

Über die Möglichkeit einer Gasdruck-Tektonik

Von

Otto Ampferer

ordentl. Mitglied d. Akad. d. Wiss.

(Mit 10 Textfiguren)

Vorgelegt in der Sitzung am 23. November 1944

Zur Erklärung der überaus mannigfaltigen geologischen Bauformen, welche an der Erdoberfläche erkennbar sind, hat man in erster Linie den Gewölbedruck herangezogen, welcher in der Erdschale durch eine Kontraktion wirksam werden kann.

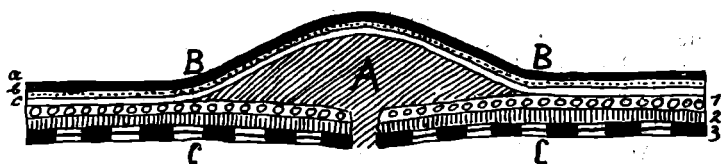


Fig. 1. Ausgangsanordnung.

A = Eindringung von hochgespannten, heißen Gasen zwischen parallele Schichtgruppen B und C. Durchbrechung von C und Aufwölbung von B.

B umfaßt die Schichten a—b—c und C die Schichten 1—2—3.

Manches läßt sich damit erklären, vieles andere aber nicht. Wesentlich größer wird der Erklärungsbereich, wenn man an Stelle des allseitigen Gewölbedruckes Bewegungsvorgänge im heißen Untergrunde in Betracht zieht.

Auch dieser Deutung bleibt die Erklärung gewisser tektonischer Gebilde verschlossen, beziehungsweise umständlich.

Insbesondere gilt dies für den Versuch, die Deckenbildungen der Gebirge mittels Gleitungen verständlich zu machen. Man hat hier die Beobachtungstatsache einer weltweiten Verbreitung von kleineren und größeren Gleitmassen, zu denen aber meistens die Gleitbahnen fehlen. Diese Schwierigkeit könnte nun geistig überwunden werden, wenn man in die geologische Tektonik die Annahme einer

fallweisen Mitwirkung von hochgespannten Gasen oder Dämpfen einführt. Es wäre dies durch die Heranziehung von hochgespannten Gasen eine Erweiterung der Kraftquellen der Unterströmungslehre. Der einfachste Fall einer derartigen Mitwirkung von Gasen wäre die Auftreibung einer Wölbung, wie Fig. 1 im Schema vorführt.

Von einer solchen Wölbung könnten dann seitliche Abgleitungen stattfinden. Würde später eine Ausströmung des Gases einsetzen, so würde der Fall verwirklicht sein, daß hinter den Gleitmassen scheinbar kein dazugehöriges Gefälle und keine Gleitbahn mehr zu finden ist.

Es ist der Vorzug der Gase und Dämpfe, Arbeit verrichten zu können und dann gleichsam vom Schauplatz zu verschwinden.

In der folgenden Untersuchung sollen nun die einfachsten Formen einer motorischen Mitarbeit von Gasen oder Dämpfen an der Umformung der Erdhaut in Betracht gezogen werden, zunächst nur, um zu sehen, welche Erklärungshilfe man von einer solchen Annahme überhaupt zu erwarten hätte. Wir gehen also von der Annahme aus, daß sich unter entsprechenden Umständen unter der obersten Erdhaut Gasmassen ansammeln können, welche Teile derselben aufzuheben und auch einige Zeit zu tragen vermögen. Wenn man die Vergleichsreihe Sonne — Mond — Erde betrachtet, so wissen wir, daß im Haushalt der Sonne gewaltige Gasausbrüche in der Form der Protuberanzen eine nicht seltene Rolle spielen. Diese Ausschleudern vermögen Hunderttausende von Kilometern zu erreichen. Am Mond hinwieder sehen wir, daß seine Oberfläche von vielen Tausenden von Kratern und Trichtern durchbrochen wurde, deren Hohlräume offenbar von aufsteigendem Magma glatt ausgefüllt wurden.

An der Oberfläche der Erde haben wir an zahlreichen Stellen erloschene und tätige Vulkane, deren Gase und Dämpfe in mächtigen Explosionen Bomben und Aschen schleudern oder oft riesige Lavamassen zum Ausfluß treiben. Es ist also von diesen altbekannten Wirksamkeiten nur ein Schritt zur Annahme, daß unter der Erdoberfläche auch Gasauftreibungen von großen Dimensionen, wenigstens zeitweise, aufgetreten sind, wenn unter dafür günstigen Bedingungen zwischen der Treibkraft des Gase und der Dichtigkeit und Elastizität der obersten Erdhaut ein tragbares Verhältnis zustande kam.

Wir gehen nun auf die tektonischen Auswirkungen einer solchen gasgefüllten und gasgetragenen Auftreibung eines Teiles der Erdhaut ein.

Erreicht die Aufwölbung im Querschnitt genügend steile Gefällswerte, so ist ein Abgleiten der obersten Schichtmassen sehr wahr-

scheinlich. Ein solches Abgleiten wird durch die starke Erwärmung des Untergrundes und die mit der Auftreibung verbundenen Erschütterungen wesentlich erleichtert.

