

GEOLOGISCHE UND GEOGRAPHISCHE
EXPERIMENTE.

VON

ED. REYER.

II. HEFT:

VULKANISCHE UND MASSEN-ERUPTIONEN.

LEIPZIG, 1892.

WILHELM ENGELMANN.

Alle Rechte, besonders das der Uebersetzung vorbehalten.

Bewegung der Lavaströme. Ueberrollen.

Seife, mit wenig Wasser gekocht, gibt eine langsam sich deformirende Masse. Dünn aufgestreutes Lehmpulver bildet eine zarte Kruste, welche durch die strömende Bewegung in kleine Partikel zerrissen wird. Etwas dicker gestreuter Gyps bildet grössere, haltbare Schollen.

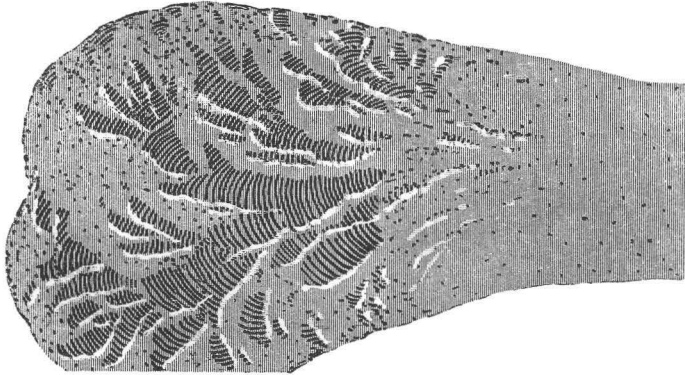


Fig. 1.

Fig. 1, Exp. 156: Dünne Lehmkruste mit radialen Rissen und peripherischen Runzeln.

Fig. 2: Oberfläche eines Stromendes mit zwei Theilstrichen (weisse Linie und schwarze Punkte), darunter Fig. 3 das Profil, in welchem die bezeichnete Partie zwischen den zwei Theilstrichen durch eine schwarze Linie markirt ist. In den folgenden zwei Figuren sieht man, wie der rechte Theilstrich bis an

das Stromende herantritt; in Fig. 6, 7 nähert sich der linke weisse Theilstrich dem Stromende, während der rechte Theilstrich unter dem Stromende begraben erscheint.

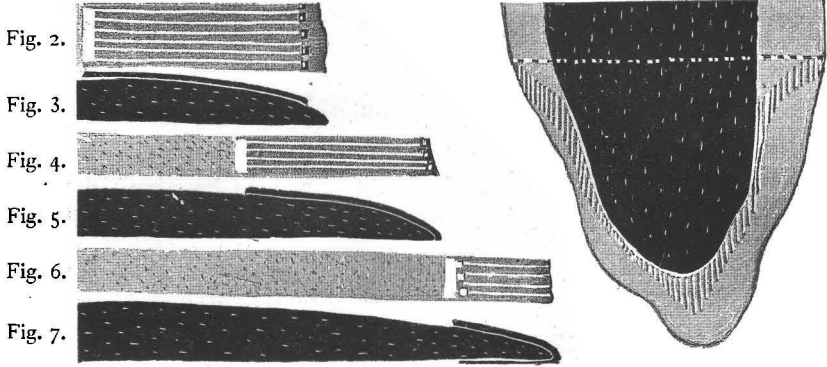


Fig. 8.

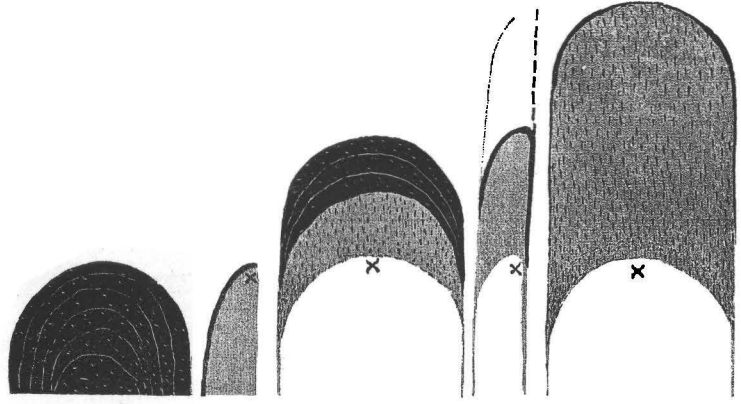


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

Fig. 8: Der punktirte horizontale Theilstrich wird infolge des Strömens gezerrt, wie die Serie senkrechter weisser Linien zeigt. Am Rande tritt Erstarrung ein; nur die mittlere schwarze Partie strömt weiter.

Fig. 9: Oberfläche, Fig. 10: Profil: Stromende von einem Strich an bestreut (schwarz). Die schwarze Streufläche rückt in Fig. 11 und Profil Fig. 12 vor, und zwar erscheint sie vom

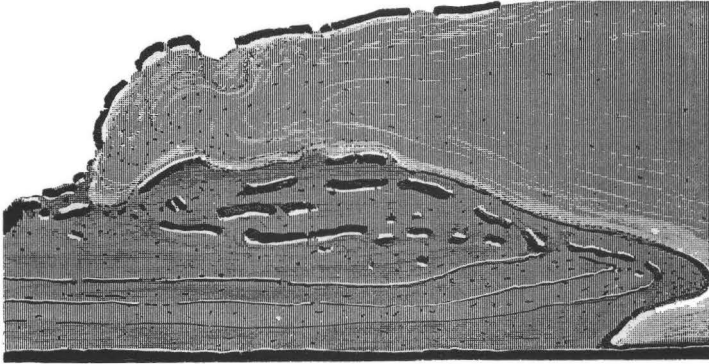


Fig. 14.

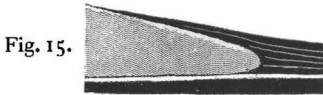


Fig. 15.

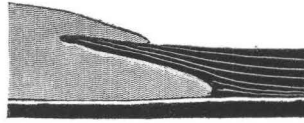


Fig. 16.

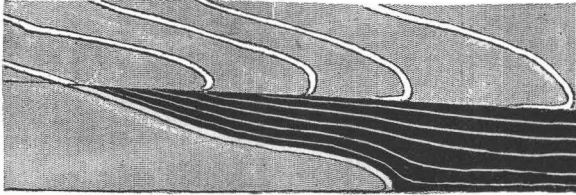


Fig. 17.

alten Stromende x an unter dem Strom begraben (graue Fläche); nur eine sichelförmige Partie der schwarzen Oberfläche ist noch sichtbar. In Fig. 13 ist die ganze schwarze Oberfläche der Fig. 9 begraben (graue Fläche), und zwar nahezu auf die doppelte Länge ausgewalzt.

Fig. 14, Exp. 33: Ueberrollter Strom. Die angelagerten Sedimente und die Stromkruste bilden eine Grundbreccie.

Fig. 15: Stromende mit angelagerten Sedimenten. Fig. 16: Nachschübe bedingen eine Ueberlappung. Profil Fig. 17: Successive Stadien einer solchen scheinenden Abschiebung (weisse Linie).

Fig. 18.

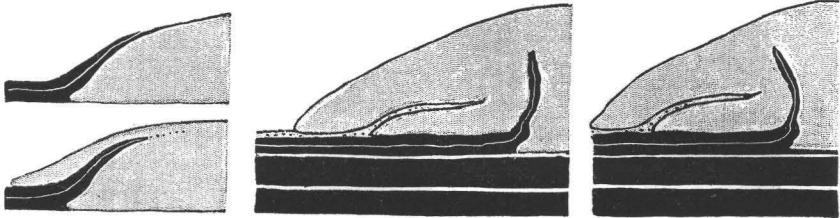


Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

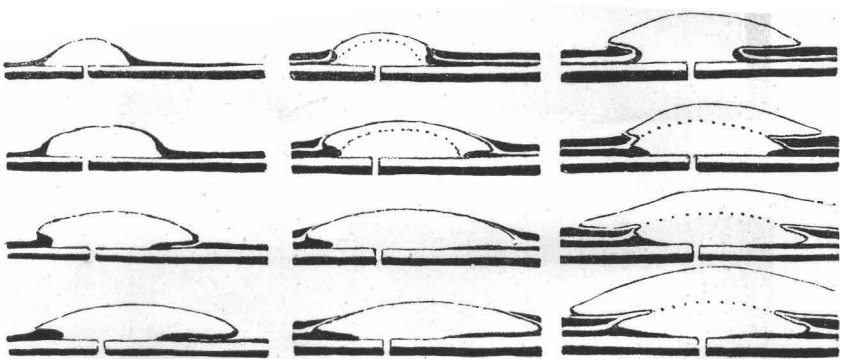


Fig. 22—33.

Vicariren von Eruptiv- und Sedimentzungen.

Fig. 18, Exp. 34: Ein Erguss mit überlagernden Sedimenten. Der Nachschub bildet eine weit übergreifende Decke, Fig. 19. Ein Sedimentlappen wird durch die nachströmenden Massen steiler aufgestellt: Fig. 20, 21.

Fig. 22—33: Ein- und zweiseitige Ueberstülpung, wiederholte Uebergüsse, successive Stadien.

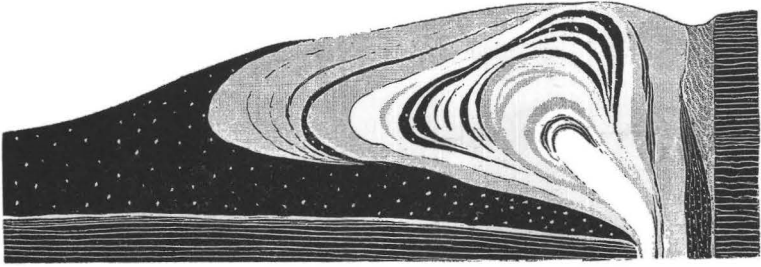


Fig. 34.

Fig. 36.

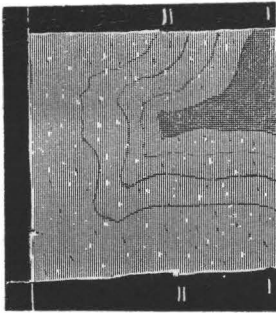


Fig. 35.

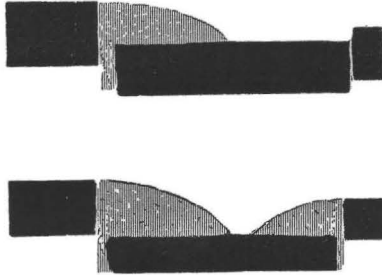


Fig. 37.

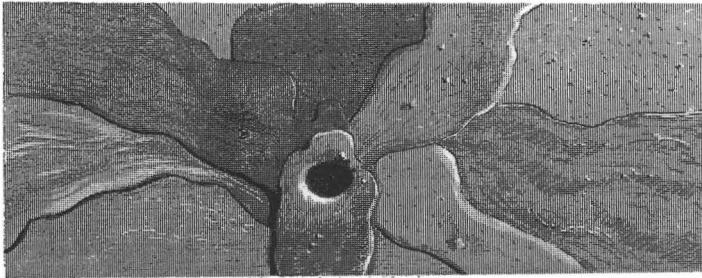


Fig. 38.

Fig. 34, Exp. 136: Einseitiger Erguss, der sich in einem Senkungsfeld an den hohen Verwerfungsflügel rechts anlehnt (Typus Malgola, Predazzo).

Oberfläche Fig. 35: Ausfüllung kastenförmiger Bruchfelder (Typus Klausen). Fig. 36, 37 = Profile I, II.

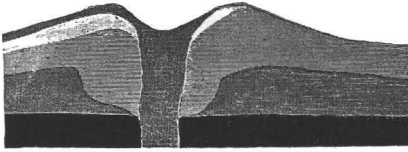


Fig. 39.

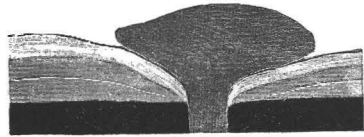


Fig. 40.

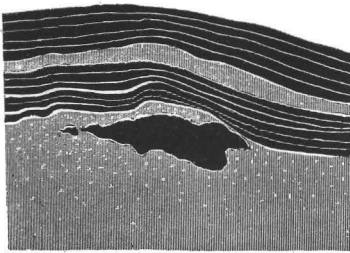


Fig. 41.

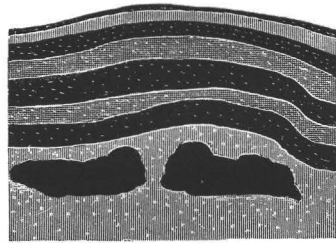


Fig. 42.

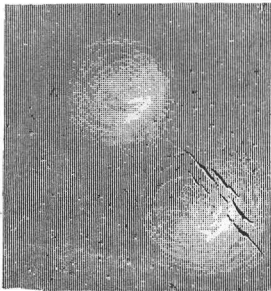


Fig. 43.

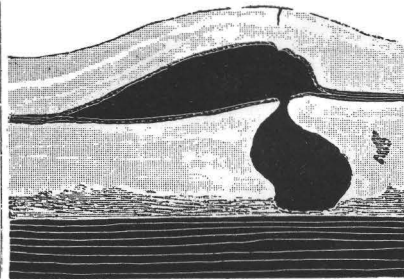


Fig. 44.

Fig. 38, Exp. 185: Stromvulcan (Typus Mauna Loa).

Profil Fig. 39: Stromvulcan mit Kraternachsackung.

Profil Fig. 40: Stromvulcan mit Kraterkuppe.

Blasenbildung (Exp. 120—135).

Wenn in einer weichen Eruptivmasse mit zäher Erstarrungskruste und Sedimentdecke Gase empordringen, wird die Kruste durch die sich bildenden Blasen gehoben (Tumor).

Fig. 41: Mehrere starre Schichten werden durch Blasenbildung gehoben; wenn Erstarrung eintritt, ist der Tumor permanent (Blase schwarz).

