

Schrumpfungsversuche.

Von Prof. Dr. *Franz Toula*, Wien.

(Mit 24 Abbildungen, s. Tafel 3—8.)

Seit langen Jahren hegte ich den Gedanken, Schrumpfungsversuche an Kugeln anzustellen. Es reicht zurück bis in die Zeit, als mir A. Daubrées Erfahrungen¹⁾ bekannt geworden sind. Daubrée hat bekanntlich Beobachtungen an Kinderballons angestellt, die ihn offenbar nicht befriedigten, denn er hat sie nicht fortgesetzt, wengleich er von den beobachteten Erscheinungen sagt, daß sie eine gewisse Analogie »mit den mechanischen Phänomenen zu besitzen scheinen, die sich der Erdkruste aufgedrückt haben, als ob auch die sie hervorruhenden Ursachen eine gewisse Ähnlichkeit gehabt hätten.« Als nun vor kurzer Zeit Dr. W. Paulcke sein schönes und inhaltreiches Buch »Das Experiment in der Geologie« (Berlin 1912) veröffentlichte, wurden meine alten Pläne wieder geweckt, vielleicht gerade darum, weil sich Paulcke recht wenig ermutigend über Ballonversuche aussprach. — Paulcke sagt (S. 48): »Die Versuche durch Kontraktion von Gummiballons mit aufgetragenen Substanzen, wie sie u. a. auch Daubrée ausführte, haben bis jetzt noch nicht zu Ergebnissen geführt, denen man größere Tragweite mit Bezug auf das Kontraktionsphänomen der Erde und die damit zusammenhängenden gebirgsbildenden Vorgänge beimessen dürfte.«²⁾

¹⁾ Études synthétiques de géologie expérimentale, Paris 1879/80, deutsch von Dr. Ad. Gurlt, Braunschweig 1880, S. 293—97: Versuche über die Wirkung und Rückwirkung der anhaftenden, nichtkontraktiven Hülle auf ein sich zusammenziehendes Sphäroid. — ²⁾ Paulcke führt in einer Übersicht alle seine Vorgänger auf dem Gebiete der experimentellen Geologie an, nur Stanislaus Meunier vermisse ich darunter, der in seiner »Géologie expérimentale« (Paris 1899) die von Alphonse Favre (CR. l'Ac. des Sc. 1878, 25. April) veröffentlichten Versuche mit Kautschukbändern wieder aufnahm, jedoch statt Tonlagen Gips anwendete, den er entweder gleichmäßig glatt oder in verschiedener Dicke auftrug und vor dem Erstarren der zusammenziehenden Wirkung der Bänder aussetzte (a. a. O. S. 292—99), wodurch er schollenförmige Zerstückung, zum Teil auch Schollenüberschiebungen erreichte. Die Bänderversuche habe ich nicht ohne Erfolg wiederholt und dabei erfahren, daß bei langsamer Zusammenziehung des ausgedehnten Bandes keinerlei Zerstückung des nicht ganz erstarrten Gipsüberzugs eintritt, während beim rascheren Nachlassen recht gute Schollen und auch mäßige Schollenüberschiebung erfolgt (Taf. VI, Fig. 24). St. Meunier versuchte ähnliche Zusammenziehungen auch an über eine Halbkugel gespanntem Kautschuk, den er mit Gips bedeckte und der Kontraktionswirkung aussetzte, was (inen immerhin etwas komplizierten Apparat notwendig machte, ohne befriedigende Erfolge zu ergeben (a. a. O. S. 301—06). Auch H. Schardt (1884) hat bekanntlich (Paulcke a. a. O. S. 49) gleichfalls Versuche mit sich zusammenziehenden Gummibändern vorgenommen und mit härteren und weicheren Massen gearbeitet. Alle übrigen Autoren auf diesem Gebiete arbeiteten mit Kastenapparaten und hatten Nachahmungen tektonischer Erscheinungen zum Ziele, welche mit der immer

Bei all den Versuchen, die Gebirgsbildung zu erklären, waren es immer Experimente in der Ebene, welche herangezogen wurden und zum Teil auch sehr schöne Ergebnisse lieferten. Ich mußte jedoch immer wieder meinen, daß nur Kugelflächen das Wirken tangentieller Kräfte ersichtlich machen könnten.

Von allem Anfang an war, als einzige Erklärung der die Gebirge aufstauenden Kräfte, an die Volumenveränderung der Erde gedacht worden, da sich keine andere irgendwie gleich stichhaltige Erklärung finden ließ.

Wie verhält sich nun tatsächlich, so fragte ich mich, ein schrumpfender Körper? Der durch Austrocknung schrumpfende Apfel wollte mir nicht genügen. Diese Schrumpfung müßte an einem Körper verfolgt werden, der an sich elastisch ist und beim Schrumpfen, oder besser gesagt bei der Volumenverminderung, infolge der der Einfachheit wegen gleichmäßig wirkend gedachten Elastizität, tangentielle Kräfte wirksam werden lassen müßte.

Dies führte mich selbstverständlich auf die von Daubrée begonnenen und sofort wieder verlassenen Ballonversuche¹⁾. Ich sagte mir: Du wirst Gummiballons von bestimmter Größe nehmen und in denselben, durch Aufblasen auf größeren Durchmesser als ihnen von Hause aus eigen war, die Elastizität wecken. Wenn sie durch Aufblasen auf einen größeren Umfang gebracht worden sind, wirst du ihnen Überzüge geben, welche, wenn auch plastisch, tunlichst unelastisch sind und also, beim Zurückgehen auf das Maß des Ballons vor der übertriebenen Vergrößerung, gezwungen würden, sich der neuen Oberfläche anzupassen.

Damit begann aber erst die Schwierigkeiten. Zuerst die Beschaffenheit des Ballons. Im Handel fand ich keine einheitlichen Kautschukballons, und solche mußten es sein. Mein verehrter Freund und Kollege Prof. Dr. Josef Reithoffer, dem ich meinen Wunsch vortrug, ließ mir in der Reithofferschen Gummiwarenfabrik in der Tat einen Ballon

komplizierter werdenden tektonischen Vorstellung immer weitergehende Komplikationen notwendig machten. Bei meinen Versuchen mußte ich mich bescheiden und auf das beschränken, was ich mit wenig starken Kautschukbändern und -ballonen überhaupt erreichen konnte.

¹⁾ Es fehlt nicht an ausgesprochenen Gegnern der Schrumpfung durch Kontraktion der Erde. Aber selbst die geistreiche isostatische Hypothese, welche Edw. Dutton ausgebildet hat, um nur einen der Gegner namhaft zu machen, hält nicht stand. Er nahm an, daß Belastung und Entlastung zu Gleichgewichtsstörungen und zur Gebirgsbildung führe (man vergleiche E. Löwl: Verh. Geol. Reichsanst. 1894, S. 455—75).

in der Größe von etwa 20 cm Durchmesser anfertigen von fast 1 mm Wandstärke, aber — er war nicht einheitlich, sondern aus acht Kugelzweiecken zusammengesetzt, und konnte mir also für meine Versuche nicht in dem Maße dienlich sein, wie ich es bedurfte. Es stimmte mich sehr herab. Im Handel fanden sich in einem Geschäft mit Sportutensilien Ballons, die als Einlagen für Fußbälle im Gebrauch stehen; sie sind sehr kräftig, aber gleichfalls aus Kugelsegmenten zusammengesetzt. Ganz zufällig besuchte mich der Vertreter (Dipl.-Ingen. A. S. Dé) der Dresdener Gummiwarenfabrik Johannes Pohlens, der mir verschiedene Gummischläuche, -bänder u. dgl. vorlegte. Auf meine Frage, ob mir diese Fabrik nicht einheitliche Gummiballons liefern könnte, war mir eine Aussicht eröffnet, und ich erhielt nach einigen Wochen in der Tat Ballons von dem verlangten Durchmesser, wenn auch leider von etwas zu geringer Wandstärke. Nichtsdestoweniger wurden mit ihnen, es waren zwölf Stücke, die Versuche in Angriff genommen.