Die Wirkung der Abgleitungen ist tektonisch eine doppelte. Erstens tritt eine Entlastung des Scheitels und Mantels der Aufwölbung ein. Diese kann sich entweder in einem Höhersteigen der Aufwölbung und damit in neuerlichen Abgleitungen, oder bei entsprechender Schwächung der Gewölbedecke in einem Ausströmen des Traggases und damit im Einsinken der Wölbung äußern.

Zweitens wird durch die Abgleitungen eine schwere Belastung des Saumes der Aufwölbung herbeigeführt.

Dies würde wahrscheinlich weiter in der Ausbildung einer Mulde unter den angehäuften Gleitmassen seinen Ausdruck finden.



Fig. 2

Von der Aufwölbung A finden nach beiden Seiten Abgleitungen statt. Die erste Abgleitung verwendet die oberste, jüngste Schichte a, die zweite Gleitung die nächst ältere Schichte b. So kommt in den Gleitmassen eine Altersumstellung zustande und ältere Schichten lagern über jüngeren.

Es gilt nun, diese Folgewirkungen einer Aufblasung eines größeren Gasgewölbes noch genauer für den tektonischen Gebrauch auszuwerten.

Die Schwierigkeiten, welche sich sonst für die Gewinnung eines brauchbaren Gefalles für eine größere Gleitbahn entgegenstellen, fallen bei einer solchen Aufwölbung weg.

Einen weiteren großen Erklärungsvorteil bietet dann die leichte Möglichkeit einer Wiederholung der Gleitungen bei einem Höher-schwellen der Aufwölbung, die leicht mit jeder Entlastung durch die vorausseilende Gleitung verbunden sein kann.

Wie Fig. 2 im Schema näher ausführt, hat eine solche Wiederholung von Gleitungen an ungefähr derselben Gewölbestelle mit Notwendigkeit die Wirkung, daß immer ältere Schichtfolgen für die jüngeren Gleitungen verwendet werden müssen.

Damit wäre eine Erklärung für die vielfach beschriebene Erscheinung gegeben, daß auf Gleitdecken aus jüngeren Schichten zuoberst solche aus wesentlich älteren Schichten liegen. Ich brauche hier nur zum Beispiel an das klare Profil der Lechtaler Alpen nördlich vom Arlberg oder an die Profile der Glarner Alpen zu erinnern, wo die hohe Aufschiebung der alten Verrukanomassen prachtvoll entwickelt ist.

Dabei darf man nicht vergessen, daß die Annahme von Fig. 2 mit einer glatten Aufwölbung von glatten Schichten, also dem aller-einfachsten Falle rechnet.

Nimmt man aber an, daß die Aufwölbung nicht glatt, sondern vielleicht rückfällig gebaut ist oder die Schichten vor der Aufwölbung schon eine Faltung erlitten haben, so ergeben sich bereits eine Reihe von Kombinationen. Bestehen bleibt aber auch unter diesen Annahmen die Gesetzmäßigkeit einer Verwendung von älterem Schichtgut in den oberen Gleitdecken als in den unteren.

Was nun die Bildung von Gasauftreibungen der Erdhaut betrifft, so ist wohl klar, daß eine solche Wölbung am leichtesten mit glatt liegenden noch meerfeuchten Schichten auszuführen ist, die zugleich biegsam und dicht sind.

Stärker gefaltete oder schon von der Erosion zerschnittene Schichten sind schon wegen ihrer Klüftigkeit und Ungleichheit wenig geeignet, hohen Gasdrucken länger zu widerstehen. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß zu Gasgewölben in erster Linie ungefaltete und unzerbrochene Schichttafeln am besten brauchbar sind. Überblicken wir z. B. die Decken der Alpen, so finden wir auch tatsächlich für ihren Aufbau vor allem vorher ungefaltete Schichten verwendet.

Es ist sicher, daß Gasauftreibungen nicht zu den Dauerformen der Erdhaut gehören, da ja schon durch die raschen Abgleitungen ihre baldige Zerstörung eingeleitet wird. Durch die Abgleitungen von dichten Schichtverbänden kann der Schichtverschluß für die hohen Gasdrucke leicht ungenügend werden. In diesem Falle kann eine rasche, vielleicht auch eine irgendwie verzögerte Ausströmung stattfinden. Tritt eine rasche Ausströmung ein, so bildet sich die Aufwölbung in eine Einsenkung oder einen Einbruch um.

Eine solche Einsenkung könnte vom Meere oder von Flüssen eine Wasserfüllung erhalten und damit Sitz einer Sedimentation werden.

Es ist aber wahrscheinlicher, daß die Einsenkungen durch aufsteigende Massen aus dem tieferen Untergrunde oder durch seitliches Hereindrängen nachgefüllt und geschlossen werden.

Wie immer aber diese Hohlräume ausgefüllt werden, so stößt auf jeden Fall diese Gleitmasse nicht mehr an ihre Gleitbahn und ihr ehemaliges Heimatgebiet.