In Fig. 42 staffelförmige Flexuren im Tumor.

Oberfläche Fig. 43: Doppelblase; Profil Fig. 44, Exp. 220: Blase in zwei Horizonten. Risse in der äussersten Schichte.

Gänge. Bewegung des Magmas.

Oberfläche Fig. 45 und Profil Fig. 46: In West, am Kratergehänge eine mit Lava erfüllte (schwarze) klaffende Spalte. In der Ebene erfolgt der Ausfluss der Lava (x).

Fig. 45.

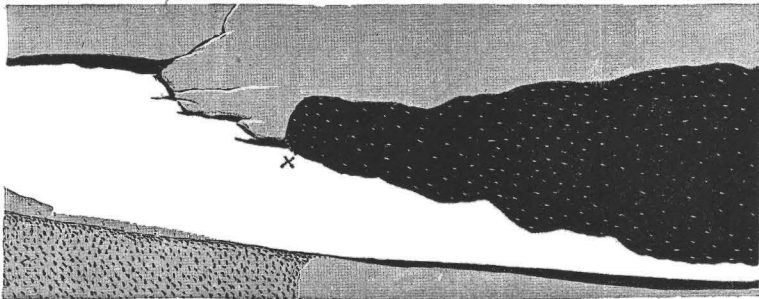


Fig. 46.

Oberfläche Fig. 47: Verwerfung; aus dem Gang ergiesst sich ein Strom (welcher auf einer längeren Strecke mit dem Gang zusammenhängt) einseitig über die tiefere Verwerfungsscholle. Profil Fig. 48.

Fig. 49, 50: Zwei Parallelprofile; auskeilender, unterbrochener Gang mit Lagerapophysen hängt mit oberflächlichem Erguss zusammen (helle Massen).

Querschnitt Fig. 51: Bewegung von hellem schlierigen Magma in einem Gang (Wandgestein dunkel). Elliptische

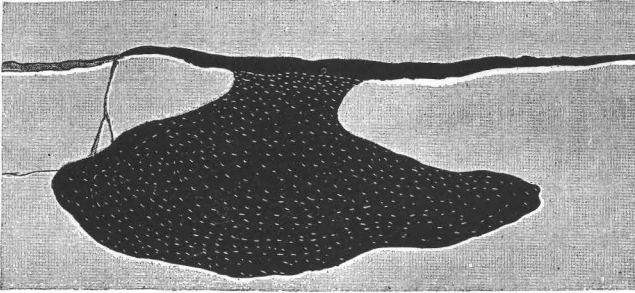


Fig. 47.



Fig. 48.

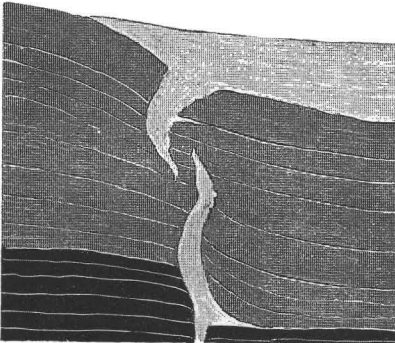


Fig. 49.

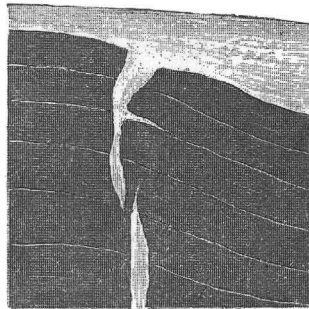


Fig. 50.

Anordnung der älteren Schlierenmassen; zentrale elliptische Masse = jüngstes Magma.

Analog Fig. 52: Gang mit zwei schlierigen Centren.

Längsprofil Fig. 53, Exp. 76, zeigt plastische Schichten, welche in eine Gangspalte nach unten eindringen. Der weiße Strich markiert die Lage der festen Basis. Die tiefsten

breiigen Massen sind bereits in die Spalte eingetreten, während die ferneren Magmaschichten nahe der Oberfläche sich wenig deformiert haben.

Fig. 51.

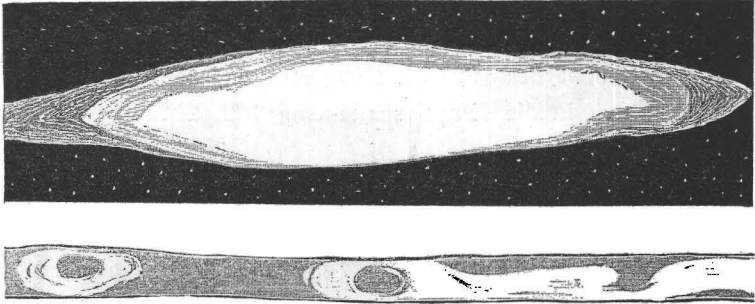


Fig. 52.

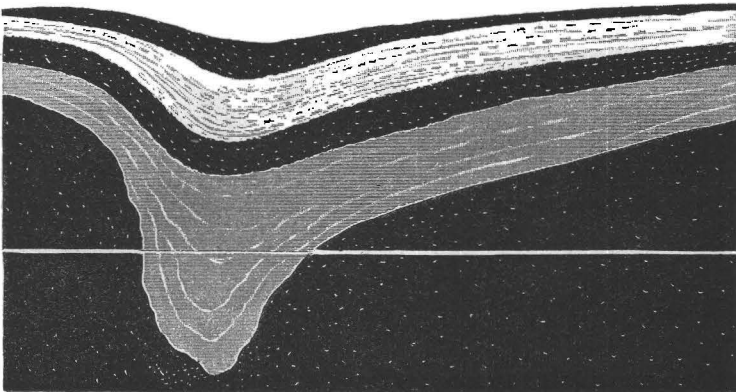


Fig. 53.

Das Zuströmen des subterranean Magmas gegen die Eruptionsspalte wird studirt, indem man verschiedene Straten des Magmas quadrirt und die Deformirung der Quadrate notirt. Analoge Verhältnisse treten ein, wenn man die Magma-

straten auf einer perforirten Basis ruhen und nach unten abfliessen lässt.

Fig. 54, Exp. 120: Neun Quadrate alternirend gefärbt (Schachbrett). Grosses Umfangsquadrat = ursprüngliche Ausdehnung der neun Quadrate. Die innere Figur zeigt die Deformation des quadrirten Gebietes infolge der eruptiven Förderung. Der Förderschlot (= punktirter Schlitz in Fig. 54) liegt im Gebiete des mittleren Quadrates, und dieses wird demgemäss rasch in die Eruptivspalte eingedrängt.

Fig. 54.

Fig. 55.

Fig. 56.

Fig. 57.

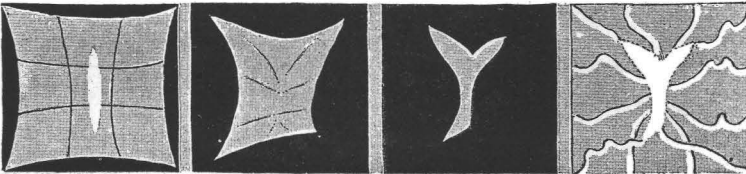
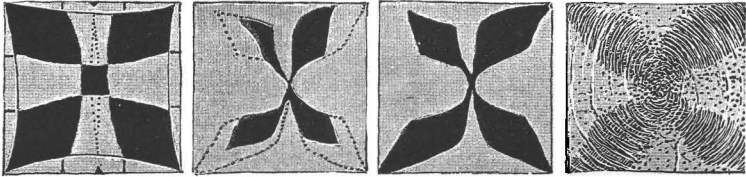


Fig. 58.

Fig. 59.

Fig. 60.

Fig. 61.

Fig. 55, 56 zeigen ein ferneres Stadium in zwei übereinander liegenden Schichten.

Analog Fig. 58, 59. In Fig. 60 sind die neun Quadrate bis auf drei Lappen bereits im Gang verschwunden; in Fig. 61 sind die Wege der einzelnen Theilungspunkte notirt; dieselben wandern in Schlangenlinien gegen den Gang. Die nächsten Punkte treten zuerst in den Eruptionsgang ein.

Die Punkte, welche gleiche Wege zurücklegen, liegen in einer sphäroidalen Fläche (Isorheon), wenn das Magma homogen ist. Haben einzelne Straten des Magmas verschiedene Con-

sistenz, so tritt Complication ein. Das Material der weichen Schicht strömt aus weiterem Umkreise gegen die Eruptionsspalte zu, während die starrereren Schichten sich nur wenig deformiren.

Fig. 57, Exp. 120: Unter dem weichen Magma lag eine halbstarre Schichte, darunter wieder weiches Magma. Die starre Schichte wurde infolge des Andranges der weicheren Massen buckelig aufgetrieben. Das innere Quadrat wurde, als die Schichte noch mässig plastisch war, in die Eruptionsspalte getrieben, während die vier äusseren Quadrate zu langen Lappen ausgewalzt wurden. Als die Schichte erstarrt war, wurde

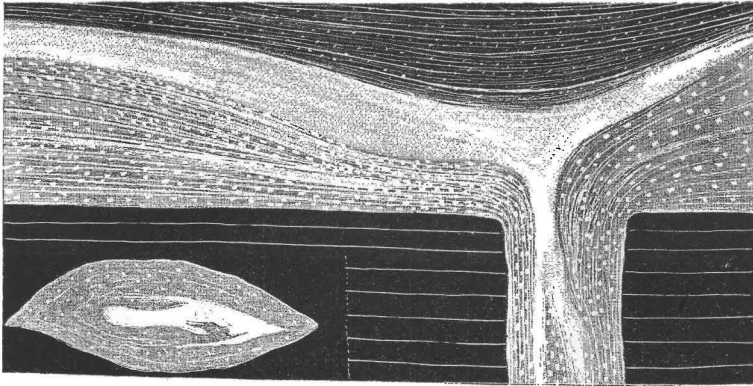


Fig. 63.

Fig. 62.

sie durch das nachdringende Magma zerbrochen; peripherische und radiale Brüche in Fig. 57. Bei fortgesetzter Eruption werden solche starre Zwischenschichten (Schlieren) zertrümmert und als Breccien gefördert.

Da basische Substanzen im granitischen Magma zuerst erstarren, werden solche basische Zwischenschichten und Schlieren häufig als Einschlüsse mitgefördert.

Wir verfolgen das Magma auf seinem Wege durch die Eruptionsspalte weiter: Die centralen, weissen Theile in Fig. 62,

Exp. 123, sind bereits in die Spalte eingetreten, die flach wannenförmig niedergetriebenen Schlieren drängen sich ein und erhalten die Gestalt eines Trichters. Fig. 63 Querschnitt dieses schlierigen Ganges.

Bruchkrater, vulcanische Stöcke, „Necks“.

Im Gebiete der Spaltweitung entstehen oft weitgreifende, meist elliptische Einbrüche; die Weitung wird zum Theile von Lava ausgefüllt; hiedurch entstehen „Necks“ (vulcanische Stöcke).

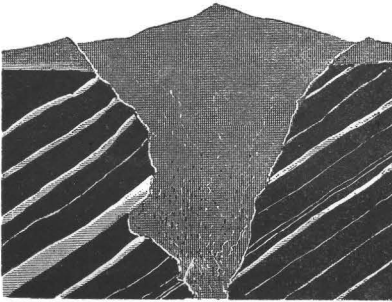


Fig. 64.

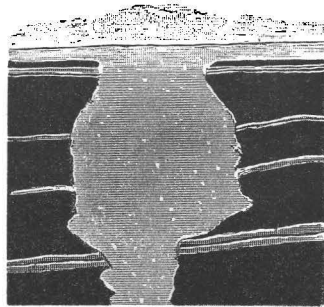


Fig. 65.

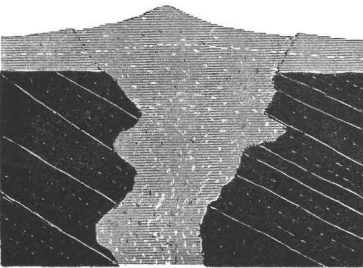


Fig. 66.



Fig. 67.

Profil Fig. 64, Exp. 90: Trichterförmiger Einbruch mit Lava (Gyps) ausgefüllt; analog Fig. 65, 66 und 67. Wo die Schichten brüchig sind, entstehen weite Bruchräume, wo

sie fest sind, bleibt der Schlot eng. In Fig. 67 senkt sich das ganze Gebiet nach einer Verwerfung; es wurde nicht wie in den anderen Fällen alles Bruchwerk durch die eruptive Förderung beseitigt, sondern nur einzelne Weitungen füllten sich mit Lava.

Bathyskopie.

Die Lage eines unter Eruptivmassen begrabenen Eruptivganges lässt sich oft aus der Gestalt der Massen deduciren; sie entspricht der längeren Axe der elliptischen, kuppigen Auf-

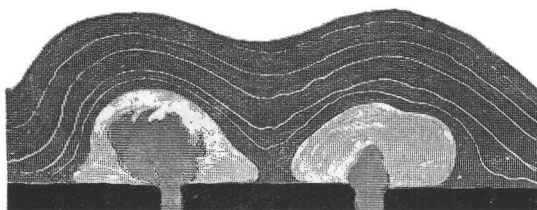


Fig. 68.

