Dichtigkeit entsprechenden Reihenfolge über einander lagern. Die grosse Dichtigkeit der Peridot-Gesteine erklärt die normale Lage unter der Granitdecke, ja selbst unter den basischen Thonerdegesteinen, welche sie in der Erdkrinde einzunehmen scheinen.

Vergleich der Dichtigkeiten der Meteoriten und derjenigen der wichtigsten Gesteine der Erde. Wenn man die kohligen Meteoriten bei Seite lässt, welche man als ausserhalb der Reihe stehend ansehen muss, so könnte man sich die Meteoriten in concentrischen sphärischen Schichten, eine ideale Kugel bildend, vorstellen, deren Dichtigkeit von der Oberfläche nach dem Mittelpunkte zunähme. Zu äusserst befänden sich die thonerdehaltigen Steine, dann folgten die peridotischen Steine, diejenigen des gewöhnlichen Typus, dann die Polysideren, die Syssideren und schliesslich die Holsideren.

Es ist darauf aufmerksam zu machen, dass dieser theoretische Durchschnitt einige Analogie besitzt mit einem idealen Durchschnitt des Erdballs, wenn man die sedimentären Schichtenfolgen von den Granit-Gneiss-Niederlagen abscheidet. In diesem Durchschnitt würden die Laven den Thonerde-Meteoriten entsprechen; darunter würde der Peridot dem Meteoriten von Chassigny entsprechen; der Lherzolith und die übrigen zu ihm gehörigen Gesteine nähern sich sehr den Meteoriten des gewöhnlichen Typus.

Allerdings gehen die Analogieen, welche man direct zu beobachten vermag, nicht weiter; weiter reicht aber auch die Kenntniss nicht, welche wir von den tiefsten Regionen unserer Erde besitzen. Es widerstrebt nicht dem Gedanken, anzunehmen, dass die tiefsten Theile der Erde Aehnlichkeit besitzen mit denjenigen des idealen Körpers, welchen wir soeben

durch die Uebereinanderlagerung der verschiedenen Typen der Meteoriten construirt haben. Nichts beweist, mit einem Worte, dass nicht einer dieser beiden Körper den andern ergänzt.

Man wird diesen vielleicht kühnen Vergleich besser durch die folgende Tabelle verstehen, deren erste Colonne die wichtigsten Typen der Meteoriten und deren Dichtigkeiten zeigt, während die zweite die wichtigsten Gebirgsarten der Erde enthält.

I.	Dichtig- keiten.	II.	Dichtig- keiten.
—		Geschichtete Gesteine	2,6
—		Granit und Gneiss	2,7
—		Pyroxen-Laven	2,9
Thonerde-Meteoriten	3,0	—	
—		Peridot	3,3
Peridotische Meteoriten	3,5	—	
—		Lherzolith	3,5
Meteoriten des gewöhn- lichen Typus	3,5—3,8	—	
Polysideren (Sierra de Chaco)	6,5—7,0	—	
Syssideren (PALLAS)	7,1—7,8	—	
Holosideren (Charcas)	7,0—8,0	—	

Unterschiede, durch welche die Peridotgesteine der Erde von den Meteoriten getrennt werden. Es geht schliesslich aus allen diesen Thatsachen hervor, dass die Tiefen der Erde Massen enthalten, welche grosse Aehnlichkeit mit den Meteoriten besitzen.

Neben den Aehnlichkeiten indessen, welche die Peridotmassen unserer Erde mit den Meteoriten in Uebereinstimmung setzen, sind auch Unterschiede vorhanden, welche nicht minder der Beachtung werth sind.