Zugleich haben die Gleitdecken auch ihr ehemaliges Gefälle eingebüßt. Es ist sogar möglich, daß eine Umkehrung des Gefälles zustandekommt, wie Fig. 3 andeutet.

Wir haben bisher beim Ausbau der Vorgänge, welche sich mit Wahrscheinlichkeit an die Umformung einer Gasauftreibung anschließen lassen, folgende Leitlinien erkannt.

Treten am Abfall eines Gasgewölbes Abgleitungen auf, so ist damit einerseits Entlastung des Scheitels und Mantels, anderseits Belastung des Gewölbesaumes verbunden. Diese Belastung kann zur Bildung einer Einmuldung führen, in welcher dann die Gleitdecken gleichsam wie eine eingemessene Füllmasse ruhen.

Kommen durch weitere Erhöhung des Gasgewölbes neue Abgleitungen ins Laufen, so können dieselben ihr Material nur aus älteren Schichten wie die erste Gleitung beziehen. Wir haben also

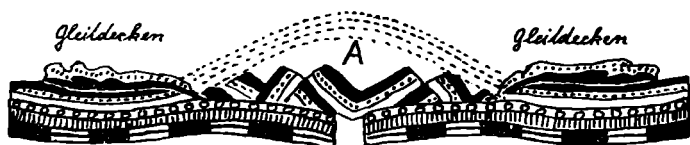


Fig. 3

Diese Konstruktion ist eine Weiterbildung von Fig. 2 zum Ausströmen der Gasfüllung und Einbruch ihrer Wölbung.

Dabei ist hier der Fall festgehalten, daß ein Gefällsverlust der abgelaufenen Gleitdecken gegen den Einbruch hin stattgefunden hat.

bei einer Wiederholung der Gleitung die Verwendung von immer älteren Schichten zu gewärtigen. Dies gilt natürlich nur, wenn die Gasauftreibung eine regelrechte, große Schichtfolge ergriffen hat.

Gasauftreibungen sind innerhalb der obersten Teile der Erdhaut bestimmt nicht von langer Dauer. Es ist deshalb mit ihrem in geologischem Sinne kurzlebigen Bestande zu rechnen. Kommt es zum Entweichen der Gasmasse, so kann dies allgemach oder auch rasch eintreten. Insbesondere ist das Abrollen der Gleitdecken eine gefährliche Erschütterung eines solchen von Gasspannung getragenen Bauwerkes. Das Ergebnis des Gasverlustes ist mit Wahrscheinlichkeit die Umformung der Aufwölbung in eine Einsenkung. Dadurch haben unsere angehäuften Gleitdecken sowohl das Gefälle als auch

ihr Hinterland verloren. So erhalten sie jene eigenartige Isolierung, welche auch die Deckenhäufungen z. B. am Außenrande der Alpen auszeichnet.

Wir sind von einer einzelnen Auftreibung ausgegangen und haben zuerst die Funktion des Querschnittes betrachtet.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit den Umrissen der Auftreibungen zu, so wäre wohl die einfachste Form eine kreisförmige Begrenzung.

Diese Form ist indessen wohl mehr die Umgrenzung von typischen Vulkanen mit zentralem Förderkanal. Wenn unsere Auftreibungen auch einen kreisförmigen Umriss gehabt hätten, so

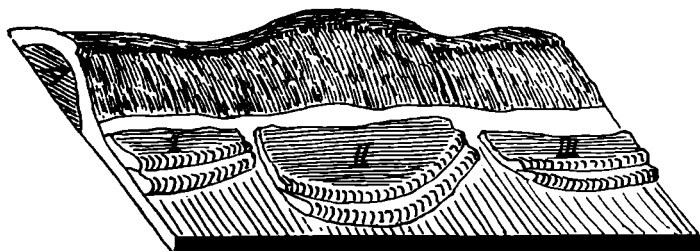


Fig. 4

Diese Zeichnung stellt einen Blick auf die langgestreckte Gaswölbung A vor, von welcher 3 Gleitdecken I—II—III abgelaufen sind. Dabei entsprechen Größe und Lauflänge den verschiedenen Wölbungshöhen von A.

würden ihre Ableitungen einen Ring hinterlassen haben. Solche Ringe von Gleitmassen sind auf der Erde bisher nicht bekannt geworden.

Es ist daher anzunehmen, daß für unsere Ableitungen nur langgestreckte Aufwölbungen in Betracht kommen könnten, also Gebilde, wo die Längsachsen die Querachsen bei weitem übertreffen. Für die Bildung von langgestreckten Aufwölbungen wäre eine unterirdische Gasförderung aus langen Spalten unmittelbar anschaulich. Auch eine Aneinanderreihung von benachbarten kürzeren Spalten könnte wahrscheinlich zu einem ähnlichen Ergebnis der Auftreibung führen.

Bei einem längeren Streichen einer solchen gasgetragenen Wölbung ist es recht wahrscheinlich, daß die Höhe der Auftreibung nicht dieselbe bleibt, sondern Schwankungen beschreibt.