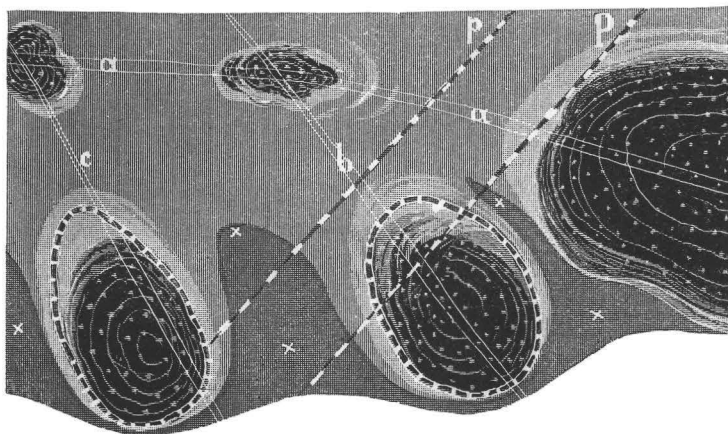


Fig. 69.

treibung. In Profil Fig. 68, Exp. 174, schliesst man aus der Form der Sedimentdecke auf die Gestalt der Eruptivmassen und aus dieser auf die Lage des Ganges. In Fig. 69, Exp. 116,

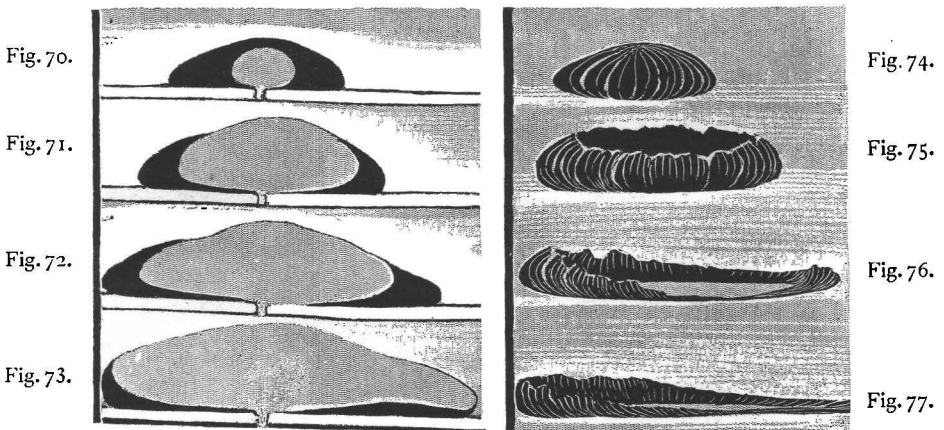
sieht man mehrere elliptische (dunkle) Auftreibungen in einer weiten Eruptivdecke (Granitdome der Sierra Nevada). Die Lage der Spalten, aus welchen das Magma erumpirte, entspricht den grossen Axen.

a, b, c Gänge, welche unter der Decke verborgen liegen. Dunkle Gebiete xx = Depressionen zwischen den Kuppen. Profile P, p analog Fig. 68.

Die elliptischen Kuppen erleiden Ablenkungen, welche verursacht werden durch den gegenseitigen Druck der Eruptivmassen und durch das Gleiten der Massen über eine geneigte Basis.

Deformation der Ergussoberfläche. Ueberrollen. Sprengung der Kruste.

Profil Fig. 70—73, Exp. 106: Ein kuppiger Erguss in vier successiven Stadien. Die schwarze Erstarrungskruste des



Stadiums Fig. 70 platzt im Zenith und wird durch die Nachschübe seitlich abgeschoben und überrollt. Die zwei Hälften der Kruste in Fig. 71 sind im Stadium der Fig. 73 bereits unter

den Nachschüben begraben. Die schwarze Kruste Fig. 74 ist in Fig. 75 in einen Ring verwandelt und in Fig. 76, 77 bis auf einen Rest gänzlich begraben.

Fig. 78, Exp. 107: Die unter der Eruptivmasse begrabene alte Erstarrungskruste hat die Form eines lappigen Kranzes

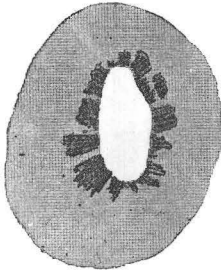


Fig. 78.

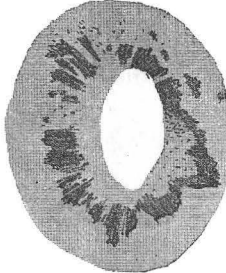


Fig. 79.

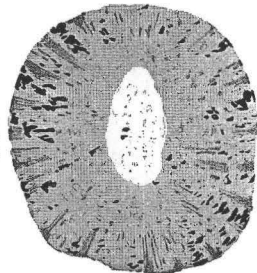


Fig. 80.

Fig. 81.

Fig. 82.

Fig. 83.

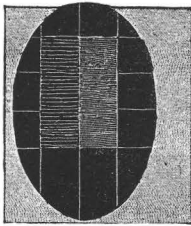


Fig. 84.

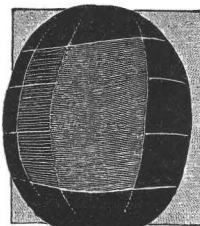


Fig. 85.

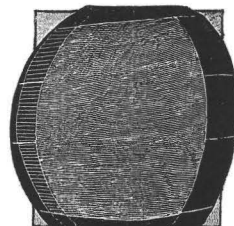


Fig. 86.

mit radialen Zerspaltungslücken (dunkelgrauer Ton). Analog Fig. 79, 80.

Fig. 81, Exp. 40: Die Oberfläche eines Fladens wird quadriert, es erfolgen Nachschübe, die sechs Quadrate, beziehungsweise die zwei verschieden schraffirten Rechtecke innerhalb der schwarzen Ellipse werden deformirt: Fig. 82, 83. Unterhalb der Aufblicke sieht man die entsprechenden Profile (Fig. 84—86).

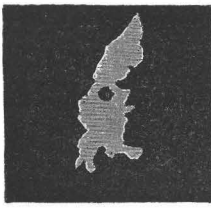


Fig. 87.

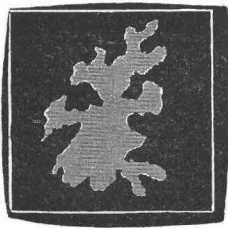


Fig. 88.

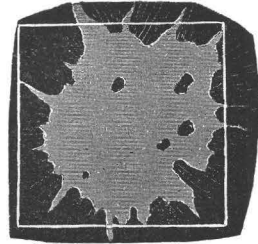


Fig. 89.

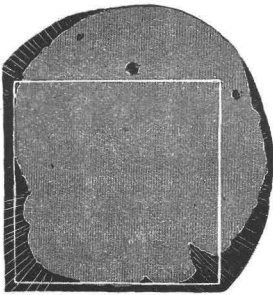


Fig. 90.

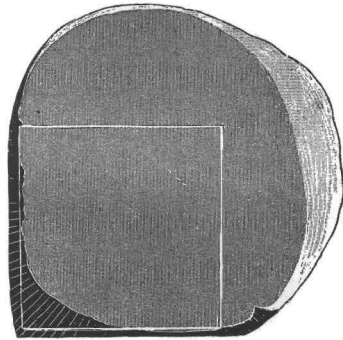


Fig. 91.

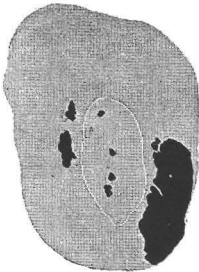


Fig. 92.



Fig. 93.



Fig. 94.

Fig. 87, Exp. 36: Ein Normalquadrat im Hangenden einer kuppigen Eruptivmasse mit dunkler Kruste. Helle Nachschübe verursachen Zerreiſsung und Deformierung der Quadrate; fünf Stadien, Fig. 87—91. In den letzten Stadien wird die

Kruste in Form eines Kranzes begraben. Reste der dunklen Kruste in Fig. 90, 91 umkränzen die jüngeren hellen Nachschubmassen.

Fig. 92—94: Helle centrale Ellipse = ursprüngliche Ausdehnung des Massenergusses mit schwarzer Kruste. Infolge von Nachschüben breitet sich die Masse einseitig oder allseitig aus (graue Massen). Die alte schwarze Kruste bleibt schwimmend zum Theile erhalten, zum Theile wird sie in Form eines Kranzes begraben (dunkelgrau, radial schraffirt).

Ausheilung der Krustenrisse.

Fig. 95, Exp. 32: Wenn Krustenrisse entstehen, wird das Magma im Grunde des Risses entblösst, und es bildet sich eine neue Kruste (Narbe). Wenn die Eruptivmasse von Sedimenten

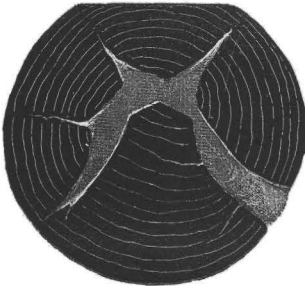


Fig. 95.

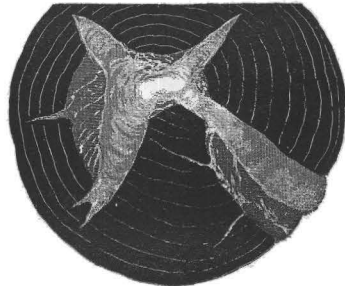


Fig. 96.

überkleidet war und Nachschübe erfolgen, werden die Zerreißungsgebiete, in welchen die Sedimentkruste fehlt, durch junge Sedimente verkleidet. Fig. 95, Exp. 32, zeigt die Oberfläche des intrusiv anwachsenden Fladens; er war ursprünglich von schwarzen Sedimenten bedeckt, diese wurden zersprengt, und nun lagerten sich graue Sedimente ab, welche die Wunden deckten. Ein neuerlicher Nachschub sprengt auch diese eben vernarbten Gebiete. Während die alte, schwarze

Sedimentkruste diesem Nachschub widersteht, erscheint die zarte, graue Narbenkruste in viele Schollen zerrissen (Fig. 96). Einzelheiten dieses Experimentes ersichtlich aus Fig. 97. Die Sedimentirung hält an, die neuen Wunden werden abermals bekleidet u. s. f. Dieser Process ermöglicht es, dass ein von Schiefer umkleidetes Granitmassiv beliebig anwachsen kann und zum Schlusse doch durchwegs von Schiefer überkleidet erscheint. Allerdings ist die Sedimentkruste an

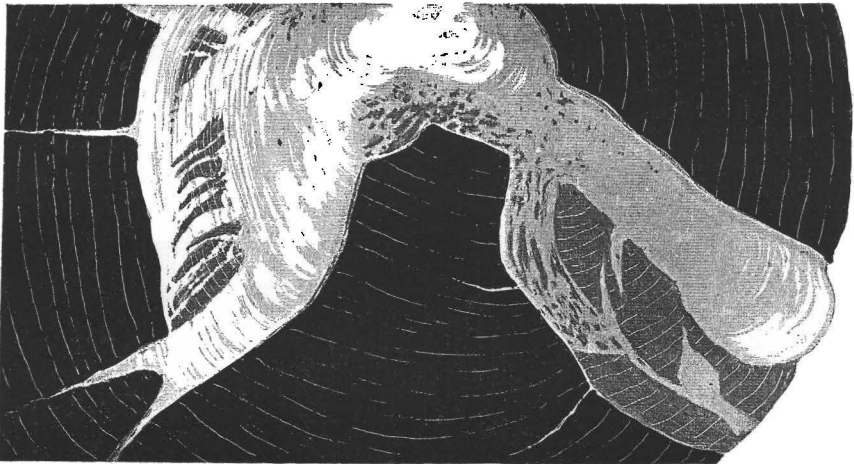


Fig. 97.

verschiedenen Stellen verschieden dick und verschiedenalterig.

Analogie: Die Rinde der Bäume wird während des Wachstumes zerrissen und bleibt doch geschlossen, da die Lücken immer durch Neubildungen ausgeheilt werden.

Fig. 98—101, Exp. 39: Zerreiſung eines quadriten Kuppengebietet, vier Stadien. Die Eintheilungspunkte des Zenithquadrates in Südost (rechts unten) werden zum Theile von den Rissen durchsetzt. Die Bruchstücke dieser Punkte

rücken immer weiter auseinander und gegen die Peripherie.
Fig. 102 zeigt die successive Deformation des bezeichneten

Fig. 98.

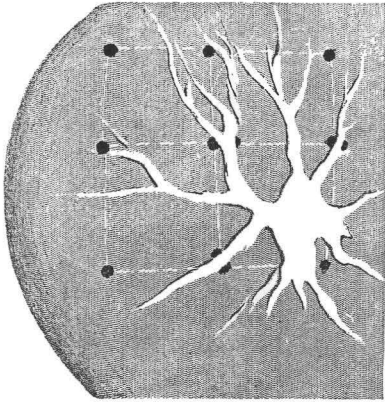


Fig. 99.

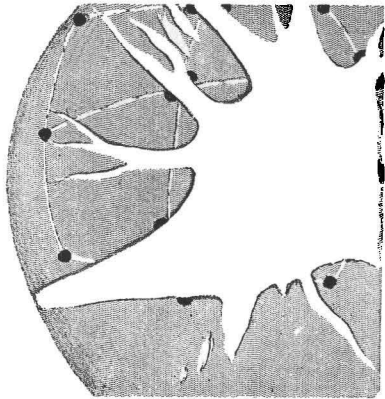
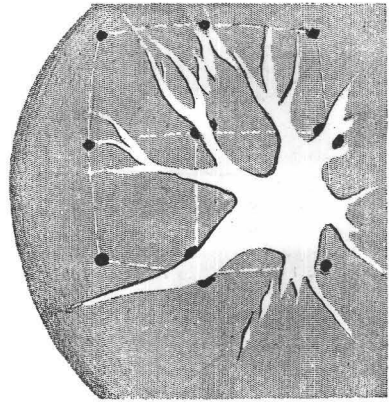


Fig. 100.

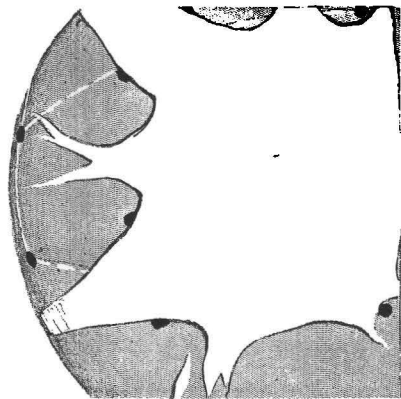


Fig. 101.