Die zweite Schwierigkeit lag in den für die Anstriche anzuwendenden Substanzen. Ich mußte erst erfahren, wie sich die verschiedenen Anstrichmittel zum Kautschuk verhalten, wie weit ihre Haftbarkeit ging. Der Direktor der großen Farbwarenfirma Chr. Schramm gab mir dankenswerte Aufschlüsse, ebenso Major a. D. L. E. Andes, der Verfasser mehrerer Bücher über die verschiedenen Anstrichfarben. Für mich handelte es sich darum, Anstriche zu erhalten, welche ein gewisses Maß von Plastizität auch nach dem Trocknen beibehalten und um andere, welche vollkommen oder fast vollkommen starr werden. Das setzte eine große Zahl von Versuchen voraus, welche durchzuführen mir nur durch die Mithilfe des Assistenten meiner Lehrkanzel, Dr. techn. Roman Grengg, möglich wurde.

Als ich diesem mein Vorhaben mitteilte, war er gleich Feuer und Flamme, und mit wahrer Begeisterung ging er mit mir an die Arbeit und hat eine selten zu nennende Hingabe und Ausdauer bewiesen, die ich nicht genug lobend hervorheben kann. Zuerst gingen wir an die Versuche mit den Anstrichmaterialien, die, vor dem Eintreffen der Ballons, mit elastischen Bändern aus reinem Kautschuk von etwa 1 mm Stärke und etwa 6 cm Breite vorgenommen wurden. Die Mannigfaltigkeit dieser Versuche wird aus ihrer Anführung erhellen. Als dann die Kautschukballons eintrafen, verfügten wir schon über reichliche Erfahrungen. Gar viele unserer Versuche verliefen ergebnislos und sagten uns nur, was wir nicht gebrauchen könnten.

Die größte Schwierigkeit machte das Auffinden von Anstrichmitteln, welche sich, den plastischen gegenüber als widerstrebend, wie starr verhalten. Auch in dieser Beziehung hatten wir gar manchen Mißerfolg mit Mitteln, von denen wir uns Gutes erhofft hatten. Solche widerstrebende, wie starr sich verhaltende Mittel waren mir unumgänglich notwendig, weil es eine alte Überzeugung in meinen Vorstellungen über die Vorgänge auf der Erdoberfläche und bei der Gebirgsbildung war und ist, daß sich diese immer auf bestimmt lokalisierte, verhältnismäßig (zur Gesamtoberfläche unseres Planeten) mehr oder weniger eng begrenzte Gebiete beschränkt habe.

Ich denke mir eine Beschränkung der Gebirgsbildung auf bestimmte, in verschiedenen Zeiten der Erdbildungsgeschichte

wandernde Regionen, an welchen die Wirkung der Spannungen sich äußern konnten. Nur in den allerältesten, uns fast unbekanntesten Zeiten mögen die Veränderungen an der Oberfläche weitere Räume, vielleicht sogar die ganze Oberfläche gleichzeitig betroffen haben.

Meine Versuche wurden, wie gesagt, mit Gummiballons von 20 cm Durchmesser angestellt. Diese haben sonach eine Oberfläche von 1256 qcm und einen Kubikinhalte von 4118 cbcm. Diese Ballons wurden auf 25 cm Durchmesser aufgeblasen, wodurch sie eine Oberfläche von 1959 qcm und einen Kubikinhalte von 8176 cbcm erhielten. Meine Ballons waren sonach etwas kleiner als jene Daubrées, der ihren Umfang mit ungefähr 70 cm angibt. Da ich auch nach Erhalt stärkerer Ballons nur auf 22 cm Durchmesser aufblasen werde und den auf 25 cm Durchmesser aufgeblasenen Ballon nur auf 23 cm Durchmesser zu verkleinern vor habe, will ich die Oberflächen und Kubikinhalte nebeneinander stellen.

Durchmesser in cm	Oberfläche in qcm	Kubikinhalte in cbcm
20	1256	4188
22	1540	5572
23	1661	6294
25	1959	8176

Ähnliche Verhältnisse sind für die Erde nicht anzunehmen, die Schrumpfungsausmaße werden für diese im Verhältnis als fast minimale zu bezeichnen sein, die sich im Versuch nicht nachahmen lassen. Darüber bestand für mich natürlich von allem Anfang an kein Zweifel. Das was ich durch die Versuche erhalten würde, mußte immer übertriebene Bilder geben. Wenn ich sie trotzdem durchführte, so geschah es, weil ich mir sagte, es müßten sich auch daraus gewisse Vorstellungen gewinnen lassen.

Im nachfolgenden werde ich über die Ergebnisse unserer Arbeit nach den Protokollen berichten, welche Dr. Grengg in jedem einzelnen Falle, auf meinen Wunsch hin, möglichst sorgfältig anfertigte.

Bändervorversuche ¹⁾.

1. Bandlänge des 6 cm breiten und 1,5 mm dicken Bandes ungespannt 27 cm. Es wurde nach Einspannung in zwei einfache Klemmen, die ich an der Auszugsvorrichtung unserer Hobelbank anbrachte, auf 35 cm ausgezogen und bemalt. Acht Querstreifen wurden mit weißer Lack- und mit schwarzer und roter Ölfarbe angestrichen und nach zwei Tagen wieder aus der Anspannung entlassen. Die Farben verhielten sich recht verschieden: die schwarze zeigte ganz schöne und kräftige Faltungen (Taf. 3, Abb. 1 u. 2), während die weißen Abteilungen überaus zart gestreift sind. Die Falten in Schwarz verlaufen, wie selbstverständlich, im allgemeinen normal auf die Richtung der Spannkraft. Noch viel feiner ist die Fältelung der roten Abteilungen des Bandes, sie sind jedoch nicht an allen Stellen gleich kräftig, was wohl auf die Ungleichheit der Substanz des Bandes, zum Teil aber auch auf ungleiche Anspannung zurückzuführen sein wird. Es sind vorwiegend aufrechte Antiklinalen, die auf den Kämmen hier und da einen wellenförmig gekrümmten Verlauf nehmen, was zumeist erst unter der Lupe deutlich wahrnehmbar wird.

¹⁾ Ich führe alle meine und Dr. Grenggs Versuche an, um die günstigen und ungünstigen Ergebnisse bekannt zu machen für etwaige Nachfolger dieser Versuchsrichtung.

Gegen die Seitenränder des Bandes treten (man vergleiche **Abb. 2**) die Kräuselungen viel stärker auf, wo auch förmliche Seitenkämme gegen die Synklinalen hinabziehen. Im weißen Felde zeigt sich an einer Stelle ein recht eigenartiges spitzkeilförmiges Ineinanderschieben der gedrängt stehenden Antiklinalen, und zwar so, daß die Keilspitzen auf der einen Seite einer kräftigen Einzelantiklinale jenen auf der andern Seite zugekehrt sind.