In diesem Falle ist es auch wahrscheinlich, daß auch die seitlichen Abgleitungen in ihrer Größe schwanken. Wahrscheinlich werden die Abgleitungen von den höheren Aufwölbungen im allgemeinen auch weiter ins Vorland vorgetrieben als ihre Nachbarn, die von niedrigeren Erhebungen abfließen, wie Fig. 4 im Schema anschaulich macht.

Eine weitere Frage, die noch zu klären bleibt, ist bei einer langgestreckten Auftreibung das Verhältnis der Abgleitungen der beiden Längsseiten zu den zwei Kurzseiten.

Befindet sich die Auftreibung in einer Ebene und in einem gleichartigen Schichtsystem, so ist zu erwarten, daß nach allen Seiten Abgleitungen stattfinden, die zur Hauptsache vom antreibenden Gefälle geleitet und ausgebildet werden.

Dies gilt in erster Linie, wenn die lange Achse geradlinig ausgebildet ist. Besitzt sie aber einen krummen Verlauf, so sind die Abgleitungen der nach außen gekrümmten Seite in ihrer Geläufigkeit viel weniger behindert, als jene an der nach innen gekrümmten Seite.

Nur an der Außenseite hindern sich die Gleitmassen nicht im gegenseitigen Ablauf, wogegen sie auf der Innenseite einander gegenseitig bedrängen.

Es ist nun wieder eine schon lange bekannte Tatsache, daß die Ausbildung der Decken an den nach außen gebogenen Gebirgstteilen besonders schön und großartig ist.

Es ist gewiß kein Zufall, wenn die Auffindung der großen Decken von Préalpes und Chablais Hans Schardt gerade an einer besonders kräftig gebogenen Außenseite der Westalpen gelungen ist.

Im allgemeinen ist aber eine Erhaltung der Abgleitungen auf allen Seiten eines Gasgewölbes ein Fall, der anscheinend keine Verwirklichung auf der Erde erfahren hat. Für die kleinen Auftreibungen der Vulkane ist eine ringförmige Geschlossenheit dagegen eine häufige Erscheinung, wie uns insbesondere die Krater der Mondlandschaften nahelegen.

Bei der Beurteilung der Haltbarkeit von Gasgewölben darf man nicht vergessen, wie relativ hinfällig solche Bauwerke sind, weit hinfalliger als die Aufschüttungen von Laven und Tuffen aus den Schußröhren der Vulkane. Die Ringgebilde der Vulkane sind auch viel kleiner als jene Auftreibungen, welche zur Erklärung der Gleitdecken erforderlich wären.

Diese Größe ist neben der baulichen Hinfalligkeit auch die Ursache, daß diese Auftreibungen den Zerstörungen weit mehr ausgesetzt sind. Wir haben also nur bescheidene Reste dieser Bauanlagen zu erwarten.

Für die Zerstörung von Gasauftreibungen sind verschiedene Möglichkeiten in Betracht zu ziehen.

Die erste ist eine Einsenkung der Gewölbedecken, welche ihre Unterstützung mehr minder rasch verlieren kann. Eine zweite ist durch ein Aufsteigen von heißen Massen aus dem Untergrund und Einschmelzungen gegeben. Für eine dritte kann endlich das Hereindrängen der seitlichen Massen Bedeutung gewinnen.

Die einfachste Umformung ist die Vertauschung eines Gewölbes mit einer Einsenkung. Diese Umformung kann mit einem sehr verschiedenen Maß von Genauigkeit vollzogen werden. Hieher würden auch die sogenannten Firsteinbrüche gehören, die seinerzeit viel in der alpinen Tektonik als Bauerklärung verwendet wurden.

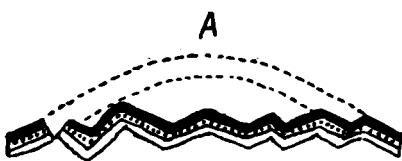


Fig. 5a

Einbruchsform des Gasgewölbes A mit Ausbildung einer gesenkten, kantigen Faltung der Gewölbedecke.

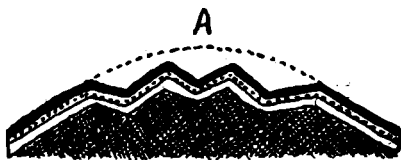


Fig. 5b

Einbruchsform des Gasgewölbes A mit Aufsteigen des Untergrundes.

Betrachtet man nicht bloß ein einzelnes Gasgewölbe, sondern eine Reihung von benachbarten Gewölben, so kann durch ihren Einbruch eine Summe von Schichtstörungen entstehen, welche mit Faltung gar nichts zu tun haben.

Fig. 5 entwirft ein schematisches Bild einer solchen Umformung von zwei Gasgewölben in Einbruchsformen. Es können auf diese Weise (Fig. 5 a) an Stelle von großen Gewölben Einschaltungen von kleineren Mulden zustande kommen. An Stelle der Gewölbe erscheinen dann abgebrochene Sättel. So kann ein Bild von Schichtverstellungen hervorgehen, in welchem die Muldenformen erheblich über die Sättel vorherrschen.