Quadrates (weisses Quadrat, beziehungsweise weisse Linien).
Die drei Winkellücken, welche von drei Ecken des Quadrates
ausgehen, zeigen die successive Erweiterung der alten
Krustenwunden.

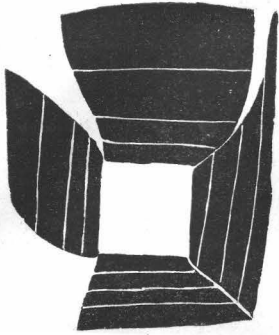


Fig. 102.

Fig. 103—105: Zerreißung und gleitende Verschiebung der Sedimentkruste einer Intrusivmasse.

Bei Fig. 105 ist die Zerreißung soweit gegangen, dass das Magma im Gebiete der Rupturen durchzubrechen begann.

Fig. 106—110 analog. Der vordrängende Magmabuckel erhält eine Kruste. Wird der An drang stärker, so erfolgt schliesslich ein lateraler Durchbruch.

Fig. 111—114: Glattes Ausheilen der Sedimentkruste bei anhaltenden Nachschüben und Zerreißungen.

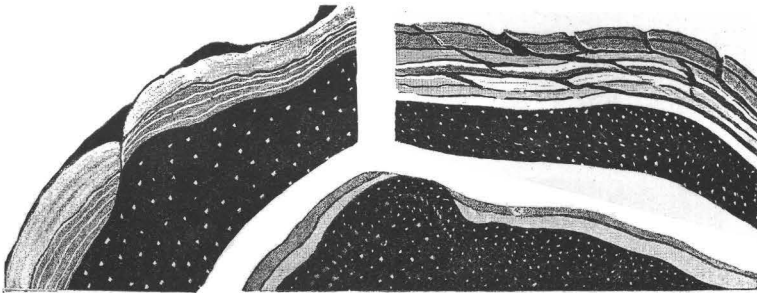


Fig. 103.

Fig. 104.

Fig. 105.

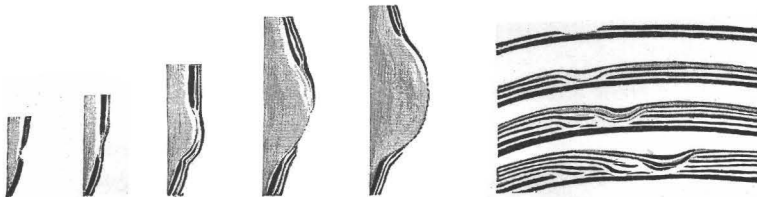


Fig. 106—110.

Fig. 111

Fig. 112

Fig. 113

Fig. 114

Depression und Deformation der Kruste durch die geförderten Massen.

Profil Fig. 115: Dunkelgraues, weiches Magma (horizontal schraffirt), bedeckt von zähem hellgrauen Magma. Gase durchbrechen die zähe Oberschichte. Das untere dunkle Magma wird

Fig. 116.

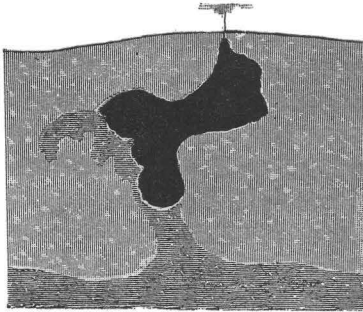


Fig. 115.

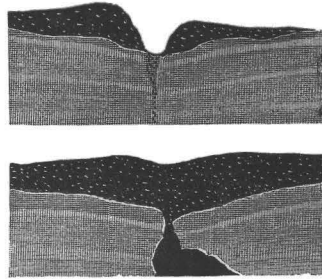


Fig. 117.

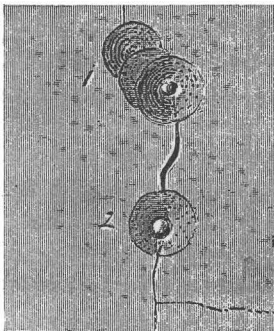


Fig. 118.

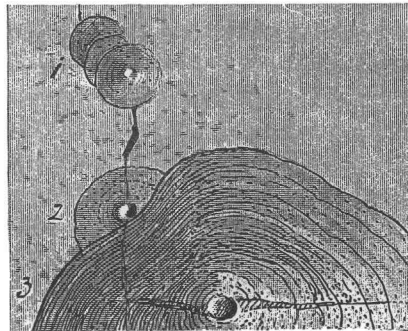


Fig. 119.

mitgerissen, dunkle Schlieren und schwarze Blase im hellen Magma.

In Fig. 116, 117 wurde schwarzes Magma aus der Tiefe gefördert und dem entsprechend trat Senkung der hellen Kruste ein.

Fig. 118—119, Exp. 237: Das Eruptionscentrum wandert; ein Riss entsteht in der Erstarrungsdecke. Zunächst brechen die Gase bei 1, dann bei 2 durch. Mitgerissenes Magma aus der Tiefe bildet zwei Krater. Riss 3 wird erweitert und nun werden alle Eruptivmassen hier angehäuft. 1 ist erloschen, 2 wird überdeckt vom grossen jungen Stromvulcan 3.

Fig. 121.

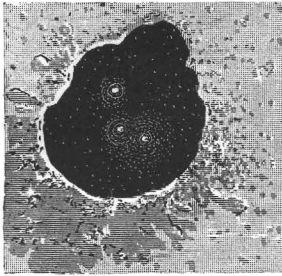


Fig. 120.

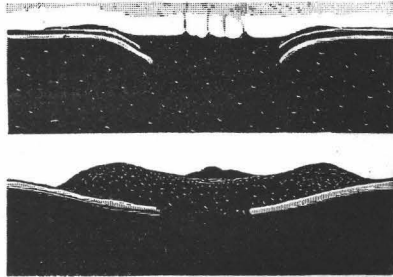


Fig. 122.

Fig. 123.

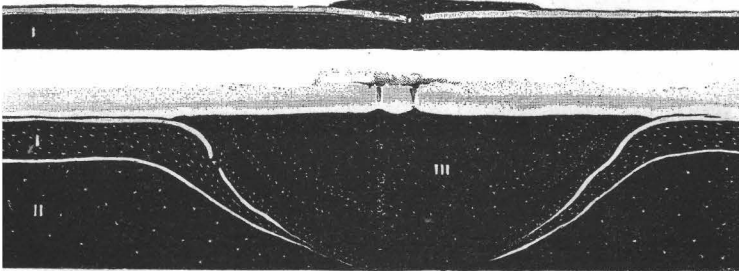


Fig. 124.

Fig. 120: Die Kruste wird durch die gefördertten Massen durchbrochen. Ein Kratersee entsteht, vgl. Profil Fig. 121; die Kruste versinkt.

Fig. 122: Ueber der deprimierten Kruste liegt ein Wallfladen mit centraler Kraterkuppe. Der Fladen erhebt sich wenig über die allgemeine Oberfläche.

Unter der zähen hellen Magmakruste I Fig. 123 folgt weiches dunkles Magma (I). Dies durchbricht die helle Kruste und bildet einen Fladen. Die helle, plastische Magmaschicht I wird deprimirt und ausgewalzt, während das Magma II sich im tiefen Senkungskessel III Fig. 124 sammelt. Die allgemeine

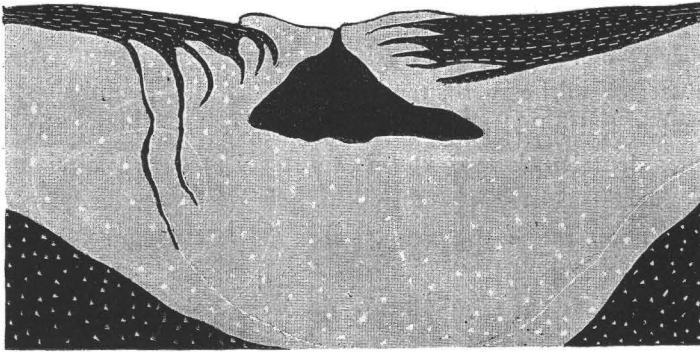


Fig. 125.



Fig. 126.



Fig. 127.



Fig. 128.

Oberfläche bleibt trotz der anhaltenden Förderung eben, weil das Material hochplastisch ist.

Fig. 125, Exp. 230: In einem tiefen dunklen Senkungskessel ruhen die jungen hellen Förderungen. Während der Eruptionen wurde anhaltend Tuff (schwarze, weiss gestrichelte Massen an der Oberfläche) aufgestreut. Im Centrum ist die Stromfacies in continuo entwickelt, gegen die Peripherie

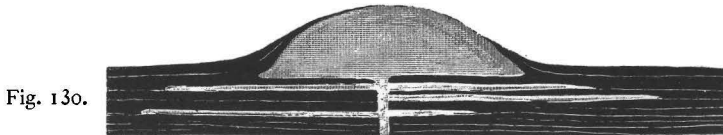
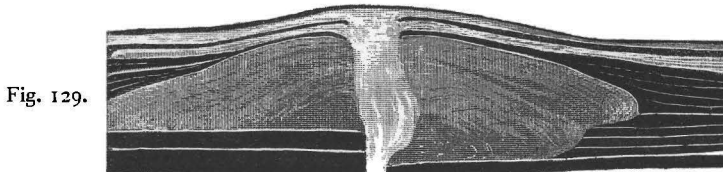
bilden die Tuffmassen eine Einheit, im Zwischengebiet wechsellagern Ergüsse und Tuff. Im Centrum der jungen Eruptivmassen eine schwarze Blasenöhle, welche nach dem Erstarren verbleibt.

Fig. 126—128, Exp. 233: Zerreißung und faltige Verbiegung der Kruste am Rande eines Durchbruchgebietes. Wandern des Durchbruches gegen links.

In den ersten Stadien der Erstarrung eines Weltkörpers müssen ähnliche Verhältnisse herrschen; die Eruptivmassen können kein Relief erzeugen, da die weiche dünne Kruste unter dem Druck versinkt (magmatisches Aequilibrium). Je mächtiger die Kruste, um so höher können in späteren Stadien der Erstarrung die gefördertten Massen aufragen. Aber auch dann tritt noch nach anhaltenden Eruptionen ein Absinken der mächtigen Erstarrungskruste ein. Vgl. Capitel: Deformation, Gebirgsbildung.

Eruptivdome, Quellkuppen.

Leichtflüssiges und zähes Magma kommen oft alternierend zur Förderung. Fig. 129: Eine helle Kuppe, von



dunklen Sedimenten überlagert, wurde durchbrochen von liquidem Magma, welches im Hangenden zwei helle Decken bildet. Profil Fig. 130: Helle Decken alternierend mit dunklen

Sedimenten werden von zähem Magma durchbrochen; über den hellen Grunddecken baut sich ein helles domförmiges Massiv auf.

Eine Eruptivkuppe wächst durch interne intrusive Nachschübe: Stadien Fig. 70—77: Die jüngere Masse wird von der älteren umschlossen wie eine Knospe von den Hüllblättern. Die alte Masse bildet eine Hülle, welche sich erweitert, zerreisst und endlich von den jüngeren Massen abgeschoben und begraben wird.

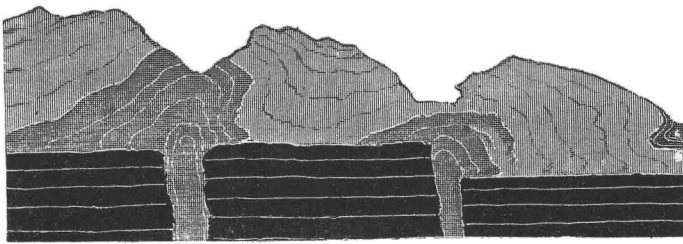


Fig. 131.

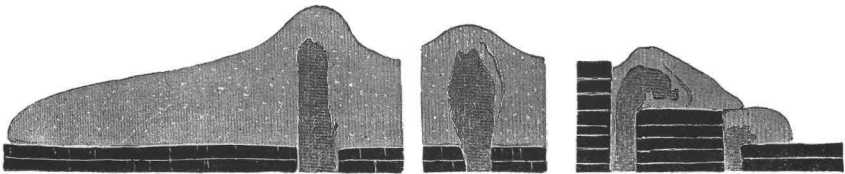


Fig. 132.

Fig. 133.

Fig. 134.

Fig. 131, Exp. 117: Die älteren Massen durch die Intrusion und Subtrusion jüngerer (dunkler) Eruptivmassen gehoben, zerrissen und abgeschoben. Wenn der Fladen schon ziemlich steif war, dringt das junge Magma in Form eines steilen Stockes empör. Profil Fig. 132, 133, Exp. 54, 124. Analog Fig. 135, 136.

Wenn das Magma an einer Verwerfungsstufe zu Tage tritt, lehnt es sich an den Hochflügel und dringt gegen

die Niederung vor, wobei auch die intrusiven Nachschübe in diesem Sinne sich deformiren; sie fliehen von der Wand. Fig. 134, Exp. 54.

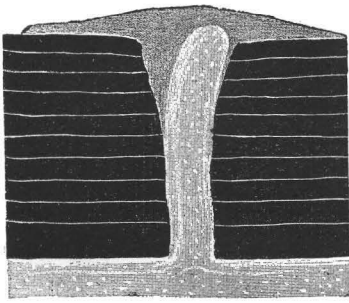


Fig. 135.

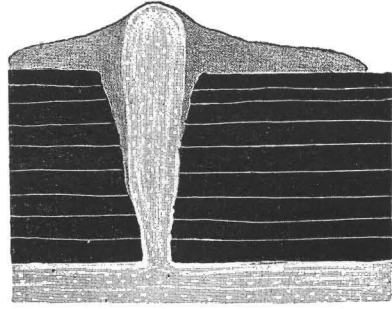


Fig. 136.

In solchen Fällen erfolgt auch eventuell Ueberschiebung in der Richtung gegen die Tiefscholle.

Durchbruch des Magmas durch die Kruste.