2. Der ungespannt 30 cm lange Bandstreifen wurde auf 33 cm gespannt. (Sechs Abteilungen des Streifens.) Drei Felder wurden mit roter Lackfarbe, einmal in rundlichen Flecken (**Abb. 3** rechts), zweimal in gewundenen Flächen aufgetragen und sodann alle Zwischenräume mit schwarzer Ölfarbe bemalt.

Die roten Flecke zeigen die Fältelung normal zur Richtung der Zugkraft (Querfältelung), die schwarzen Flächen lassen gleichfalls Faltungen erkennen, diese bestehen jedoch aus kurzen, wie unterbrochenen Stücken, die sich zum Teil aneinanderschieben und offenbar durch die roten Flecke in ihrem Verlauf gestört wurden, so daß trotz der vorwaltenden Querrichtung auffallende Unregelmäßigkeiten resultieren, welche unter dem unbewaffneten Auge wie Verästelungen erscheinen, die in der Tat aber nur etwas schräg gestellte Faltenelemente darstellen, die sich einander annähern. Man wird dadurch an die Erscheinung der »Virgation« erinnert.

3. Das 32 cm lange Kautschukband wurde auf 35 cm ausgedehnt und nun mit gewundenen und teilweise verästelten Längsstreifen mit roter Lackfarbe überzogen und auf der einen Seite mit schwarzer Ölfarbe, auf der andern Seite mit weißer Lackfarbe bestrichen, das Ergebnis nach in drei Tagen vorgenommener Entspannung läßt nur Faltungen normal auf die Zugrichtung erkennen. Im Rot an den Rändern kräftiger gefaltet als in der Mitte der Streifen. Im Schwarz Faltung nur an den Rändern gegen Rot und in den Buchten des Rot, sonst blieb die Oberfläche fast glatt, nur an einer Stelle gegen den Unterrand entstand ein rundlicher Fleck mit kräftigerer Faltung, und von hier aus ziehen gegen die Bucht feinere Fältelungen aus kurzen, zur Zweiteilung neigenden Fältchen, die dadurch stellenweise netzartig sich aneinanderschließen. Desgleichen auch noch an einigen Stellen. Das Weiß erschien fein und regelmäßig gefältelt, zwischen den roten Streifen aber kräftiger.

4. Das zuerst auf 33 cm (von 25,5 cm) ausgespannte Band wurde am linken Ende mit schwarzem Asphaltlack bestrichen, im übrigen aber mit Flecken von mit Sikkativ verdünnter roter Lackfarbe und die Ränder und Zwischenräume mit schwarzer Ölfarbe bemalt. Dann spannten wir auf 35 cm an, überzogen das Ganze mit Lack und ließen das Band am nächsten Tage langsam aus der Anspannung. Der Asphaltlack blieb ungerunzelt und auch die lackierte schwarze Ölfarbe blieb glatt, die roten Flecke aber zeigten sich normal auf die Zugwirkung gerunzelt, und zwar wieder an den Grenzen kräftiger.

5. Verunglückter Versuch mit Gipsflecken, die sich nicht fixieren ließen. An einer Stelle wurde er von Dr. Grengg über eine fixierte Staniolunterlage aufgetragen. Diese legte sich in grobe Falten und verschob die zerbrechenden Gipslagen.

6. Dr. Grengg überzog ein ungespannt 13 cm langes Gummiband nach Ausdehnung auf 17 cm mit durch Erhitzen

flüssig gemachtem Schellack. Dieser erwies sich für unsere Zwecke als unbrauchbar.

7. Dr. Grengg trug in Spiritus gelösten Siegellack auf, der sehr langsam trocknete und nach der Entspannung Faltungen zeigte, die in der Mitte kräftiger sind. Unser Vorhaben, auf diese Art starre Flächen zu erhalten, mißlang.

8. Dr. Grengg trug Tischlerleim auf, den er nach dem Festwerden mit einem Längsstreifen von weißer Lackfarbe dick überstrich. Der Tischlerleim erwies sich wohl als starr, aber als zu spröde; er ging teilweise in Trümmer. Das Trockenhäutchen der weißen Lackfarbe zeigte Faltungen zu meist in schräger Richtung, infolge der Widerstände des Leims. Ein Versuch mit Schmierseife mißlang, sie verhielt sich viel zu plastisch.

9. Nun wurde Gips mit aufgelöstem Gummiarabikum angemacht, um seine Haftbarkeit und Haltbarkeit zu erhöhen, und dieser neben Schellack, in der Form von »Fixativ« (Schellack in Spiritus gelöst), auf einen wie gewöhnlich um 3 cm ausgedehnten Kautschukstreifen aufgetragen. Auf der rechten Seite wurde Tischlerleim aufgestrichen, so daß er den Gips zum Teil bedeckte. Nach einigen Stunden wurde das Band nachgelassen. Der Gips haftete und zeigte Sprünge, während Schellack und Leim glatt blieben.

10. Der nächste Versuch wurde mit Bienenwachs angestellt. Er wurde heiß auf den stark gespannten Kautschukstreifen aufgetragen, und zwar ein Drittel des Streifens mit Wachs, das mit wenig Terpentinöl versetzt worden war, ein Drittel mit etwas mehr mit Terpentinöl versetztem Wachs und das letzte Drittel mit Wachs und Terpentinöl im Gleichgewicht. Darüber legte Dr. Grengg nach dem Erkalten der Länge nach einen Streifen von dickem weißem Lack (oben), einen Streifen von Asphaltlack (in der Mitte) und unten einen solchen von in Äther gelöstem Kollodium.

Nach dem oberflächlichen Eintrocknen wurde die Spannung auf ungespannt zurückgelassen und ergab die Erscheinungen, wie sie in **Abb. 5** von der mittleren Partie des Bandes photographisch wiedergegeben werden. Der weiße Lack zeigte sich sehr fein, das Kollodium mittelfein, der Asphaltlack streifenweise grob gefaltet. Das Wachs mit wenig Terpentin war teilweise abgeblättert, teilweise hatte die Mischung ziemlichen Widerstand geleistet und war offenbar nur wenig zusammengeschrumpft, wie man nach dem Verhalten der überdeckenden Lagen schließen möchte. Die mit mehr Terpentin versetzte Wachslage erschien sehr fein gerunzelt. Die mit gleichviel Terpentin gemischte Wachslage dagegen zeigte recht eigentümliche Erscheinungen in der Form von durch stumpfwinklig zusammenstoßende Risse begrenzten Zacken, welche Dr. Grengg mit den Rissen verglich, welche auf Eisenbändern auftreten, wenn sie bis zum Zerreißen gespannt werden, und zwar dort, wo die Auszerrung eintritt, die zur Trennung führt. Das Weiß zeigt an einer Stelle eine kleine Überwölbung nach links, infolge der Verschiebung der abgeblätterten Wachsschicht.