Steigt nach dem Ausströmen des Gaspolsters (Fig. 5 b) der heiße Untergrund in den früheren Hohlraum empor, so kann eine solche Raumeroberung in vielerlei Formen vor sich gehen. Wahrscheinlich sind damit auch Einschmelzungen in größerem Umfange verbunden.

Es ist wahrscheinlich, daß das Hereindrängen der höheren seitlichen Massen besonders im Falle der Einschmelzungen sehr erleichtert wird. Hiebei kann es dann auch zu Überfaltungen und zur Ausbildung von Rollfalten kommen.

Wir sind auf diesem Wege zur Einsicht gelangt, daß durch die Entleerung der Gaspolster bedeutende Umformungen des früheren Gewölbebaues eingeleitet werden können, welche seine Erkennung schwierig, vielleicht sogar unmöglich machen. Es ist unter dieser Annahme leicht verständlich, daß hinter den Gleitdecken sowohl die Anzeichen ihrer Fahrbahn als auch die ihrer Heimat verschwinden können. Bisher haben wir unsere Aufmerksamkeit auf die Ableitungen von einer Seite eines Gasgewölbes gerichtet. Diese Vorstellungen sind ohneweiters auf alle Seiten der Aufwölbung übertragbar.



Fig. 6

Von dem weitgespannten Gasgewölbe A gleiten nach beiden Seiten Gleitdecken ab. Auf dem flachen Scheitel bleibt zwischen den Abrißrändern eine Schonzone x in ihrer Stellung erhalten.

Es ist nun zu fragen, wie sich z. B. die Ableitungen von zwei Gegenseiten zueinander verhalten.

Ist die Aufwölbung steil und die Scheitelung schmal, so können die Abreißungen der gegenüber befindlichen Gleitungen nahe, vielleicht sogar ganz aneinander grenzen. Ist aber die Scheitelfläche breit und flach, so ist es wahrscheinlich, daß hier zwischen den auseinander fließenden Gleitmassen ein unzerrissener Streifen in Ruhe bleiben kann. (Fig. 6.) Freilich kann ein solcher Schonstreifen bei einem weiteren Wachstum der Wölbung oder einer neuen Schrägstellung ebenfalls in den Gleitvorgang einbezogen werden. Ein solcher Schonstreifen, der vielleicht später in die Einsenkung des Gasgewölbes eingepreßt wurde, kann dort durch Druck und Wärme eine Umformung erlitten haben, welche seine Abstammung aus dem Material der Gleitdecken unkenntlich oder unsicher machen kann.

Sinkt die Gaswölbung ein, so können die entgegen gefalteten Gleitdecken durch eine breite Lücke getrennt sein. Diese Lücke müßte breit genug sein, um die beiden wieder glatt gestrichenen Gleitdecken aufnehmen zu können.

Versucht man eine Anwendung auf einen Querschnitt der Alpen, so müßte die volle Breite der aneinander gefügten Nord- und Südalpen in der Lücke Raum finden können. Dies ist jedoch bei weitem nicht möglich. Dabei ist allerdings zu bedenken, daß der Raum der Gasentleerung voraussichtlich von den Seiten her eine starke Zusammenpressung erfahren hat und also kein verlässliches Maß seiner ursprünglichen Größe mehr liefern kann.

Wir haben schon erwähnt, daß die Erhaltung einer Gasauftreibung wegen ihrer Kurzlebigkeit so gut wie ausgeschlossen ist. Was wir als Reste derselben finden können, sind in erster Linie die Säume der Gleitdecken, welche durch ihre starke Verdickung und tiefe Lage den geologisch langfristigen Teil einer solchen Auftreibung vorstellen.

Wenn wir wieder die Alpen überblicken, so haben die meisten Anhäufungen von Gleitdecken, soweit sie heute noch erhalten sind, geradlinige Haupterstreckungen. Es gibt aber einzelne Stellen, an denen noch Umbiegungen der Deckenachsen erhalten sind.

Eine der größten und schönsten liegt am Westende der Ostalpen, wo die Faltenreihen der Nordalpen im Rätikon mit kraftvollem Schwunge erst gegen SW, dann SO und endlich gegen O umschwenken.

Wir haben bereits ausgeführt, daß bei Wiederholung von Abgleitungen an derselben Stelle von Gasauftreibungen eine große Wahrscheinlichkeit besteht, daß für die jüngeren Gleitungen immer ältere Schichtfolgen verwendet werden. Nun haben aber neuere Untersuchungen gezeigt, daß die jüngeren Gleitdecken vielfach als Reliefüberschiebungen ausgebildet erscheinen. Das heißt mit anderen Worten, zwischen der ersten und der zweiten Abgleitung können Zeiten von Erosionen eingeschaltet gewesen sein.