Diese Unterschiede beziehen sich wesentlich auf die Oxydationsstufe des Eisens. Die Meteoriten, wie die Gebirgsarten der Erde, enthalten Eisenoxydul verbunden mit Kieselsäure (Silicat) und mit Chromoxyd (Chromeisenstein). Dem gegenüber fehlt der in unseren basischen Silicatgesteinen so häufige Magneteisenstein im Allgemeinen in den Meteoriten. Er wird

in denselben gewissermaassen durch gediegenes Eisen vertreten, welches seinerseits in unseren Gebirgsarten fehlt.*)"

Es giebt noch einen zweiten Unterschied ähnlicher Art, wie der vorige: die Phosphorverbindung des Eisens und des Nickels, zuerst von BERZELIUS erkannt, findet sich fast immer bei dem Meteoreisen. Ebenso wie das gediegene Eisen fehlen sie dagegen gänzlich in unseren Gesteinen, wo sie durch Phosphate vertreten sind, welche besonders in den basischen Silicat-Gesteinen häufig sind.**)

Ohne weiter bei einigen anderen Gegensätzen ähnlicher Art zu verweilen, erkennen wir als wesentlichen Unterschied zwischen diesen Meteoriten und den entsprechenden Gebirgsarten der Erde den, dass die ersteren gewisse Körper im reducirten Zustande enthalten, welche in den anderen im oxydirten Zustande enthalten sind. Alles deutet darauf hin, dass die Massen, zwischen welchen eine so grosse Aehnlichkeit der Zusammensetzung besteht, identisch gewesen sein würden, ungeachtet ihrer ungeheuren Entfernung von einander, wenn sie nicht verschiedene Einwirkungen erlitten hätten.

Wenn das in den Meteoriten ganz gewöhnliche metallische Eisen in den Gesteinen der Erde fehlt, so kann dies dadurch veranlasst sein, dass auf unserer Erde, wo die Atmosphäre Sauerstoff im Ueberschuss enthält, die Oxydation eine vollständige gewesen ist, d. h. keine Körper im metallischen Zustande übrig gelassen hat. Alles spricht dafür, dass dieser Unterschied nicht vorhanden sein würde, wenn beide Körper sich nicht verschiedenen Mengen von Sauerstoff gegenüber befunden hätten. Denn es genügt, wie die angeführten Versuche beweisen, eine theilweise Reduction der Peridot-Gesteine der Erde, um sie den meteoritischen Gesteinen ähnlich, wenn nicht denselben ganz gleich zu machen.

Peridot als allgemeine Schlacke. Die Auffassung,

*) Es ist wahr, dass man in den kohligen Meteoriten, wie in demjenigen von Orgueil, Eisenoxydul gefunden hat. Diese bilden aber eine seltene und besondere Kategorie.

***) Der Stein von Juvenas, in welchem Herr RAMMELSBURG das Eisen im Zustande der phosphorsauren Verbindung angegeben hat, bestätigt nur diese Regel; denn er enthält metallisches Eisen nur in sehr geringer Quantität. Es konnte sich deshalb nur schwer die Phosphorverbindung dieses Metalls bilden.

zu welcher wir so eben geführt worden sind, um den Ursprung der planetarischen Körper zu erklären, von welchen die Meteoriten abstammen, erläutert auch die Bildungsweise jener mächtigen Masse von Silicaten, welche die äussere Rinde des Erdkörpers zusammensetzt.

Schon im Anfange dieses Jahrhunderts hat DAVY, nachdem er die Resultate seiner bewundernswürdigen Entdeckung der Zusammensetzung der Alkalien und der Erden bekannt gemacht hatte, vorausgesetzt, dass die Metalle dieser Oxyde im Innern der Erde in freiem Zustande vorhanden sein könnten und sah er in ihrer Oxydation durch den Zutritt von Wasser und Luft die Ursache der Hitze und der Eruptionen der Vulkane.