Nach diesen Vorversuchen begannen wir unsere Ballonversuche, an welchen wir unsere gemachten Erfahrungen zur Anwendung brachten (Ballon 1—7). Es schien aber bald wünschenswert, neue Bandversuche anzustellen, um das Verhalten der Anstrichmittel weiter zu verfolgen, bevor wir

sie auf Ballons anwendeten. Es handelte sich mir nämlich darum, sowohl eine gewisse Verschiebbarkeit der Anstriche zu ermöglichen, als auch andererseits der Zusammenziehung widerstrebende Überzüge zu erhalten, um Stauchungsvorgänge in den plastischen Partien hervorzurufen.

11. Ein Versuchsstreifen von 28 cm Länge, auf 32 cm ausgedehnt, wurde mit einem dünnen Seifenanstrich versehen und darüber in Querstreifen aufgetragen: a) weiße Lackfarbe (Taf. 3, **Abb. 4** links), b) weiße Lackfarbe, mit Zaponlack überzogen (Zelluloid in Amylazetat, welcher die Faltung wesentlich verstärkte (ebendasselbst rechts), c) nicht weiter bestrichener Querstreifen, d) Zaponlack allein, e) Mehlbrei (»Papp«), f) Mehlbrei mit Glycerin. a war nach dem Zurücklassen der Spannung zart, aber ungleichmäßig gefaltet, b kräftig gefaltet, d ließ keine Kontraktionserscheinungen erkennen, in e und f zer-sprangen die Überzüge.

In a findet man am Unterrand eigenartige Verzerrungen, Verschiebungen und Aufwölbungen im Zickzack in der Richtung der Spannung; Erscheinungen, welche eine Folge ungleicher Einspannung sein dürften, Störungen, die sich auch nach b hinüberziehen, in der Form von schräg verlaufenden Fältelungen unter der grob gefalteten Mittelfläche.

12. Versuche mit Leukoplast-(Heftpflaster-) Aufklebungen. Der Kautschukstreifen von 29 cm Länge wurde auf 33 cm ausgezogen. Es wurden verschieden gestaltete Heftpflasterflecken aufgeklebt und darüber fleckenweise verschiedene Farben aufgetragen, und zwar weiße und rote Spirituslackfarbe, schwarze Ölfarbe und in Wasser gelöster Tragant. Diese Anstriche wurden vier Stunden vor dem Nachlassen der Spannung teilweise mit Zaponlack überstrichen. Die Spannung währte etwa 24 Stunden. Das Heftpflaster verhielt sich im ganzen starr, nur stellenweise, wo die Anheftung nicht gut erfolgt war, zeigten sich Auffaltungen. Die schwarze Ölfarbe faltete sich recht gut, erwies sich aber als zu fett, und das Öl zog sich in das Heftpflaster der Nachbargebiete; es mag auch auf den Kautschuk ungünstig eingewirkt haben. Der Zaponlack erhöhte die Faltenbildung, diese wurde dadurch viel gröber. Die mit Tragant überzogenen Flächenteile ließen nichts ersehen.

13. Nach einigen Ballonversuchen (8. Sept. 1910) wurde neuerdings ein Streifenversuch eingeschaltet. Es wurde nochmals ein Versuch mit Gips angestellt, weil dieser die Neigung zur Schollenbildung gezeigt hatte. Der Streifen wurde um 4 cm ausgedehnt und mit Fischleim (käuflichem Syndetikon) kräftig gestrichen; nach kurzem, als das Syndetikon oberflächlich einzutrocknen begann, wurde Gips aufgetragen, und zwar in der Mitte eine bereits starre und überdies durch ein feines Drahtnetz verstärkte Masse, rechts und links davon Gips in bereits stumpfflüssiger Form. Nach dem völligen Erstarren (nach etwa zwei Stunden) wurde das ganze Band mehreremal mit dickem Zaponlack, der durch Zelluloidschnitzel verdickt worden war, überstrichen. Nach oberflächlichem Trocknen der Zaponlackschichte wurde der Streifen entspannt. Die Gipsmasse zu beiden Seiten zerbrachen in Schollen, hoben sich teilweise ab und falteten den Zaponlack vor sich her. Auch die verfestigte mittlere Gipsmasse bedingte Faltungen und Stauchungen im Zaponlack (man vergleiche Taf. 8, **Abb. 23**).

14. Endlich sei auch des Erfolges bei der Nachahmung von Stan. Meuniers Bandversuchen gedacht, wobei ich besonders betone, daß langsames Nachlassen ergebnislos verlief, während bei raschem Nachlassen der Spannung die eigenartigen Gipskeilschollen entstanden (Taf. 8, **Abb. 24**).

Ballonversuche.

1. Der Ballon wurde von 20 cm Durchmesser auf 25 cm aufgeblasen. Anstriche mit Asphaltlack und mit roter Lackfarbe wurden aufgetragen. Ersterer splitterte auf und löste sich vom Ballon los, der rote Lack runzelte sich unregelmäßig und überaus fein. Die im Asphaltlack entstandenen Erscheinungen sind offenbar durch die Ungleichheit des Überzugs wesentlich beeinflusst, man erkennt an jeder Stelle die Richtungen der Pinselstriche. In dieser Richtung entstanden förmliche Ketten von Aufwölbungen, die in darauf normalen Richtungen Faltenbildungen und kurze Fältchen erkennen ließen, mit den Höhestellen an den Kreuzungspunkten. Dort, wo der Anstrich recht dünn war, bildeten sich förmliche feine Netze von kurzen Faltungen.

2. Der Ballon wurde auf 25 cm Durchmesser aufgeblasen und teilweise mit Asphaltlack gestrichen. Nach 15 Stunden wurden die noch freien Stellen mit verschiedenen Anstrichen versehen: Gips, Wachs mit Terpentin, gewöhnlichem Leim, Asphaltlack, weißer Lackfarbe, zum Teil über Wachs, Wachs über Gips, Schellack in Spiritus gelöst, Kollodium in Äther gelöst. Leim, Asphaltlack, Wachs und Gips lösten sich beim Ablassen des Ballons auf 20 cm Durchmesser los. Der Gips war mit Gummiarabikum angemacht worden. Die Ablösung des Asphaltlacks erfolgte in großen Lappen, weil er dick aufgetragen worden war, während er beim ersten Ballon, in dünnerer Lage aufgestrichen, wohl aufsplitterte, ohne den Zusammenhang mit dem Ballon ganz zu verlieren. (Mißglückter Versuch.)

3. Der Fußballeinlageballon (»Fußballblase«) aus vier durch Überklebungen verbundenen Segmenten. Durchmesser 17 cm, aufgeblasen auf 22 cm. Die vier Viertel wurden bestrichen: eines mit Leim, der mit Bleiweiß gefärbt worden war, eines mit Wachs (im oberen Teil noch mit Zaponlack überstrichen), das dritte mit Kollodium, das vierte mit Gips, gleichfalls mit Zaponlack überstrichen.

Der Leim leistete Widerstand, wodurch der Ballon sich etwas deformierte, der Gips leistete eine Zeitlang Widerstand, fiel jedoch später in Schollen ab, nachdem er sich um ein Beträchtliches (bis zu 1 cm weit) in die Nachbarräume hineingeschoben hatte. Am oberen Pole blieben die übereinander geworfenen Schollen längere Zeit liegen. Das Kollodium runzelte sich sehr fein in zwei Richtungen: meridional und äquatorial. Das Wachs ohne Zaponlacküberzug zeigte fleckenweise eine ähnliche Runzelung wie das Kollodium, wobei sich die Pinselstriche störend durch Furchenbildung bemerkbar machten. Wo das Wachs mit Zaponlack überstrichen war — er war vor dem Eintrocknen mit Bärlappsamen überstreut worden — war in größeren Bezirken eine kräftigere Faltung des Zaponlacks eingetreten, wodurch ein Faltenrelief entstand, das an Gebirgsketten erinnern konnte. (Mißglückter Versuch.)