Will man versuchen, diese Erscheinung vom Standpunkt der Gasdruck-Tektonik aus zu erklären, so bleibt dazu nur die Annahme von zwei zeitlich getrennten Gasauftreibungen übrig. Mit der Annahme von zwei verschieden alten Gasgewölben kann man die Einschaltung von Erosionsperioden schon erklärlich machen.

Eine Wiederholung von vulkanischen Ereignissen an derselben Stelle der Erdhaut ist geologisch häufig genug bestätigt worden. Man braucht z. B. in den Alpen nur an die Südtiroler Dolomiten zu denken, wo durch die ganze mächtige Triasfolge hindurch immer wieder Laven und Tuffe eingeschaltet liegen.

Nun ist freilich ein großer Unterschied zwischen einer vulkanischen Ausstoßung von geschmolzenem Material und der hier angenommenen Auftreibung von großen, aber kurzlebigen Gasgewölben. Eine Periodizität kann aber beiden Gruppen von Vorgängen doch gemeinsam sein.

Es ist aber möglich, daß zwischen vulkanischer Förderung und der Bildung von Gasgewölben doch vielleicht verbindende Zwischenglieder bestanden haben.

So ist es denkbar, daß z. B. bei der Bildung von Lakkolithen Gasauftreibungen die ersten Raumgestalter waren, denen erst die Raumfüllungen mit Magmen gefolgt sind.

Andererseits ist es auch möglich, daß bei diesen hier zur Lösung von tektonischen Aufgaben herangezogenen Gasgewölben auch magmatische Förderungen mitbeteiligt waren. Es können solche



Fig. 7a

Schema einer Gaseinpressung in Gelenkstellen einer Faltenzone. Erleichterung der Biegungen durch Mitwirkung von Gaspolstern.

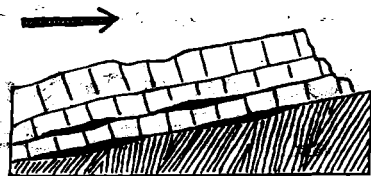


Fig. 7b

Schema einer Gaseinpressung entlang der Fahrbahn einer Schubmasse. Erleichterung des Vorschubs durch Gaspolster.

Förderungen ja auch im Mitaufsteigen von Magmen bestanden haben, welche jedoch nicht die Oberfläche der Erde erreicht haben.

Die Mitwirkung von Gasen und Dämpfen von hoher Spannung und Arbeitskraft könnte bei den tektonischen Bauwerken in mancher Hinsicht förderlich sein. Wir haben hier zunächst an die zeitweise Schaffung von Gasgewölben gedacht, welche imstande wären, ausreichende Gefällsstrecken für große Gleitungen bereitzustellen zu können. Diese Gaspolster brauchen dazu nur von kurzer Lebensdauer zu sein.

Es können aber neben so mächtigen Gaspolstern auch wesentlich kleinere bautechnisch wichtig werden, welche z. B. an den Gelenken von Falten oder als Linsen entlang von Schubflächen angeordnet sind.

Fig. 7 gibt ein Schema solcher Gaseinschaltungen, von denen ebenfalls nur eine kurzfristige Wirksamkeit anzunehmen ist, welche vor allem in einer Herabsetzung der Reibung besteht.

Daß heiße Gase und Dämpfe vielfach an Klüften und Fugen das Gebirge durchdrungen haben, bezeugen ja gar vielfach die glänzenden Ausscheidungen von allerlei Erzen. Schließlich wissen wir ja nicht, in welchem Ausmaß hochgespannte Gase im Innern der Erde gefangen liegen und zu ihrem Haushalt gehören. Es ist wohl wahrscheinlich, daß die Entgasung des Erdkörpers in vergangenen Perioden eine lebhaftere als in unserer Zeit gewesen ist.

Wir haben uns bisher am eingehendsten mit Einzelformen von Gasgewölben abgegeben.

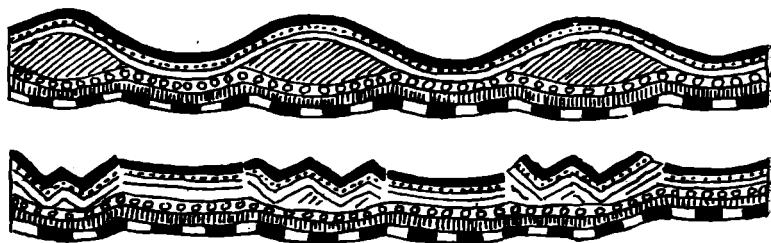


Fig. 8

Oben Schema einer Reihung von 3 Gasgewölben. Unten nach der Gasentladung in den Einbrüchen faltenartig aufgestellte Trümmer der Gewölbedecken. So kann ein Verband von flachen Mulden mit schroffen Störungszonen dazwischen entstehen.