Die Erstarrungskruste, beziehungsweise der Sedimentmantel eines Massenergusses wird durch Nachschübe nicht nur zerrissen; das Magma dringt auch, wenn es weich genug ist, durch diese Risse an die Oberfläche.

Oberfläche Fig. 137, Exp. 161: Dunkle Kruste durch helle intrusive Nachschübe in Schollen zerrissen; Fig. 138 Profil. Das Magma dringt durch die Risse bis nahe an die Oberfläche. Desgleichen Oberfläche und zwei Profile Fig. 139—141, Exp. 165: Erguss mit Sedimentdecke, welche zerrissen wird. Bei x, Fig. 141 dringt das Magma bis an die Oberfläche; es strömt über.

Profil Fig. 142, Exp. 177: Die Sedimentdecke wird durch den Andrang des dunklen Magmas zerrissen; das Magma hat die Tendenz, in diesem Gebiete geringsten Widerstandes zu entweichen; in den angrenzenden Gebieten erfolgte dieser Durchbruch in der That. Parallelprofile Fig. 143—145.

Fig. 137.



Fig. 138.

Fig. 139.

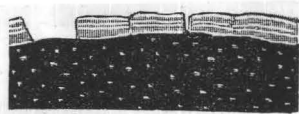
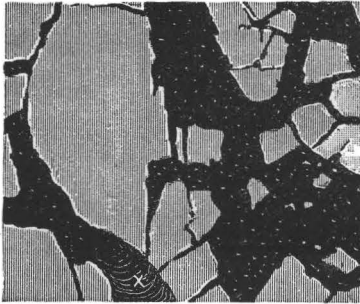


Fig. 140.

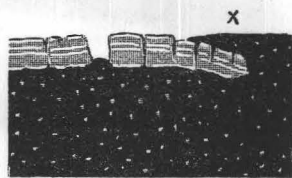


Fig. 141.

Fig. 142.

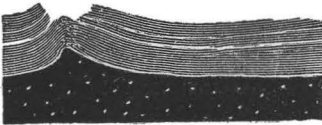


Fig. 143.

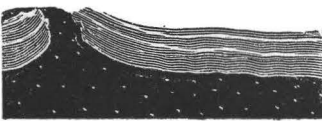


Fig. 144.



Fig. 145.

Fig. 146, Exp. 167: Reste einer zerrissenen Sedimentdecke überströmt von Magma. (Analogie: Gneisschollen im Granit.)

Fig. 147, Exp. 164, über einem Eruptivfladen I liegen plastische Sedimente II—III, darüber ein dünnes rigides Stratum IV.

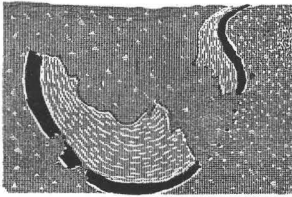


Fig. 146.

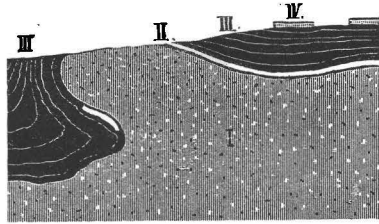


Fig. 147.

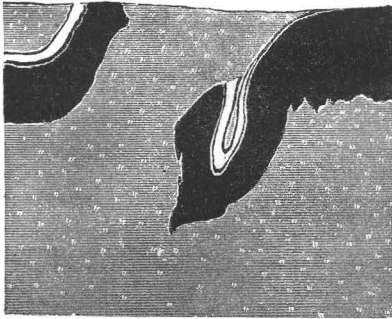


Fig. 148.

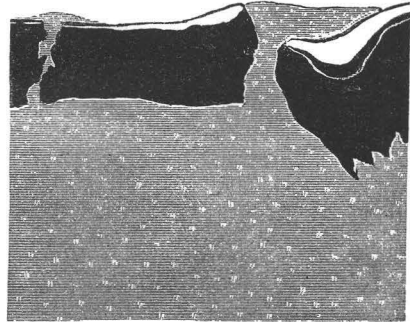


Fig. 149.

Die plastischen Sedimente werden durch intrusive Nachschübe gestaut und gezerzt, das starre Stratum wird in Schollen zerrissen.

Profil Fig. 148, 149, Exp. 166: Stauung und Zerreißung der schwarzen Sedimentdecke über einem eruptiven Erguss; das Magma bricht durch, überströmt und umhüllt die Sedimente zum Theile.

Fig. 150, Exp. 168: Ueber einem grauen Erguss wurden Sedimente (schwarz-weiss) abgelagert. Schwarze Nachschübe durchbrechen die Oberfläche, sie häufen sich in einer flachen Mulde über den Sedimenten und drücken diese in dem Masse in die Tiefe, als neues Material nachfliesst. Der Ueber-guss versinkt in einem Muldensack (eruptive Bathy-

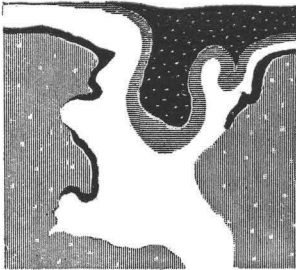


Fig. 150.

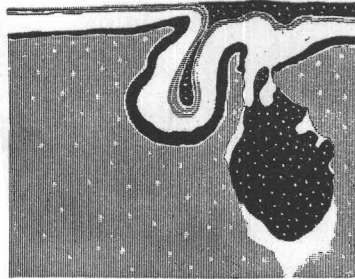


Fig. 151.

kline). Die Oberfläche der gesammten Eruptivmasse bleibt ziemlich eben, weil alles Material hochplastisch ist; es herrscht näherungsweise ein hydrostatisches (magmastatisches) Aequilibrium.

In Fig. 151 bilden die versunkenen schwarzen Massen einen Klumpen, der sich ganz abgelöst hat und nur partiell von den abgelagerten Sedimenten umkleidet ist.

Eruption intrusiver Massen.

Wenn die Consistenz des Magmas ziemlich constant bleibt und die Nachschübe so anhaltend sind, dass die älteren Massen ihre Plasticität bewahren, sind die Verhältnisse günstig für internes intrusives Wachsthum. Wenn die nachdringenden Massen viel weicher sind, insbesondere aber, wenn die alten Massen schon grossentheils erstarrt sind, brechen die Nachschübe durch. Oft treten jedoch intrusive Schwellung

und eruptive Förderung im selben Massenerguss nebeneinander auf.

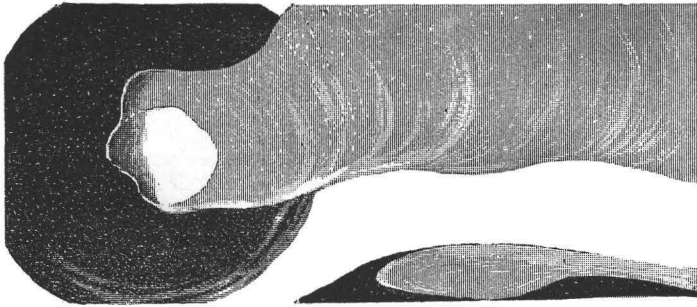


Fig. 152.

Fig. 153.

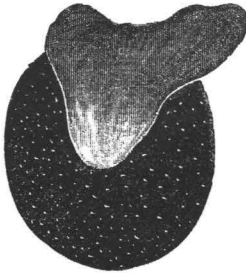


Fig. 154.

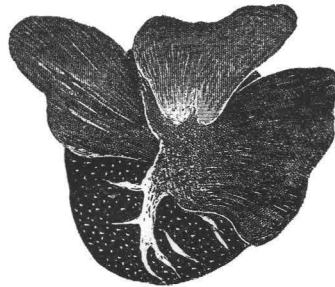


Fig. 156.

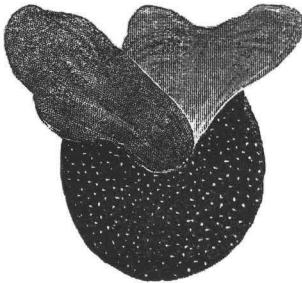


Fig. 155.

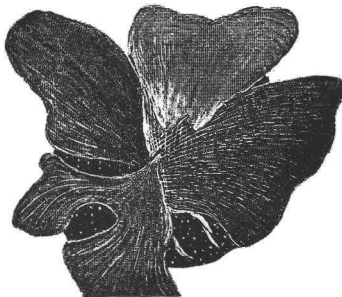


Fig. 157.

Oberfläche Fig. 152: Die helle Masse ist durch den Gipfel der dunklen Eruptivmasse hervorgebrochen.

Profil Fig. 153 zeigt, wie die hellen Massen sich zuerst intrusiv ausbreiteten, dann an einer schwachen Stelle durch-

brachen und als Gipfel- und Flankenergüsse über die älteren dunklen Massen hinabströmten.

Weisses Centrum in Fig. 152 = Ausdehnung des Nachschubes in der Tiefe des schwarzen Fladens. Der helle intrusive Durchbruch wurde in diesem Experiment herauspräpariert.

Fig. 154, Exp. 37: Aus dem Gipfel eines Fladens bricht ein Strom hervor. In den folgenden Stadien (Fig. 155—157) platzt der Fladen an mehreren

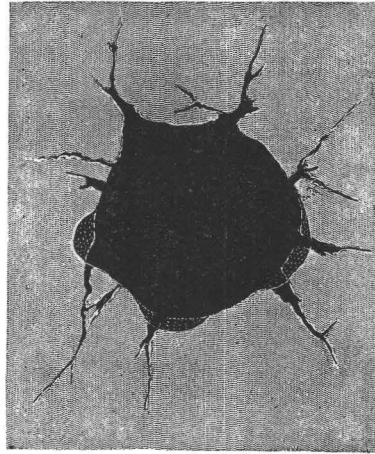


Fig. 158.



Fig. 159.

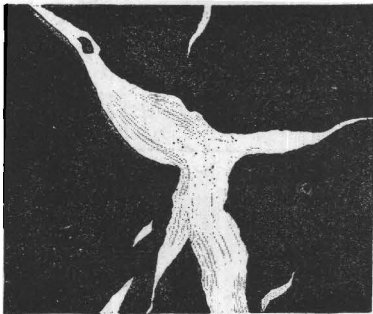


Fig. 160.

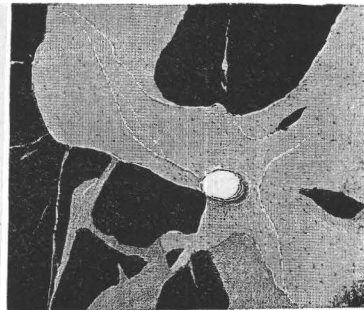


Fig. 161.

Stellen und successive kommen drei weitere Ergüsse zur Förderung (Massenvulcane ohne Gipfelkrater).

Fig. 158, 159: Oberfläche und Profil eines von Sedimenten ummantelten Massivs. Ein schwarzer Nachschub, welcher
Reyer, Geolog. u. geograph. Experimente. II.

die Ränder der radial zersprengten Sedimentkuppe zum Theil überwallt und überströmt.

Fig. 160: Radiale Zerreißung eines von Sedimenten ummantelten Massivs. Die Nachschübe, welche in den weit klaffenden Wunden anstehen, quellen über und kommen zum Erguss; sie bilden Flankenströme. Fig. 161 = zweites Stadium.

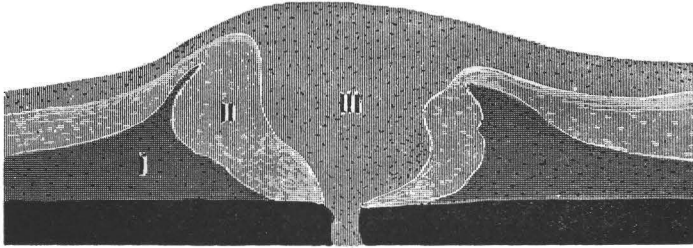


Fig. 164.

Fig. 162.

Fig. 165.

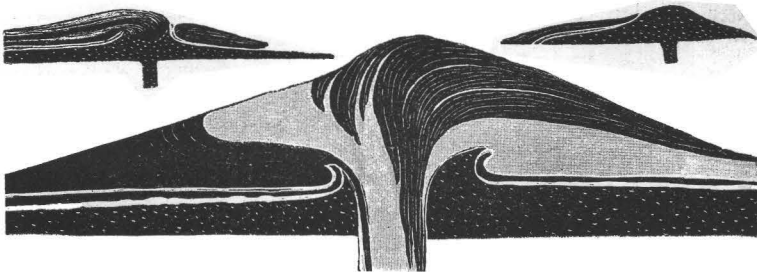


Fig. 163.

Fig. 162, Exp. 51: Die Nachschübe bilden Gipfelüberläufe, welche die schon erhärteten peripherischen Partien des Massivs überströmen und überdecken.

Fig. 163, Exp. 135: Eine weit ausgebreitete Decke ist nur noch im Kuppengebiet plastisch. Hier brechen die Nachschübe hervor, überstülpen die dünne Sedimentkruste und überströmen die alte Eruptivdecke; vgl. die Parallelprofile Fig. 164, 165 (kleiner Massstab).

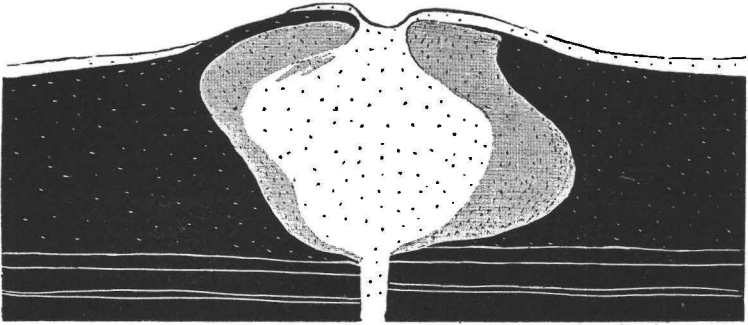


Fig. 166.