4. Nach Aufblasen auf 25 cm Durchmesser wurde der

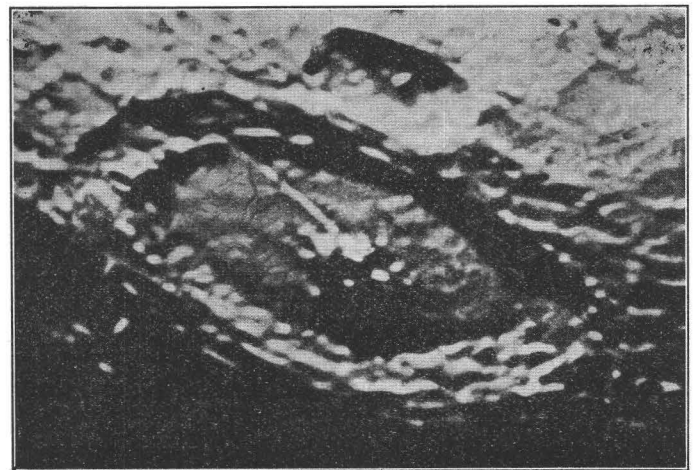
ganze Ballon mit weißer Lackfarbe gestrichen und nach zwei Stunden auf 20 cm Durchmesser zurückgelassen. Die Oberfläche wurde dabei fein runzelig und erschien dadurch matt. Auffallend ist das Auftreten langer, streckenweise fast schnurgerade verlaufender Linien, die aber auch Knickungen und Verbiegungen zeigen, welche sich unter der Lupe als schmale, auf der Höhe aufgeborene Antiklinalen erweisen (Taf. 4, **Abb. 6**). Der Ballon war aufgefallen und bildeten sich offenbar in weitem Umkreise die in radialer Richtung von dem Aufschlagpunkt angeordneten Sprunglinien. Der Kreis der inneren Enden dieser Radialfalten hat etwa 17 cm Durchmesser. Die Falten sind bis 9 cm lang. Die Faltenrisse sind den Mondrillen vergleichbar. Die Messungen sind in den Geraden mit dem Rundzirkel vorgenommen worden. Die allgemeine Oberflächenskulptur ist eine zweifache. Die ganze Oberfläche läßt unter der Lupe eine ungemein zarte Körnelung erkennen. Gegen den unteren Pol, wohin die Farbe abfloß, also viel dickere Farbe sich anhäufte, wurden die Erscheinungen ungemein vergrößert. Die meridionalen Falten bestehen aus einem förmlichen Wirrsal von kurzen, sich ineinander drängenden Wulstfältchen auf den Kämmen. Wo die Farbe sich zu Tropfenbildungen anhäufte, entstanden förmliche Kegelberge aus gekrümmterweise durcheinander gewundenen Falten, die von jedem dieser Kegel, radial gerichtet, abziehen. Ähnliche Erscheinungen werden auch später noch anzuführen sein (man vergleiche etwa Taf. 5, **Abb. 13**).

5. Der Ballon wurde wieder auf 25 cm Durchmesser aufgeblasen und in weißem Lack gebadet. Dieses Bad erfolgte durch Wälzung im Lack und durch sorgfältige Übergießung. Beim Zurücklassen auf 20 cm Durchmesser entstand wieder die runzelige Oberfläche. Bei der Dünne des Überzugs und der zu weitgehenden Austrocknung wurden die Erscheinungen wesentlich vermindert, waren aber ganz vom Charakter des vierten Ballons.

6. Auf dem auf 20 cm (seine natürliche Größe) aufgeblasenen Ballon wurden Festlandsumrisse mit Wasserfarbe nach einem Erdglobus ganz beiläufig aufgetragen und der Ballon auf 25 cm Durchmesser gebracht. Die Meere wurden sodann mit heißem Leim dreimal gut überstrichen. (Der Tischlerleim wurde einen Tag lang in Wasser aufgeweicht und ohne weitere Wasserzugabe im Wasserbad verflüssigt. Sodann wurden zugesetzt: zwei Täfelchen Lampenschwarz, eine Messerspitze Wasserblau und etwa ein Zehntel der Leimmengen wasserfreies Glycerin. Das Gemenge wurde gut gemischt und dann aufgetragen.) Die Kontinente wurden mit weißer Lackfarbe zweimal ziemlich dick überstrichen. Die Hauptgebirgszüge wurden von Dr. Grengg mit rotgefärbtem Wachs (auf ein Volumen Bienenwachs ein Volumen Terpentinöl und etwas Mennige) aufgetragen, die Kontinente nach dem Festwerden des Wachses mit Zaponlack überstrichen und gleich darauf mit Bärlapp-samen bestäubt. (Als störend ist anzugeben, daß der weiße Lack sich als im Zaponlack nicht ganz unlöslich verhält, wodurch ein leichtes Verschmieren eintrat.)

Nach etwa 18 Stunden wurde die Kugel auf 20 cm Durchmesser zurückgelassen, wobei sehr intensive Faltungsercheinungen zur Wahrnehmung gelangten. Der Leimüberzug der Ozeanregionen verblieb glatt und starr. Nur dort, wo der Zaponlack darauf gelangte, erkennt man eine zarte Runzel-

lung. Im Bereich der Kontinente zeigt die weiße Lackfarbe im allgemeinen je nach der Dicke der Farbe gröbere oder feinere Fältelungen, hier und da Netzbildung. So an einer Stelle Nordamerikas NO und SO verlaufende Fältchenrichtungen. Dort, wo das Wachs aufgetragen war, ist die Faltung der weißen Lackfarbe viel gröber und zeigt durch die Faltungen der Wachsschichten beeinflusste Stauchungsercheinungen. Das Wachs zeigt allenthalben die Neigung, sich aufzuwölben, und zwar vorwiegend normal zu der Längsrichtung der Auftragungen. Es entstanden dadurch also Querfaltungen, die teils als aufrechte Antiklinalen, teils als solche erscheinen, die nach einer Seite steilere, nach der andern Seite flachere Schenkel erkennen lassen und zum Teil sogar die Neigung haben, sich überzufalten (man vergleiche Taf. 4, **Abb. 7**). Am auffallendsten sind die Erscheinungen auf der Fläche von »Afrika«, wo die weiße Lackfarbe in förmliche Gebirgskämme aufgewölbt wurde; jeder solche Kamm mit querüber ziehenden Faltenrunzelungen. Die Farbe hat sich dabei vom Kautschuk des Ballons losgetrennt, wie man an einzelnen Bruchstellen gut erkennen kann: »Massendefekte«. Leider verunglückte gerade dieser Teil des Ballons bei einem Fall (Dr. Ampferer hat die Afrikagebirge noch gesehen). Von der Schönheit dieser Gebilde gibt die Taf. 4, **Abb. 8**, zur Darstellung gebrachte kleine Partie in der »Gegend des Somalilandes« (wenn ich so sagen darf) eine schwache Vorstellung, es ist der einzige Teil der gefalteten weißen Lackfarbe, welcher erhalten blieb und heute noch dem Ballon anhaftet, aber gleichfalls kaum erhalten bleiben wird. In den kleinen »Meeren« hat sich der Leim abgehoben und sehr grob gefaltet, so z. B. im »Mittelländischen Meere«, im »Roten Meere« an den Rändern und im »Persischen Meerbusen«. An einer Stelle in »Nordsibirien« (Taf. 4, **Abb. 9**) bildeten die Faltenwülste einen Kegel(wall)berg, der aus lauter kleinen Aufwulstungen zusammengesetzt ist, die eine Art Krater umschließen, ein Gebilde, das an manchen der Mondvulkane erinnern könnte. Man vergleiche etwa das prächtige Bild des Petavius in zwanzigfacher Vergrößerung nach der Lickaufnahme in Prof. Dr. L. Weineks Astronom. Beobachtungen (Prag 1893, letzte Tafel), welche als Textillustration einge-