Will man Reihungen von Gewölben in Betracht ziehen, so wären dichte und lockere zu unterscheiden. Bei den dichten Aneinanderreihungen kann es sich um eine Form des Weiterwachsens einer ersten Aufwölbung in einer bestimmten Richtung handeln. Dies könnte am leichtesten durch eine Verlängerung der gasführenden Spalte geschehen. In diesem Falle würde es auch wahrscheinlich zu einer Verlängerung des Gasgewölbes kommen. Diese Wachstumsform dürfte aber wegen der beschränkten Tragkraft der Gase räumlich ziemlich enge beschränkt sein. Diese Beschränkung kann bei einer lockeren Reihung von benachbarten Gaskuppeln wegfallen, falls dieselben jeweils eigene Gaszuführungen besitzen.

Einen Längsschnitt durch eine solche Reihe führt im Schema Fig. 8 dem Leser vor. Hier ist in der ersten Anlage eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Faltenreihe unverkennbar.

Kommen aber die wachsenden Aufwölbungen zur Abschüttelung ihrer Gleitmassen, so ergeben sich neue Formungen, welche dadurch ausgezeichnet sind, daß zwischen Einbrüchen Zusammenstöße von Gleitungsstirnen liegen. Kommt es aber nicht zur Ausbildung der Gleitungen, sondern gleich zu den Einbrüchen, so finden wir zwischen breiten Mulden scharfe Störungszonen eingebaut. Sie sind durch einen ganz unregelmäßigen Bau und Verwendung von wirr gestellten Schollen ausgezeichnet.

Die Bildung von einzelnen Mulden ist der Gasdrucktektonik unmöglich. Sie vermag Mulden nur durch Auftreibung von zwei benachbarten Gewölben herzustellen, was einen großen Umweg bedeutet — Fig. 9.



Fig. 9

Schema einer Muldenbildung durch zwei benachbarte Gasgewölbe A—A₁. Man erkennt leicht den großen Umweg einer Muldenbildung mit Hilfe der Gasdruckmechanik.

Es ist naheliegend, daß zwischen Gasdruck und Last des Gewölbes ein genaues Verhältnis bestehen muß. Insbesondere muß dem steigenden Gasdruck eine Hebung, dem sinkenden eine Verminderung der Wölbung entsprechen. Es ist nicht wahrscheinlich, daß eine so erfolgte Auftreibung eine sehr große Ausdehnung gewinnen und einen langen Bestand haben kann. Das letztere wäre wohl nur möglich, wenn der Gashohlraum allgemach von aufsteigendem Magma erfüllt würde.

Es ist eine Angelegenheit für sich, ob nicht vielfach der Gasdruck den Wegbereiter für nachfolgende Schmelzen gebildet hat und er der Öffner der zahlreichen feinen Fugen der Schichtmassen gewesen ist.

Die Dicke der gehobenen Schichtmasse dürfte im allgemeinen nicht sehr groß gewesen sein. Die z. B. in den Alpen genauer erforschten Decken zeigen meist nur Mächtigkeiten zwischen 1000 bis 3000 Meter.

Geht die Gleitfaltung also auf gasgespannte Schichtgefälle zurück, so ist eine bescheidene Mächtigkeit leicht verständlich. Wenn man die Mächtigkeit der Gleitdecken als ein Maß des darunter wirksamen Gasdruckes auffassen darf, so wird die genauere Untersuchung ihrer Mächtigkeit und ihres Gewichtes geologisch wichtig. Aus der relativ geringen Mächtigkeit der Gleitdecken geht aber auch ihre beschränkte Flächenausdehnung hervor. Ein Durchziehen einer Gleitdecke durch einen größeren Teil der Alpen erscheint daher völlig ausgeschlossen.

Die neuere Erforschung der Alpen hat nun tatsächlich den Nachweis von einer großen Menge von relativ kleinen Decken erbracht.

Wir haben bereits erkannt, daß von langgestreckten Gasgewölben im Querschnitt mehrere Gleitdecken ablaufen können. Eine andere Frage ist es aber, wie man sich die Ablösung der Gleit-



Fig. 10

Zusammenstoß von Doppelgleitdecken im Streichen.

An den Kupplungsstellen x stoßen die Deckenränder mit Pressung oder Überschiebung aneinander.

decken im Längsschnitt eines Gebirges vorstellen kann. Wenn sich keine langhin streichenden einheitlichen Gleitdecken entwickeln können, so käme vom Standpunkte der Gasdrucktektonik überhaupt nur ein Zusammenflicken aus lauter kleineren Gleitdecken in Betracht — Fig. 10.

Wie könnte nun eine solche tektonische Flickarbeit verwirklicht sein?

Um einen Einblick in diese Mechanik zu erhalten, brauchen wir nur ein Zusammenflicken von zwei Gasgewölben zu prüfen. Sind die zwei Nachbargewölbe durch eine längere Strecke getrennt, so können nur die Wülste der abgeflossenen Decken zusammenstoßen oder sich gegenseitig überschieben. Meines Wissens ist wenigstens in den mir bekannt gewordenen Teilen der Ost- und Westalpen keine derartige Deckenkuppelung vorhanden. Die einzelnen Decken tauchen auch im Streichen unter und die nächste Decke legt sich mit glatter Fahrbahn darüber.