Später ist diese Theorie erweitert worden, indem man sie auf den Ursprung der Erdrinde selbst ausdehnte, welche die mit der grössten Begierde die Verbindung mit Sauerstoff eingehenden Metalle, Kali, Natron, Calcium, Magnesium, Aluminium gerade im Zustand von Silicaten enthält, und indem man selbst die Gewässer der Meere als das Resultat der Oxydation des Wasserstoffs bei dieser allgemeinen Oxydation oder Verbrennung ansah. Sir HENRY DE LA BÈCHE, dessen Geist alle grossen Fragen der Geologie zu umfassen wusste, war einer der ersten, welche diesen Gedanken aussprachen*), den die wichtigen Beobachtungen über die Hütten-Schlacken von HAUSMANN, MITSCHERLICH und BERTHIER so gut vorbereitet hatten**) und den Herr E. DE BEAUMONT mit grosser Schärfe durch den Ausdruck: „natürliche Coupellation“ wiedergegeben hat.***)

Man erkennt ohne weitere Erläuterung, wie sehr diese theoretische Anschauung durch die Resultate bestätigt und

*) *Researches in Theoretical geology*, 1834. Die französische Uebersetzung ist im Jahre 1838 von M. DE COLLENGO publicirt worden.

**) Unter den zahlreichen Beobachtungen von HAUSMANN, welche bis 1816 zurückgehen, muss ich seine Arbeit: *De usu experientiarum metallurgicarum ad disquisitiones geologicas adjuvandas* (Göttinger gelehrte Anzeigen 1837) hervorheben. Auch ist es billig, daran zu erinnern, dass MITSCHERLICH bereits 1823 die Formen des Peridots und des Pyroxens in Krystallen metallurgischer Schlacken erkannt hat. (Abhandl. der Kön. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1823, p. 25.)

***) *Bulletin Soc. géol. 2^e série*, t. IV, p. 1326. 1847.

schärfer begrenzt wird, welche ich bei der Synthese der Meteoriten erhalten habe.

Nach obigen Erörterungen wird die Annahme natürlich erscheinen, dass die Peridotgesteine, deren Wichtigkeit für die Zusammensetzung der tiefen Regionen unseres Erdkörpers wir erkannt haben, den gleichen Ursprung haben, wie dieselben Silicate, welche Bestandtheile der Meteoriten bilden.

Diese Peridotgesteine würden auch auf unserem Planeten das directeste Product einer Verschlackung sein, welche sich zu einer äusserst fern liegenden Zeit vollzogen hat.

Es ist wesentlich, sich über das Wort Verschlackung richtig zu verstehen.

Wenn man ein Bad geschmolzenen unreinen Gusseisens bei Berührung mit der Luft in Fluss erhält, so oxydirt sich das Eisen sowie gewisse mit ihm verbundene Körper, worunter Silicium der wichtigste ist. Diese Oxydation erzeugt ein Eisen-Silicat, welches die obere Decke des Metallbades bildet. Es ist eine echte flüssige Schlacke. Durch Abkühlung wird sie teigig, demnächst fest werden und alsdann eine dichte, steinige, krystallinische Structur annehmen, eine solche mit einem Wort, welche ganz verschieden ist von jenen aufgeblähten, schwammigen Körpern, welche man vulkanische Schlacken genannt hat. Eine jener metallurgischen Verschlackung ähnliche also ist es, welche wir meinen, wenn wir von einer Verschlackung des Erdkörpers reden. Diese Erklärung erstreckt sich selbstverständlich nicht auf die Bildungsweise der Feldspath-Gesteine, wie z. B. des Granits, welche, wie wir oben sahen, die Magnesia-Gesteine überlagern. Erstere unterscheiden sich von den Peridotgesteinen durch drei wesentliche Charaktere und haben sich nicht nur mit einer bedeutend grösseren Menge Kieselsäure und anderer Basen, sondern auch sicherlich unter verschiedenen Verhältnissen gebildet.