Mondvulkan Petavius nach Prof. Dr. L. Weinek.

fügt ist. Wollte ich alle Einzelheiten der Erscheinungen schildern, ich würde nicht zu Ende kommen, sie gehen aus den gegebenen Abbildungen hervor.

Die Darstellung, welche Weinek vom Petavius gegeben hat, läßt unschwer erkennen, daß der Wall desselben aus vielen langgestreckten und noch zahlreicheren kurzen, wulstartigen Auffaltungen besteht, zwischen welchen auch ganz kurze, wie Höcker, aufragende Hügel sich erheben; auf der einen Seite des schönen Bildes erkennt man unschwer einen fast geradlinig erscheinenden Zug, der aus sich normal zur Längenerstreckung aneinander reihenden Querfaltwülsten besteht, während die Wallfaltenwülste mehr dem Ringwallkamm entsprechend aneinander gereiht erscheinen. Ähnliches ist übrigens auch am Arzachel, der in zehnfacher Vergrößerung gezeichnet wurde (Weinek, Taf. VI), besonders in der Fig. III u. IV zu beobachten. Auf diesen Bildern erkennt man auch die Oberflächengestaltung der äußeren Nachbargebiete des Ringwalles »1832«. Erwähnenswert ist auch, daß schon J. H. v. Mädler den Petaviuswall als aus langgestreckten Erhebungen, Wülsten bestehend, gezeichnet hat (vgl. die von Weinek seinem Bilde gegenübergestellte Mädler'sche Darstellung).

Aber auch in den Darstellungen der Mondvulkane von F. Carpenter und J. Nashmyth (deutsche Ausgabe von H. J. Klein, 1876) finde ich den Charakter der Mondwallberge schon überaus zutreffend, so daß es mir förmlich unbegreiflich erscheint, wie diese sorgfältigen Darsteller des Gesehenen zu der Vorstellung gelangen konnten, diese Wälle seien durch vulkanische Aufschüttungen entstanden (S. 86—100).

Die schönen Bilder des »Copernicus« (Taf. VII), des »Archimedes« (Taf. VIII), des »Aristoteles« (Taf. IX), des »Triesnecker« (Taf. X) u. a. lassen den Aufbau aus Faltenwülsten, wie mir scheint, deutlich genug hervortreten. Auf dem Idealbild »Normaler Mondkrater« (Taf. XX) erkennt man sowohl auf der rechten wie auch auf der linken Seite des Bildes quer über den Wall ziehende, also radial angeordnete Faltelemente.

Schon H. Ebert hat (Poggendorffs Ann. 1890, S. 356) auf die radiären Hügelketten aufmerksam gemacht, welche »für viele Mondringgebirge sehr charakteristisch« seien. Freilich denkt er an abfließende magmatische Ströme. Ebert erörtert auch die verschiedenen Vorstellungen, welche gebildet wurden, um die Oberflächencharaktere des Mondes zu erklären. Zu all diesen käme nun vielleicht die Erwägung, ob diese Charaktere nicht auch als eine Folge von Schrumpfungsvorgängen der Kontraktionen, in der noch halbplastischen Oberfläche des Mondes, zu erklären versucht werden könnte.

Auch Philipp Fauths Darstellungen (Kaiserslautern 1893 und 1895, mit Atlas) lassen allenthalben die Auflösung der Wallberge in wulstartige Elemente erkennen. Man betrachte nur z. B. die Skelettkarte des »Gassendi« (Taf. III) oder jene des »Frakastor« (Taf. V), die angefertigt wurden, bevor noch die herrlichen Aufnahmen der Pariser Sterwarte zur Verfügung standen.

Auch den jüngst erschienenen großen Mondatlas von Krieger¹⁾ habe ich vergleichend durchgesehen und will ich

¹⁾ Herausgegeben in zwei Bänden von Rud. König mit Unterstützung der Kais. Akademie in Wien. Leipzig 1912, Eduard H. Mayer.

das dabei Gefundene in Kürze anführen. Dabei wurden auch die später zu schildernden Erscheinungen an dem Ballon 10 in Betracht gezogen.

In Fig. 2 (S. 24) läßt »Ritter« auffallende Spiralwülste erkennen. Noch verwickelter erscheinen die Wülste am »Arago« und »Sabine« (vgl. auch Taf. XXX). Der niedere Ringwall »Lamont« zeigt (links im Bilde) schräg querüber verlaufende Wülste. — Fig. 3 (S. 81). Die »Ariadne-Rille« wird von einem weithin erstreckten schmalen Wulst (»I«) begleitet. — Fig. 10 (S. 191). Am »Ptolemäus« (rechts im Bilde) finden sich am Walle schräg verlaufende Wülste in größerer Anzahl. — In Fig. 14 (S. 222) zeichnete Krieger in der Gegend südlich vom »Carrington« eine ziemlich große Zahl von langgestreckten Wülsten. — Fig. 25 (S. 347). »Oppolzer« ist von Wülsten umrandet, die auch am »Flammarion« und »Spörer« in Andeutungen zu erkennen sind.

Auf Tafel XXIX erkennt man in den »Riphaeen« unschwer einige schräg querüber ziehende Wülste, vor allem südlich vom »Jekatherinenpaß«, und auch im Norden fehlt es nicht daran. — Taf. XXXIV. »Marth.« zeigt Kreisringe, welche lebhaft an die am Ballon 10 im obersten Teile recht häufig auftretenden erinnern. — Taf. XXXV. Die »Triesnecker« Gegend läßt langgestreckte Wülste recht häufig beobachten. — Tafel XXXVII. Die große Rille wird von fein erscheinenden Querlinien gekreuzt. — Taf. XLIX. »Goclenus« zeigt einen Wall, der aus Wülsten, ein Wulst zieht querüber, und Wulsthöckern aufgebaut erscheint. — Taf. LI. Im Norden des »Mare Cirsium« treten zahlreiche querverrichtete Wülste auf. — Tafel LIII. »Ptolemäus« und »Alphonsus« sind in Betracht zu ziehen. — Taf. LXIII. »Guerike« zeigt einen aus zahlreichen Wülsten aufgebauten Wall. — Taf. LXIV. Eine lang hingestreckte Reihe von Wülsten, die zumeist derselben Richtung folgen. — Taf. LXVI. »Kopernikus« läßt den Aufbau des Ringwalles aus recht verschieden gestalteten Wülsten erkennen. Auffallend sind die rechts im Bilde auftretenden Wülste von radialer Anordnung vor dem Walle.