Es ist nun möglich, daß die Gasgewölbe nur die Gleitdecken und die sie trennenden Einbrüche geliefert haben, wogegen die Über-einanderverschiebung ein Werk von späteren Bewegungen ist. Diese Lösung enthält eine wesentliche Einschränkung für die Wirksamkeit und tektonische Leistungsfähigkeit der Gasdrucktektonik. Man wird nun fragen, ob sich für das Vorhandensein solcher Gasgewölbe auch unmittelbare geologische Beweise finden lassen. Für das einstige Dasein der heißen, hochgespannten Gase könnten an den Berührungsflächen der Wölbung möglicherweise Schmelzspuren, Mineral-Neubildungen oder andere Erhitzungs- und Druckspuren wie an den Schloten der Vulkane zu finden sein.

Während dieselben bei den Vulkanen aber sehr konzentriert und durch die Vulkangestalt allein schon weithin verraten werden, ist ein Auffinden solcher Anzeichen bei den in die Tiefe gerückten Einbrüchen der Gasgewölbe weit schwieriger. Außerdem ist eine zielbewußte Untersuchung für diese Fragestellung bisher nicht ausgeführt worden.

Wir befinden uns hier in einer ähnlichen Lage wie beim Auftreten von Erzmassen, von denen wir wissen, daß sie von heißen Gasen oder Lösungen aus der Tiefe herbeigeführt wurden. Auch hier ist die Mechanik der Hebung und Einverleibung unbekannt.

Es ist sogar möglich, daß diese Vorgänge zu den Anzeichen der Anwesenheit heißer, hochgespannter Gase gehören.

Die hier in Umrissen angedeutete Möglichkeit einer Verwendung der Gasdrucktektonik enthält nicht so viele prüfbare Sicherstellungen, um den Rang einer Hypothese zu verdienen.

Der Verfasser ist sich voll bewußt, daß hier noch eine Menge von neuen Beobachtungen zu sammeln und auszuwerten wären. In dieser Kriegszeit und in seinem Alter glaubt er aber nicht mehr, diese Leistung selbst vollbringen zu können. So muß der Beweisgang für oder gegen die Gasdrucktektonik einer zukünftigen Weiterforschung überlassen bleiben. Die hier vorgelegten Anwendungen dieser Art von „Unterströmungen“ sind vor allem für eine leichtere Erklärung der Bildung der Gleitdecken entworfen worden.

Vielmehr ist dies nur ein erster Versuch, die Mitarbeit von heißen, hochgespannten Gasen, welche ja auch die stärksten Helfer der menschlichen Arbeit bedeuten, in den geologischen Bauwerken zu erkennen.

Für die Mitwirkung der Gase an der Umformung der Oberfläche der Erde sind noch viele Möglichkeiten neben den altbekannten und besonders anschaulichen vulkanischen Tätigkeiten vorhanden.

Da die Gase nach ihrer Arbeitsleistung entschwinden, kann man sie nicht wie Schichten später aufsuchen, sondern nur an ihrer geleisteten Arbeit erkennen. In sehr vielen Fällen wird ihre Arbeit in erster Linie in Verminderungen der Reibung bestanden haben.

Man müßte also an genau aufgenommenen Profilen jene Stellen herausuchen, wo sich gleichsam Werkstätten von heftigen Verschiebungen oder Zertrümmerungen befinden. Solche Stellen sind auch jene Zonen, wo Gesteinsstreifen oft weithin in Mylonite umgewandelt wurden. Ich denke da z. B. an jene dichten, dunklen Mylonite des Fluchthorn-Gebietes im oberen Paznaun und Montafon, welche dort die Amphibolitmassen durchziehen und die von W. H a m m e r als „Pseudotachilite“ beschrieben worden sind.

Sie machen an vielen Stellen den Eindruck von Eruptivbreccien. H a m m e r gelangte zu der Vorstellung einer Herstellung derselben mit Hilfe von Umschmelzungen durch gesteigerte Reibungswärme. Dies ist auch nicht unwahrscheinlich.

Man kann aber auch an Schmelzwirkungen von heißen Gasen denken, welche so Verschiebungsbahnen mit verringerter Reibung geschaffen haben.

Durch das Einblasen von heißen Hochspannungsgasen in die Schichtstöße der Erdhaut können vielerlei Hebungen und Schichtverknäuelungen ausgebildet werden, welche aus dem allgemeinen Bau des Gebietes sonst nicht erklärbar sind. Es ist wahrscheinlich, daß die Gewalt der Gasspannungen in den alten Perioden der Erdgeschichte noch viel größer als in den jüngeren war.

Außerdem dürften die Zeiten der Gebirgsbildungen besonders reich an aufsteigenden Gasströmungen gewesen sein, die vielfach diesen Vorgängen Erleichterungen und Beschwingung geliefert haben.

Wenn man bei den tektonischen Überlegungen die Mitwirkung und riesenhafte Arbeitskraft der Hochspannungsgase bei der Lösung von tektonischen Problemen mehr als bisher ins Auge faßt, so kann die Weiterforschung in günstigem Sinne belebt werden.