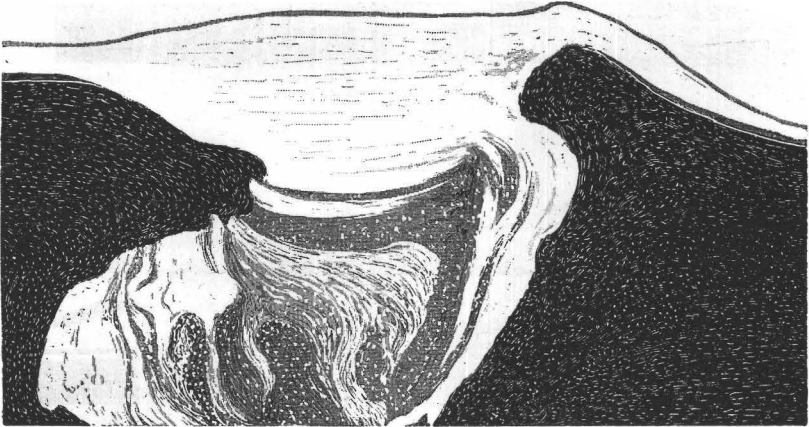


Fig. 167.



Fig. 168.

Fig. 166, Exp. III: Ein helles Massiv wächst langsam an. Die Anhäufung der schwarzen Sedimente in der Peripherie hält mit der eruptiven Förderung Schritt, so dass ein steiler Intrusivstock entsteht. Der letzte Nachschub hat einen Gipfelerguss bewirkt. Im weichen Gipfelgebiet ist das Magma zum Schluss etwas niedergesunken (Nachsacken).

Fig. 167, Exp. 46: Ein heller, schlieriger Stock wächst langsam und liefert eine Gipfeldecke.

Fig. 168: Parallelschnitt unfern des Eruptionscentrums. Die schlierige Masse bildet an der Oberfläche zwei concor-

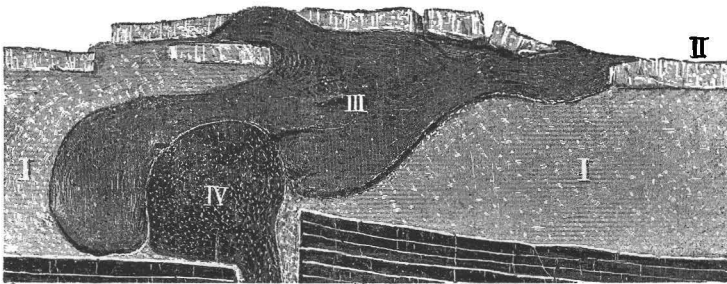


Fig. 169.

dante Decken, welche in die tiefen Massen wurzelförmig hinabgreifen.

Fig. 169, Exp. 14: Breiige Sedimente I von harten Sedimenten II überlagert. In den breiigen Sedimenten breitet sich zunächst das Magma III intrusiv aus. Die harte Sedimentdecke II bekommt Risse; nun erfolgt der Nachschub IV, welcher die ältere noch weiche Intrusivmasse III höher auftreibt und die starre Decke schollig zertrümmert. Die ältere noch nicht erstarrte Intrusivmasse III tritt an einer Stelle als deckenförmiger Erguss zu Tage (bei II).

Structur des Magmas in den intrusiven und in den éffusiven Partien des Massivs.

Massenergüsse am Festland haben den Habitus der Lava; nur wenn sie sehr mächtig sind, werden die inneren Partien mehr und mehr granitische Structur annehmen. Wenn der Massenerguss in einem Meere von mässiger Tiefe steht, erstarren die basischen und wohl imprägnirten Massen granitisch, bei etwa 1000 *m* Tiefe dürfte auch wenig imprägnirtes kieselreiches Magma granitische Structur annehmen. In den Gipfelpartien eines solchen Massivs kann sich porphyrische und Lavatextur ausbilden.

Die Structur der intrusiven Nachschübe wird den genetischen Verhältnissen gemäss variiren. So erklären sich nach meiner Ansicht jene merkwürdigen Granitmassivs, welche am Gipfel und in der Peripherie mit Porphy- und Lavamassen einheitlich verbunden sind. ¹⁾

Flankenströme und Sedimente.

Wenn ein Massenerguss bei anhaltender Sedimentirung anwächst, erfolgen oft deckenförmige Flankenströme, welche mit den Sedimenten wechsellagern. Es resultirt ein Massiv, welches peripherisch in Decken ausläuft. Wir setzen in Fig. 170, Exp. 13, die Höhe (0·2 *m*) des Granitmassivs = 2000 *m*. In der Peripherie wechsellagern viele 30—100 *m* mächtige deckenförmige Ausläufer des Massivs mit dem Schiefer (Vicarire eruptiver mit der sedimentären Facies). Weiterhin herrscht die Schieferfacies allein in einer Mächtigkeit von etwa 1000 *m*; 1000 *m* Schiefer und 2000 *m* Granit accumulirten sich in diesem Beispiele im gleichen Zeitraume.

Die sogenannten Lagergänge in der Peripherie der Massivs dürften grösstentheils auf diesen Vorgang zurückzuführen sein.

¹⁾ Ich verweise auf J. W. Judd's Untersuchungen von Mull.

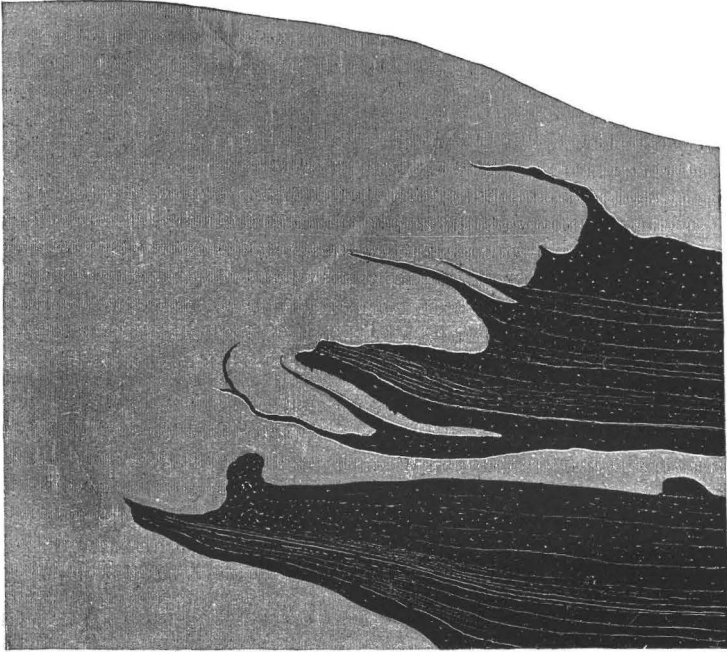


Fig. 170.

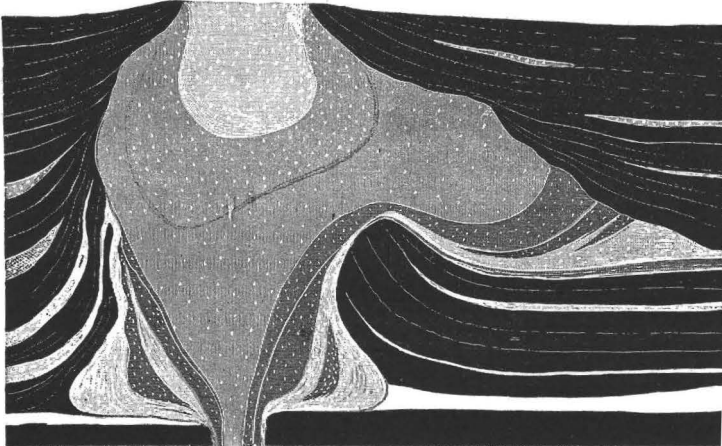


Fig. 171.

Der vielmissbrauchte Name »Lagergang« ist zu ersetzen durch die Bezeichnung »Flankenstrom« (Typus Adamello).

Fig. 171, Exp. 138: Ein Massiv mit Flankenströmen, welche vicariren mit Sedimenten.

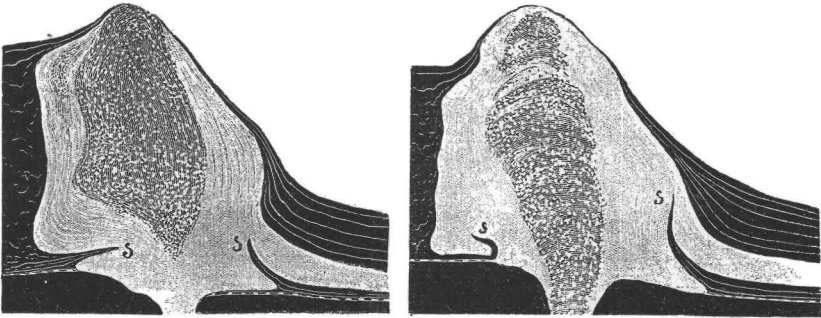


Fig. 172.

Fig. 173.

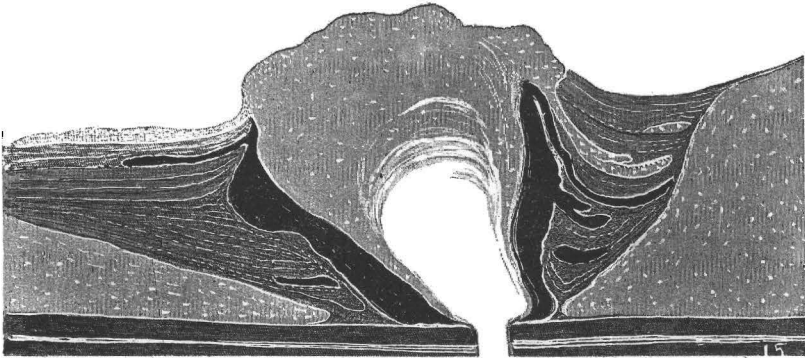


Fig. 174.

Fig. 172, Exp. 8: Zuerst erfolgte ein kleiner, heller, kuppiger Massenerguss (an der Basis der Fig. 172), welcher bei S von schwarzen Sedimenten überlagert wurde; dann wuchs das Massiv stockförmig an, während die Sedimentirung anhielt. In einem späteren Stadium kam rechts bei S ein Flankenstrom zum Abfluss, zum Schluss wuchs der von

Sedimenten ummantelte Stock noch höher auf. Fig. 173 = Parallelprofil. Die Sedimente S sind überstülpt.

Fig. 174: Zwischen zwei hellen Massenergüssen aufsteigender Massivstock mit älteren schwarzen und jüngeren hellen Partien. Beide greifen in Form von Flankenströmen vicarirend in die angelagerten Sedimente ein.

Lagergang, Subtrusion.

Blattförmige Subtrusionen (Lagergänge) können in einem starren Schichtsystem nur auf kurze Strecken den Schichtfugen folgen. Wenn jedoch eine Zwischenschicht schlammig ist, kann das Magma innerhalb dieser Schicht weithin als Lagergang vordringen, wie die Experimente beweisen.

Fig. 175 a.

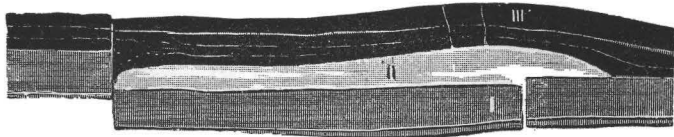


Fig. 175 b.

Fig. 175 a, 175 b: Ueber der Basis I liegt eine schlammige Lage, darüber folgen halbstarre schwarze Sedimente III. Aus dem weissen Riss in der Basis bricht helles leichtflüssiges Magma hervor (II), welches sich in der schlammigen Zwischenschicht als (heller) Lagergang ausbreitet. Bei anhaltender Intrusion entstehen in den schwarzen hangenden Sedimenten steile Risse (helle Linien in Fig. 175 b), aus welchen das Magma unter Umständen als Deckenerguss abfließt. Vgl. Fig. 188.

Fig. 176.

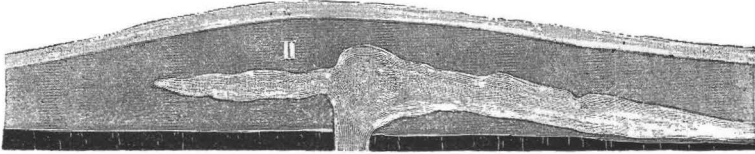
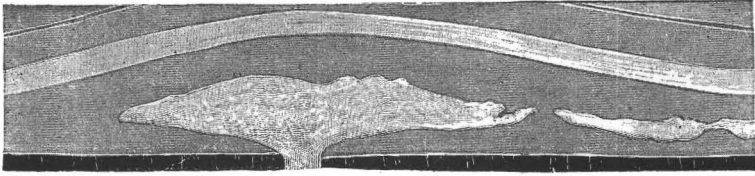


Fig. 177.

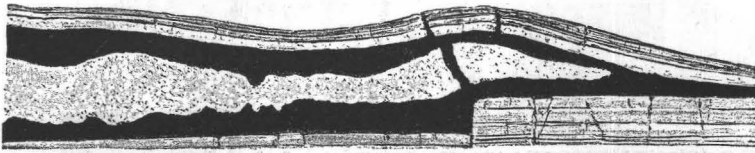


Fig. 178.

Fig. 179.

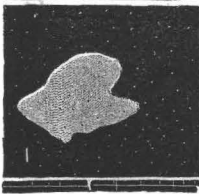
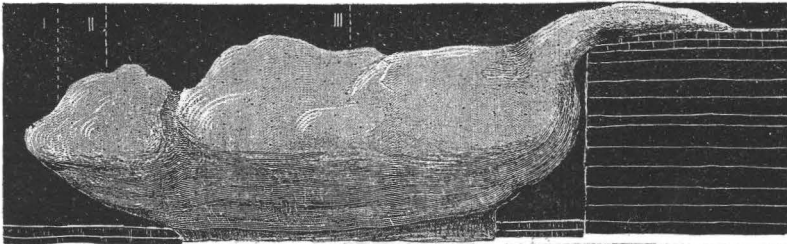


Fig. 180.