7. Ein verunglückter Versuch, der jedoch der gemachten Erfahrungen wegen geschildert werden soll.

Der auf 25 cm gebrachte Ballon wurde mit 80° C heißem Wachs (Mischung wie oben) übergossen und gebadet. Da der Überzug nach dem Abkühlen sehr ungleichmäßig war, badete Dr. Grengg nochmals in dem auf 55° C abgekühlten Wachs. Nach dem Erstarren (etwa nach fünf Minuten) wurde Luft ausgelassen. Der Ballon zeigte sich anscheinend minder elastisch und wurde schon vor Erreichung der 20 cm Durchmesser ganz schlaff, erholte sich jedoch nach einiger Zeit und spannte sich wieder an. Der Überzug zeigte keine Schrumpfungerscheinungen, das Wachs war anscheinend zu terpeninreich und deshalb zu plastisch. Dr. Grengg blies den Ballon wieder auf 25 cm Durchmesser auf, wobei die Wachshülle an vielen Stellen sehr verschiedene Umrisse zeigende Tafeln entstehen ließ, die durch Sprünge getrennt waren. Er verschmierte nun die ganze Oberfläche möglichst gleichmäßig mit den Fingern, benetzte die Oberfläche mit Terpentinöl und tupfte die ganze Ballonoberfläche mit einem feinen Tuche ab, wodurch sie ein mattes, chagrinartiges Aussehen annahm. Beim Versuch, den Ballon wieder auf 20 cm Durchmesser zurückzubringen, zeigte sich, daß er seine

Elastizität fast völlig eingebüßt hatte und schlapp wurde. Der Wachsüberzug blieb oben wie ein weiter Mantel liegen, die unteren Teile aber fielen in Fetzen ab und setzte sich das Abblättern des Wachses mit zunehmendem Terpentinverlust auch nach oben zu fort.

8. Der Ballon wurde wieder auf 25 cm Durchmesser aufgeblasen. Nun wurde beiläufig die Festlandverteilung, wie sie Matthew für das Oligozän angenommen hat, mit Wasserfarbe markiert. Die Meere wurden mit weißer verdünnter Wachsfarbe (Firma Kaspar & Vogt) überzogen, die Festländer — sie sollten widerstrebend wirken — mit schwarzgefärbtem Glycerinleim. Bald nach der Bestreichung wurde der Ballon auf 20 cm Durchmesser gebracht. Der Leim hielt so ziemlich stand, die Wachsfarbe war jedoch noch zu plastisch; es ergaben sich nur dort, wo sie über die Ränder des Leimes reicht, Fältelungen, normal zur Anstrichgrenze. Der Ballon wurde nach diesem Mißerfolg sofort wieder auf 25 cm gebracht und mehr als zwei Tage in Ruhe gelassen. Aber auch nach dieser Zeit ergaben sich keine Faltungen beim Ablassen. Die Farbe war noch immer zu plastisch. Sie erwies sich sonach für unsere Versuche als unbrauchbar.

9. Der Reithoffersche Segmentenballon wurde von 19 cm auf 25 cm Durchmesser gebracht, in weißer Lackfarbe zweimal gebadet (Intervall von 3 Stunden). Am nächsten Tage wurden die Meere (wie bei Ballon 8) mit grüner Lackfarbe angelegt. Nach weiteren 24 Stunden wurde über die Meeresflächen ein dünner Zaponlackanstrich aufgetragen und nach einigen Stunden der Ballon auf 20 cm Durchmesser gebracht. Kräftige Faltungen entstanden dort, wo der Zaponlack stärker war, besonders am unteren Pol der Kugel, wohin das Abfließen erfolgte.

Es bewährte sich sonach die Überdeckung einer plastisch bleibenden Schicht durch eine rascher trocknende und dabei spröde werdende. Während auf den Flächen der Segmente die zahllosen Fältchen sich in meridionale Kämme mit Querrippchen vereinigen, unterbrechen die Heftungstreifen die Erscheinungen und weisen zumeist äquatoriale (Quer-)Fältchen auf. Die Variabilität auf den Segmentflächen ist sehr groß. Stellenweise schrumpfen die Fältchen auf gedrängtstehende Höckerchen zusammen. Auch die Stärke der Fältchen variiert sehr, bald sind sie ziemlich grob, bald wieder von ungewöhnlicher Feinheit. Die Emporwölbung zu Kegelbergen aus Faltenzügen ist ganz ähnlich so wie beim Ballon 6.

10. (Taf. 5, Abb. 10—13). Der Ballon wurde in ziemlich dickflüssiger, in stark erhitzter Essigsäure gelöster Gelatine zweimal gebadet. Der Ballon verlor seine Undurchlässigkeit und ging im Laufe von mehreren Stunden von selbst sehr langsam von 25 auf 20 cm Durchmesser zurück. Es entstanden sehr schöne Runzelungen, die beim Eintrocknen des Leimes scheinbar noch kräftiger wurden.

Die Skulptur der Oberfläche ist eine überaus zierliche und variable, wie ein Blick auf die photographischen Aufnahmen erkennen läßt. Vor allem ist dabei die Dicke der Gelatine maßgebend. Dünne Flächen sind, je dünner desto feiner, gerunzelt, bis zur vollkommenen Glätte. Ist die Dicke auf größere Erstreckung dieselbe, so hält auch derselbe Runzelungscharakter an, man vergleiche etwa die Abb. 11 aus der oberen Halbkugel. Dort, wo die Gelatine abfloß,

sind die Erscheinungen am kräftigsten, so besonders wieder in der Gegend des unteren Poles (vgl. Abb. 13), wo sich die Falten vielfach in der Richtung des Fließens (Fluidaltextur) vorzogen wie auf der Fladenlava. Zu den auffallendsten Erscheinungen gehören die glatten, annähernd kreisrunden oder elliptischen Stellen, welche von hügelartigen Höckern oder auch von langgestreckten Faltenwällen umgeben sind (Abb. 10 u. 11). Von den Höckern strahlen im allgemeinen radial gerichtete Falten und Faltenbündel ab. Auch ganz kleine Kreiswalle treten mit einer mittleren trichterförmigen Vertiefung auf (Abb. 10). Vor dem Rande eines mondvulkanartigen Gebildes findet sich ein blattartiges umwalltes Feld mit vielen, wie Blattnerven verlaufenden, zum Teil zierlich gegabelten Fältchen, so daß man an einen träge geflossenen, deckenförmig verbreiterten Lavastrom erinnert werden könnte (Abb. 11). Durchweg nur Schrumpfungs- und Stauchungserscheinungen. Diese Bildungen treten hauptsächlich auf der oberen Hälfte des Ballons auf, während auf der unteren Hälfte hier und da die Neigung besteht, Faltenhügel entstehen zu lassen, ähnlich jenen, wie sie schon am Ballon 6 geschildert wurden. Auch sehr lang hingestreckte kräftige Antiklinalen stellen sich ein, die sich auf Abb. 13 beobachten lassen.