Viele Geologen nehmen in der That an, dass diese Feldspathgesteine sich nicht einfach auf trockenem Wege gebildet haben, was wir als die wahrscheinliche Entstehungsweise der tief liegenden peridotischen Gesteine nachgewiesen haben, sondern dass sie unter Mitwirkung besonderer Agentien, wie u. a. des Wassers, entstanden sind. Wie dem auch sei, so könnte man in denselben, namentlich in den Trachyten, jedenfalls das entgegengesetzte Endglied der Reihe der bei der allgemeinen

Verschlackung gebildeten Silicatgesteine erblicken. Der Gegensatz dieser beiden verschiedensten und am besten charakterisirten Typen liegt nicht allein in der mineralogischen Zusammensetzung und den Verhältnissen der Krystallisation, sondern auch in der Dichtigkeit der Massen und ihrer Lage in nothwendiger Weise sehr verschiedenen Tiefen.

Wenn wir sagen, dass die Gesteine der Erde kein gediegenes Eisen enthalten, so kann dabei offenbar nur von denjenigen Massen die Rede sein, welche durch Eruptionen unserer Forschung zugänglich geworden sind, Massen, welche gegenüber der grossen Dimension unseres Planeten gewissermaassen nur einen Mantel desselben bilden. Nichts beweist, dass unterhalb jener thonerdehaltigen Massen, welche beispielsweise in Island Laven von so grosser Aehnlichkeit mit den Meteoriten des Typus von Juvenas geliefert haben, dass unterhalb unserer Peridotgesteine, welchen der Meteorit von Chassigny so nahe steht, sich nicht lherzolithische Massen finden sollten. In welchen gediegenes Eisen sich zu zeigen begänne, solche Massen also, welche mit den Meteoriten des gewöhnlichen Typus übereinkommen würden; darunter alsdann eisenreichere Typen, wie die Meteoriten uns deren eine Reihe mit wachsender Dichtigkeit zeigen, von denjenigen an, bei welchen das Eisen etwa die Hälfte des Gewichts des Gesteins beträgt, bis zum gediegenen Eisen.

Einige Thatsachen möchten diese Anschauungsweise unterstützen. So hat sich das Platin, welches durch seine grosse Dichtigkeit wahrscheinlich von Anfang an in die tiefsten Regionen versetzt worden ist, nach Herr ENGELHARDT mit gediegenem Eisen zusammen gefunden. Jedenfalls ist dies Metall mit Eisen in einer 10 pCt. übersteigenden Menge des letzteren legirt, was genügt, um es stark magnetisch zu machen. Man kann hinzufügen, dass, wenn im Ural das Platin niemals auf seiner Ursprungs-Lagerstätte gefunden worden ist, es sich doch häufig in Chromeisenstein eingewachsen und selbst noch mit Bruchstücken von Serpentin verwachsen gefunden hat. *)

Durch letzteres Zusammenvorkommen scheint dieses Metall uns einen neuen Beweis dafür zu liefern, dass in bedeutender

*) G. ROSE, Reise nach dem Ural, Bd. II., S. 390. LE PLAT, Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1846.

Tiefe Magnesia-Gesteine von der Familie des Peridots vorhanden sind.

Allgemeine Bemerkung. Das Privilegium der Allgegenwart des Peridots sowohl in den Gesteinen der Tiefe, als in den Meteoriten erklärt sich nach den obigen Versuchen dadurch, dass er gewissermaassen die allgemeine Schlacke ist.

Man könnte aus dem Vorhergehenden schliessen, dass der Sauerstoff, welcher für die organische Natur so wesentlich ist, auch bei der Bildung der Planetenkörper eine wichtige Rolle gespielt hat. Fügen wir noch hinzu, dass ohne ihn kein Ocean gedacht werden kann, keine jener grossen Wirkungen an der Oberfläche und in der Tiefe, deren Ursache das Wasser ist.

So gelangen wir dazu, die Grundlagen der Geschichte unseres Erdballs zu berühren und die bereits durch die Aehnlichkeit der Zusammensetzung enthüllten Bande der Verwandtschaft unter den Theilen des Weltalls, deren Natur zu kennen uns vergönnt ist, noch enger zu knüpfen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1869-1870

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Daubrée

Artikel/Article: [Synthetische Versuche bezuglich der Meteoriten, Vergleiche und Schlussfolgerungen, zu welchen diese Versuche führen. 415-451](#)