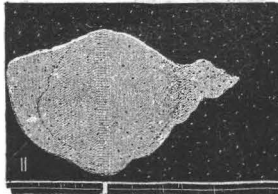


Fig. 181.

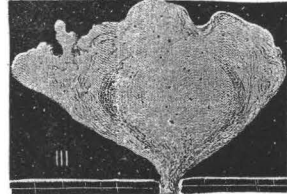


Fig. 182.

Parallelprofile Fig. 176, 177, Exp. 7: Das helle Magma schleicht als Intrusivlager in der schlammigen Zwischenschicht II weiter. In Profil Fig. 176 erscheint der Lagergang local abgeschnürt.

Analoger Fall Fig. 178, Exp. 57: Nachdem der Lagergang erstarrt ist, erfolgt rechts eine Verwerfung, welche den Gang und die überliegenden Sedimente bricht.

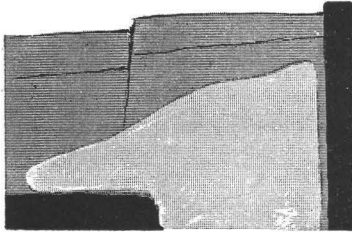


Fig. 183.

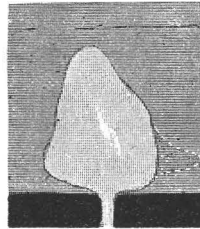


Fig. 184.

Fig. 186.

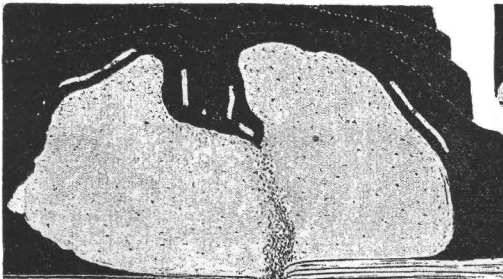


Fig. 185.

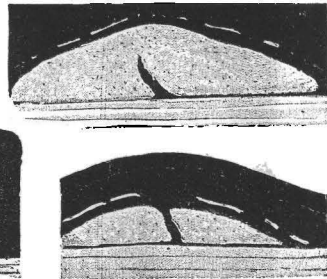


Fig. 187.

War das Magma zäh, so bildet es innerhalb der schlammigen Schicht einen Stock, welcher die hangenden starren Schichten hebt. Längsprofil Fig. 179 und Querprofile Fig. 180—182. Man sieht, dass der suspendierte Magma-stock bis zum hohen Verwerfungsflügel rechts ansteigt und dann den hohen Flügel in Form eines Lagerganges überdeckt.

Analog Längsprofil Fig. 183 und Querprofile Fig. 184, Exp. 130: Die hangenden Sedimente werden von einer Verwerfung durchsetzt; der helle Stock kommt aber nicht zum Durchbruch.

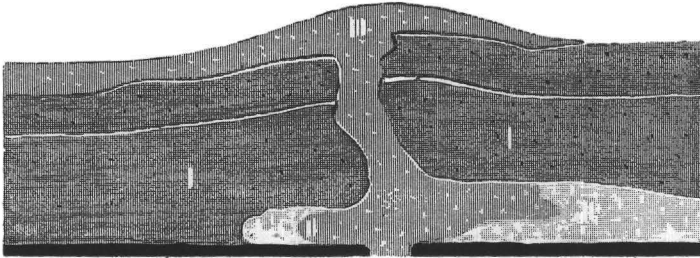


Fig. 188.

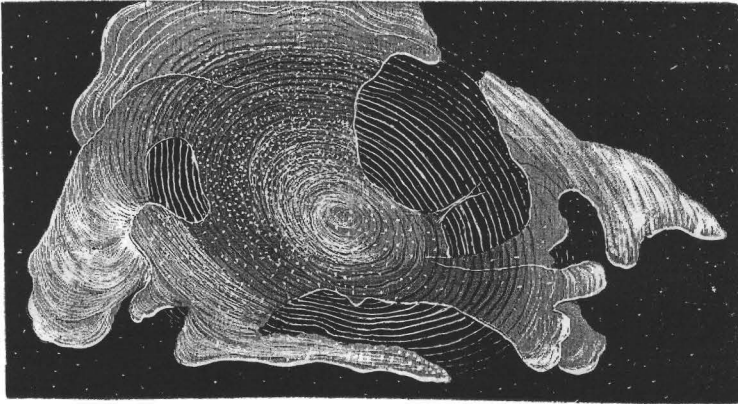


Fig. 189.

In Fig. 185, Exp. 55, wird eine starre Hangendschicht (weiss) durch den hellen anwachsenden Intrusivstock in Schollen zertrümmert. Fig. 186, 187 = parallele Profile. Der Stock löst sich in seinem basalen Verlauf in zwei Lappen auf.

Profil Fig. 188, Exp. 12: Ueber der starren Basis liegen die schlammigen Sedimente I mit harten Einlagerungen; eine

Eruptivmasse II kommt zur Förderung und breitet sich zunächst subtrusiv aus, dann bersten die starren Hangenschichten (Sediment I), der Nachschub III bricht durch die subtrusive Masse II und durch die Sedimente I und bildet

Fig. 191.

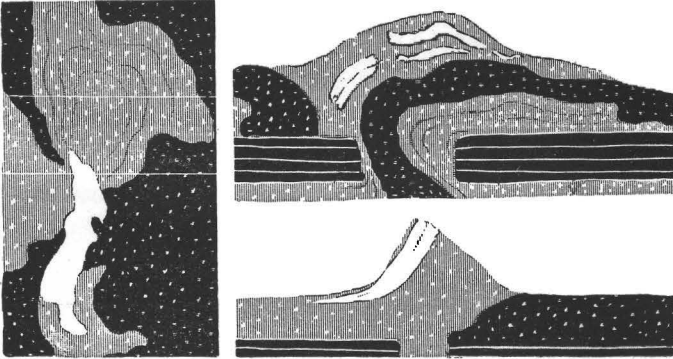


Fig. 190.

Fig. 192.

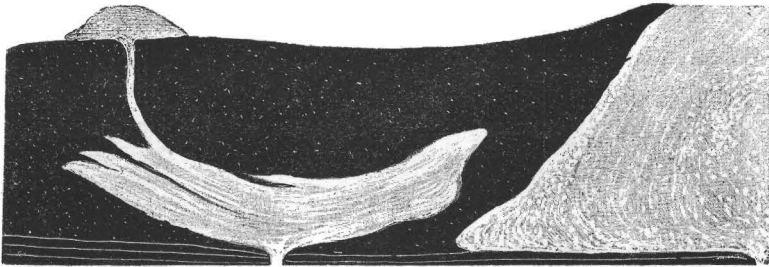


Fig. 193.

einen Deckenerguss. Fig. 189 = Oberfläche dieses Experimentes.

Fig. 191—192: Parallelprofile. Graue Masse ergießt sich, ein schwarzer Nachschub drängt sich subtrusiv als Lagergang durch, er durchbricht die Oberfläche und bildet eine Decke, welche die aufgetriebenen älteren Massen umfluthet.

Fig. 190 = Oberfläche dieses Experimentes (Massstab = $\frac{1}{2}$ des Profilmassstabes).

Fig. 193, Exp. 67: Subtrusive (weisse) Masse in schlammigen (schwarzen) Sedimenten durchbricht die letzteren an einer Stelle und bildet an der Oberfläche einen kuppigen Erguss.

Combinirte Massivs. Subtrusion und Eruption.

Fig. 194: Benachbarte Massivs mit Sedimentdecke bilden eine geologische und geographische Einheit. Die Massivs

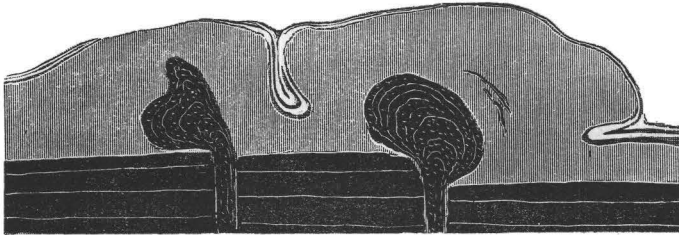


Fig. 194.

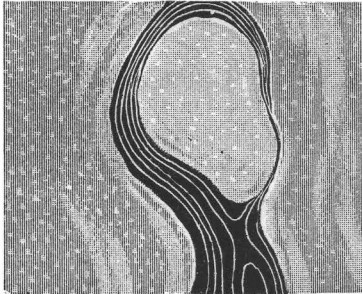


Fig. 195.

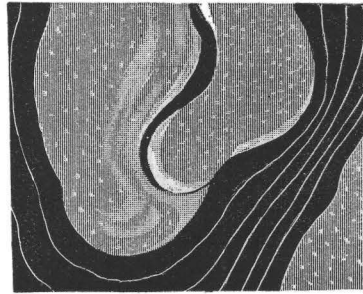


Fig. 196.

stecken in solchen Fällen im gemeinsamen Sedimentmantel wie zwei Zwiebel in einer Schale.

Horizontalschnitt Fig. 195: Elliptisches graues Massiv zwischen zwei mächtigen grauen Massivs eingeklemmt. Zwischen

diesen Massivs sind schwarze Sedimente von wechselnder Mächtigkeit und variablem Streichen und Fallen eingelagert, zum Theil geklemmt und gequetscht.

Im Horizontalschnitt Fig. 196 bilden zwei graue Massivs mit einer dünnen eingeklemmten Sedimentschichte eine geologische Einheit. Sie sind zugleich angewachsen und haben sich aneinander geschmiegt. Dieser (kuppige) Massivzwilling ist von schwarzen Sedimenten ummantelt.

Fig. 197.

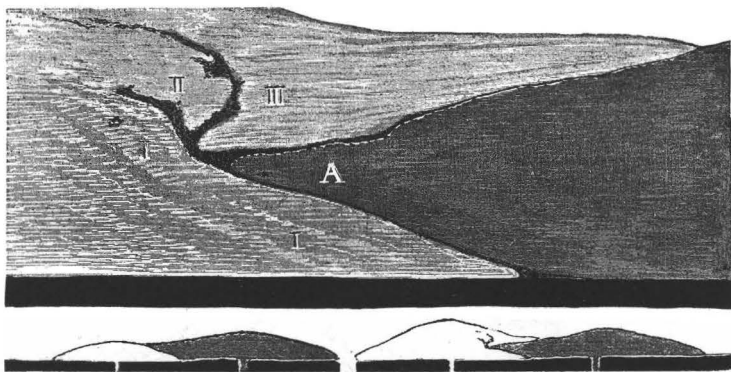


Fig. 198.

Fig. 199.

Fig. 197, Exp. 31: Zwei Massenergüsse greifen infolge alternirender Nachschübe lappenförmig ineinander (Typus Mulat, Predazzo). Zuerst ergoss sich I, dann A. Nachschübe im Massenerguss I erfolgen, sie überströmen den Lappen A (Uebergüsse II, III). Die Fig. 198, 199 zeigen zwei successive Stadien.

Fig. 200, 201, Exp. 115: Parallelprofile. Die Eruptivmasse II, III ist aus zwei Spalten gefördert worden, sie hat sich zuerst in den breiigen Sedimenten I subtrusiv ausgebreitet, dann ist sie stockförmig aufgestiegen und hat einen Deckenerguss über den Sedimenten abgelagert. Im Norden hat nur

eine Spalte Magma gefördert und den Stock II, Profil Fig. 200, gebildet. Im Süden haben beide Spalten ein einheitliches knolliges Massiv III geliefert (Profil Fig. 201). Ueber diesem Massivknollen III treffen wir einen Lappen des benachbarten nördlichen Massivs II (Fig. 200). Dieser Ausläufer des Nord-

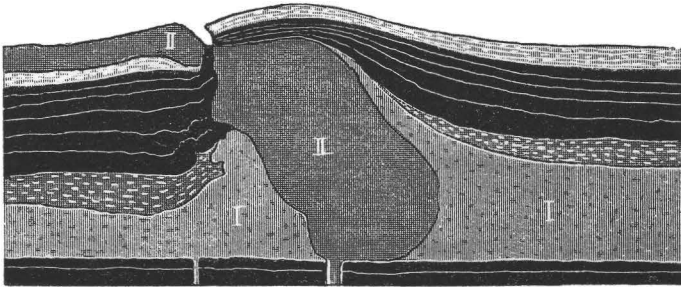


Fig. 200.

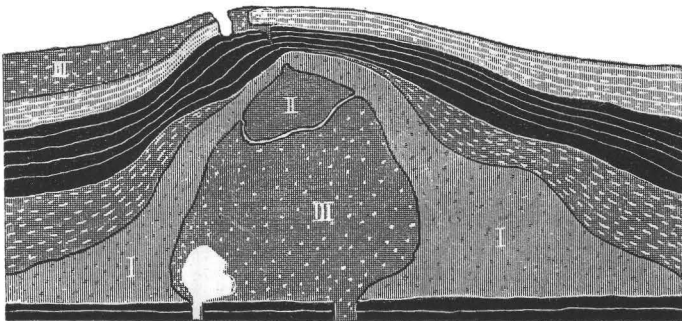


Fig. 201.

massivs hängt zusammen mit dem oberflächlichen Decken-
erguss II in Fig. 200.

Profil Fig. 202, Exp. 118: Masse I, II bedeckt von plasti-
schen Sedimenten (S). Eine spätere Subtrusion aus Gang
IV bildet eine Kuppe und hebt die ältere Ergussmasse,
ohne sich mit dem Massiv I—II zu vereinen. Der folgende

Nachschub im rechten Gange (schwarzes Magma V) trifft die zwei Massivs II und IV bereits so erhärtet, dass er sich nicht von Anbeginn an ausbreiten kann. Das Magma dringt als

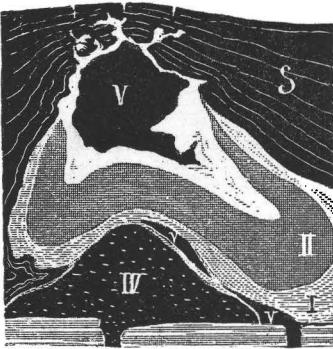


Fig. 202.

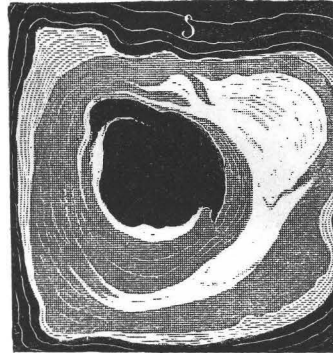


Fig. 203.

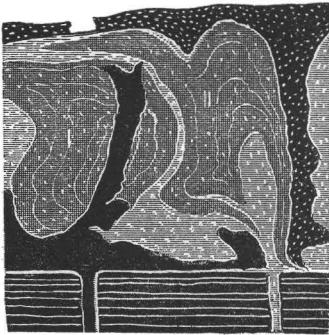


Fig. 204.

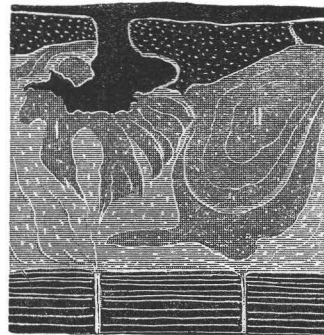


Fig. 205.

Lagergang zwischen den Massivs II und IV schräg gegen links empor und durchbricht dann die Hangendmasse II, bis es die noch weichen centralen Partien dieses Massivs erreicht; von diesem Moment an breitet sich das Magma intrusiv im oberen Massiv aus. Schwarzer Lager-

gang V und schwarzer knolliger Stock V hängen zusammen und sind gleichalterig.

Fig. 203 ist ein Horizontalschnitt durch Profil Fig. 202. Die Zwiebelstructur dieses combinirten Massivs ist prägnant.

Profil Fig. 204, 205, Exp. 160: Zuerst wird aus beiden Spalten I, II graues Magma gefördert und von Sedimenten bedeckt (schwarz mit weissen Punkten), dann erfolgt der schwarze Nachschub, welcher, wie Profil Fig. 205 zeigt, in einem benachbarten Gebiete sich in der Höhe intrusiv ausbreitet, die hangenden Sedimente durchbricht und dieselben als Lavaerguss deckenförmig überlagert.

Sedimente zwischen Massivs eingelagert.

Fig. 206, Exp. 170: Durch graue Intrusivmassen gequetschte, zum Theil überschobene Sedimentmulde. Analog Fig. 207, Exp. 172.

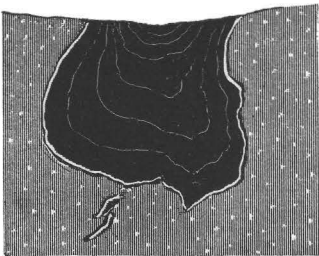


Fig. 206.

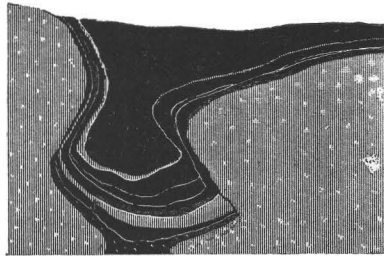


Fig. 207.

Profil Fig. 208, Exp. 113: Zwischen zwei Massivs eingeklemmte Mulde. Die starren hellen Mittelschichten sind local überschoben und kammförmig emporgestossen.

Fig. 209, Exp. 116: Steil geklemmte, in der Tiefe flach überschobene Sedimente zwischen zwei Massivs mit schwarzem Intrusivkern. Fig. 211, 212: Die Massivs berühren einander

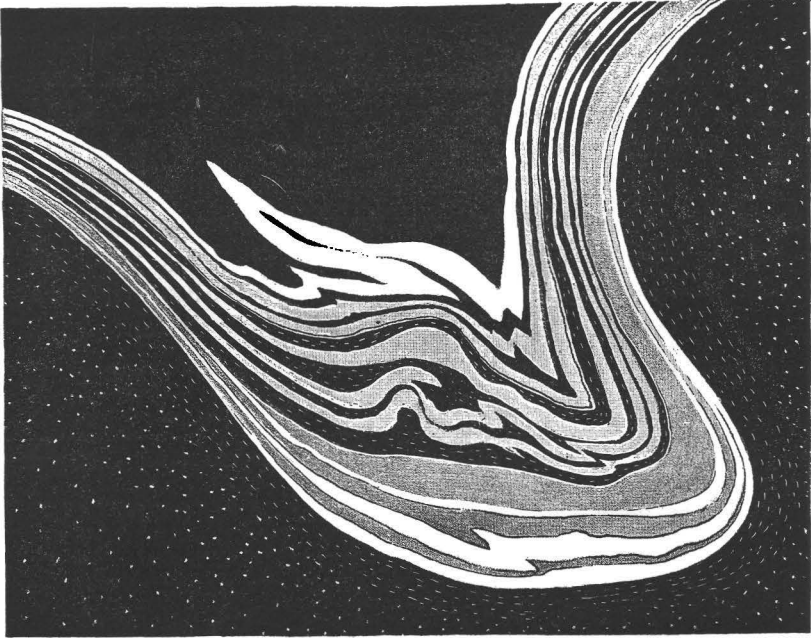


Fig. 208.

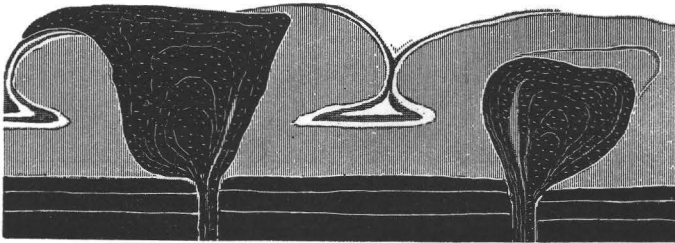


Fig. 209.

fast, das Grenzgebiet wird mit deformirten, überschobenen Sedimenten erfüllt. Lange halten sich beide Massivs das Gleichgewicht, zum Schlusse erfolgen im linken Massiv stärkere Nachschübe, und die linken Massen überwallen und überströmen

Fig. 210.

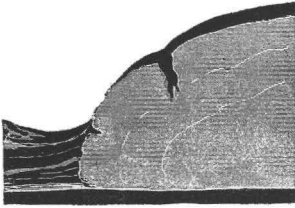


Fig. 211.

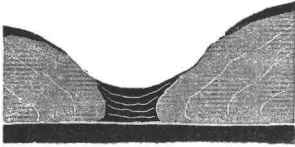


Fig. 213.

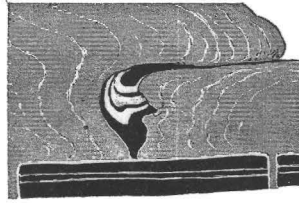


Fig. 212.

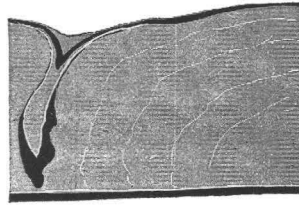


Fig. 214.

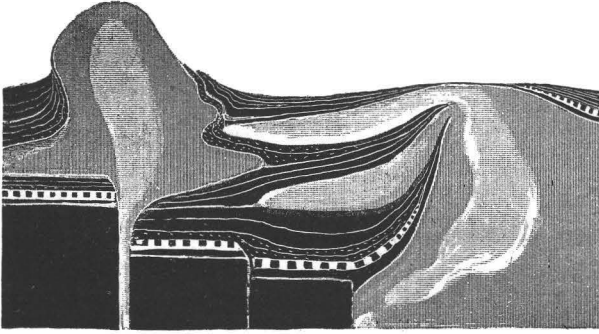


Fig. 218.

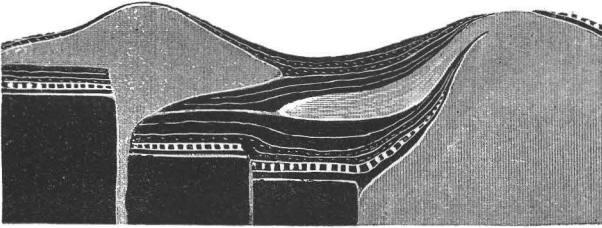


Fig. 217.

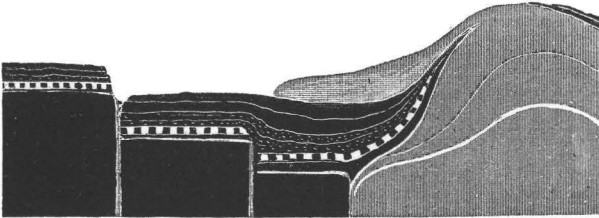


Fig. 216.

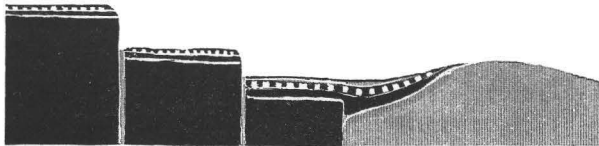


Fig. 215.

das Eruptivplateau rechts. Die verklemmte Synkline wird oben abgequetscht. Fig. 210, 211 = Einlagerung von Sedimenten. Fig. 212: Die zwischen die grauen Massivs eingelagerten Sedimente sind geklemmt und in Fig. 213 überschoben und abgescheert durch die oben gegen rechts vorschlebende Eruptivmasse. Fig. 214 zeigt das Profil dieses Experimentes in etwas grösserem Massstabe.

Fig. 215—218, Exp. 42: Vier successive Stadien. Aus zwei Spalten in stufig verworfener Basis ergossen sich Massen. Sedimente und Flankenströme wechsellagern.

Die historische Entwicklung derartiger Gebilde kann auf Grund der Successivfiguren festgestellt werden. Man muss während des Experimentes Notizen machen und vor Allem bemerken, in welcher Reihenfolge man die verschieden gefärbten Magmen zur Intrusion, beziehungsweise Eruption gezwungen hat.

Resultat.

Die Experimente ahmen die Beziehungen in der Natur nach und gestatten uns, die Vorgänge zu verfolgen, deren Resultate dem Geologen vorliegen. Es werden insbesondere verständlich die complicirten Beziehungen, welche wir in den Massivs beobachten und welche so verschiedene Deutungen erfahren haben.

Ich habe in zwanzig Eruptivgebieten Aufnahmen durchgeführt und bin durch meine Beobachtungen zum Schlusse geführt worden, dass die Granitmassivs mit den gemeinen vulcanischen Ergüssen durch mannigfaltige Zwischenformen verbunden sind.

Die Structurdifferenzen sind durch Druck bedingt. Magmaströme am Land erstarren als Lava, in tiefem Meer aber bilden sie granitische Decken.

Die Intrusionsphänome anderseits sind durchaus nicht an die Massivs gebunden und für sie allein charakteristisch,

sie treten nothwendig bei jedem von einer Kruste oder von Sedimenten bedeckten Erguss auf, sobald in dem noch plastischen Erguss Nachschübe erfolgen.

Die Experimente erläutern die Vorgänge und führen uns alle Uebergänge von den einfachen zu den complicirten Formen vor Augen.

Da die Massivs in all diesen Beziehungen keine exceptionellen Gebilde sind, dürfen wir schliessen:

1. dass dieselben ebenso wie die Lavaströme aus gemeinen Gängen gefördert wurden;

2. dass sie insgesamt auf einer festen Basis aufruheten. Diese Basis besteht meist aus mehreren (verschieden tief abgesunkenen) Schollen. Die Verwerfungen zwischen den Schollen dienen als Förderwege;

3. der Anwachs der Massivs mag rascher vor sich gegangen sein, als jener der gemeinen vulcanischen Ergüsse, doch war er sicher nicht paroxysmisch. Granitmassivs von mehreren 1000 *m* Mächtigkeit brauchten zu ihrer Bildung so lange wie mächtige Sedimentcomplexe. Granitmassivs sind also zeitlich äquivalent mit sedimentären Formationen.

In der That treffen wir oft Granitgänge und Granitmassen, welche die Sedimente deckenförmig überlagern, sich also formell von den Lavagängen und Decken nicht unterscheiden.

Wir finden in der Peripherie der Massivs Sedimente von verschiedenem Alter in vicarirendem Verband mit Ausläufern der Massivs, und wir finden im selben Massiv ältere Sedimente als Mantel über den Eruptivmassen, andererseits junge Sedimente zugleich mit den alten Sedimenten vom Massiv bewältigt und überschoben.

Solche Beobachtungen führen zur Ueberzeugung, dass die Genesis der mächtigen Massivs sich vollkommen erklärt, wenn man von den einfachen Phänomenen eines incrustirten

Massenergusses ausgeht und anderseits eine lange Bildungs-
epoche zugesteht.

Von besonderer Wichtigkeit für den Tektoniker scheint
mir die Bathyskopie, d. i. die tektonische Erschliessung der
unzugänglichen Tiefen.

Die Gestalt des Sedimentmantels, welcher die Massivs
umkleidet, erlaubt die Gestalt der darunter zum Theil oder
ganz verborgenen Massen annähernd zu bestimmen. Die
grossen Axen der Massivs entsprechen den Gängen, aus wel-
chen das Magma gefördert wurde. So sind wir in Stand ge-
setzt, aus der oberflächlichen Structur auf die Existenz und
Richtung tiefer, alter Rupturen zu schliessen.

Nicht nur die Structur der Faltgebirge, sondern auch der
Aufbau der granitischen Gebiete und der Verlauf der darunter
verborgenen Rupturen der Erdkruste lässt sich auf Grund der
Experimente mit einiger Sicherheit bis zu namhaften Tiefen
bestimmen.