11. (Taf. 6, Abb. 14—17). Der Ballon wurde auf 25 cm aufgeblasen. Dr. Grengg hatte auf einem Hilfsballon von gleichem Durchmesser Gipsbrei (Berliner Gips) aufgetragen und sich auf diese Weise 2—3 mm dicke Gipsschalen erzeugt. Diese wurden nun auf den Ballon 11 in 56 Einzelschollen teils mit Syndetikon, teils mit Zaponlack aufgeklebt und mit Zaponlack überstrichen, desgleichen auch mehrmals die Zwischenräume der Schollen. Ich ließ aus Heftpflasterstreifen eine ringförmige (elliptische) Fläche umgrenzen. Auf diese Streifen wurden Gipsschollenbruchstücke mit dickem Zaponlack befestigt und der Ring außerdem mit Gipsbrei einheitlich überzogen. Die untere Polarregion wurde mit Syndetikon bestrichen und darauf feinstgemahlenes Feldspatpulver gestreut.

Nach zweitägiger Pause wurde der ganze Ballon mit dünnem Zaponlack überzogen. Nach einigen Stunden wurde er dann noch mit einer dicken lauwarmen Lösung von Gelatine in verdünnter Essigsäure überstrichen, und zwar zweimal mit einstündiger Zwischenpause. Vor dem Nachlassen des Ballons wurden die nicht als starr zu verbleibenden Teile des Ballons mit Wasser überstrichen, weil das Syndetikon zu stark getrocknet war. Wenige Minuten darauf erfolgte das Ablassen.

Der Erfolg war ein höchst eigenartiger. Es entstand eine unregelmäßige Form, die man mit einem sehr übertriebenen Geoid zu vergleichen geneigt sein könnte. Die Gipsschollen waren zum Teil samt ihren Überzügen losgelöst und emporgehoben worden. Der Heftpflaster-Gips-Ring hat standgehalten und der eingeschlossene Teil erschien straff gespannt.

Auch die Gipsschollen hielten stand, sie hoben sich mit ihren Überzügen von der zurückgehenden Kautschukkuugeloberfläche ab, und zwar in sehr verschiedenem Maße. Während der Ring (Abb. 14) kaum 0,5 cm hoch kam, beträgt die Erhebung bei einer äquatorial angeordneten Gipsscholle (Abb. 16) bis 1 cm, bei den Gipsschollen 1—11 (Abb. 14) und 50 (Abb. 17) jedoch bis gegen 2 cm. Dabei kam es auch zu

Verschiebungen der Schollen gegen die großen Senken zwischen den Schollenmassen, die man mit Festlandmassen vergleichen möchte, im Ausmaß bis zu 0,5 cm. Scholle 49 (**Abb. 16** unten) staute sich an der benachbarten kleinen Schollen-Gruppe 50—53, welche im allgemeinen nur wenig gehoben wurde, so daß sich die Teilscholle 50 förmlich vertikal stellte. Die gewählten Überzüge von Zaponlack und Gelatine hielten vortrefflich und erscheinen wie aufgeblasen. Sie zeigen hier und da grobe Falten und an den Überschiebungsstellen Andeutungen von Überfaltungen. In den großen Senken lassen sich leider die Faltungerscheinungen nicht verfolgen. Bei einer Wiederholung dieses Versuchs mit kräftigeren Ballons wird in die Zwischenräume zwischen den Schollen noch Lackfarbe aufzutragen sein.

Zweifellos gehört dieser Versuch zu den bestgelungenen. Er würde Erörterungen erlauben über Vorgänge, die mit den säkularen Erhebungen in Vergleich gebracht werden könnten.

12. (Taf. 7, **Abb. 18—21**). Der Ballon wurde wieder auf 25 cm Durchmesser aufgeblasen und die Oberfläche, um sie zu entfetten und die Haftbarkeit der Anstriche zu vermehren, mit Magnesia abgerieben. Wieder wurden die hypothetischen Oligozänfestlandmassen beiläufig aufgezeichnet und dann mit käuflichem Syndetikon (Fabrik Otto Ring) überstrichen und mit entsprechend zugeschnittenen Streifen fester Leinwand überzogen. Nach eintägigem Trocknen wurde die Leinwand mit Syndetikon bestäubt und nach wieder eintägiger Trocknung Berliner Gips als ziemlich dicker Brei etwa 3 mm dick aufgetragen. Nach etwa 24 Stunden wurden die Festlandsgrenzen mit eingedicktem Zaponlack überstrichen, um das Ablösen der starren Massen bei der Kontraktion zu erschweren.

Am nächsten Tage wurde die ganze Kugel mit eingedickter weißer Spirituslackfarbe dick überstrichen und zwei Tage darauf die Meere mit grüner, ziemlich dicker Spirituslackfarbe überzogen und nach zwei Stunden dünner Zaponlack aufgetragen. Eine Stunde später wurde die Kontraktion auf 20 cm Durchmesser vorgenommen.

Es entstanden gute Faltungen, die Gebiete ohne Gips sanken ein, während die Festländer sich wieder förmlich emporhoben und stellenweise gegen die Meere vorschoben, wodurch Stauchungen erzeugt wurden. Der ganze Versuch hatte sieben Tage erfordert.

Gegen den angenommenen Großen Ozean ist die Hochlage gegen den schrumpfenden Ballon am größten und beträgt im Maximum etwa 1,5 cm. An einigen Stellen rissen die Überzugsschichten und brach die eine und andere der Halbinseln (**Abb. 20**). Die Vorschübe der starren großen Schollen sind zum Teil recht beträchtlich, sie lassen sich an den Stauffalten der grünen Lackfarbe sehr schön verfolgen. Südamerika wurde gegen den antarktischen Kontinent vorgeschoben, dieser hob sich etwas in seinem ganzen Umkreis, am stärksten gegen »Australien« hin. Australien schob sich etwas gegen die Sundainseln, wird auf der Nordseite von Stauffalten begleitet und deformierte auch sonst die grünen Faltenzüge.

13. Der Ballon wurde auf 25 cm Durchmesser aufgeblasen. Mein Vorhaben ging dahin, eine plastische Region in äquatorialer Richtung und eine zweite solche in meridionaler Richtung um die Kugel zu legen, alles übrige aber als

zunächst starr vorzubereiten. Diese Teile des Ballons wurden mit Glycerinleim zweimal überzogen und nach dem Festwerden überdies mit Zaponlack. Die äquatorial verlaufende Region wurde mit blauer und grüner Spirituslackfarbe angelegt (zweimalige Überstreichung). Ein Teil der äquatorialen Region wurde vor dem Auftragen der Lackfarbe mit Glycerin dünn eingerieben, um die Bewegungsfähigkeit der Farbe zu erleichtern. Auch wurde eine Partie der Äquatorialzone vor dem Zurücklassen durch Zaponlack etwas erweicht. Die meridionalen Regionen wurden im oberen Teile auf der einen Seite in gleicher Weise behandelt wie die äquatoriale Region, nur daß statt des Glycerins vor dem Auftragen der Lackfarben mit Federweiß eingerieben wurde. Die übrigen Teile wurden mit warmem Wachs überzogen und nachträglich geglättet. Auch über einen Teil der äquatorialen Region wurde über die Lackfarbe ein Wachsstreifen aufgetragen. An einer Stelle wurde dann auch über die Leimfläche die Spirituslackfarbe gebracht.

Mit dem Wachs hatten wir auch diesmal keine guten Erfolge zu verzeichnen, es war bereits zu starr geworden, löste sich teilweise ab, zerbarst oder bog sich auf. Die Lackfarbe über dem Leim blieb unverändert. Der Leim löste sich stellenweise ab, behielt aber die ausgepannte Gestalt zum größten Teil bei und ließ Vorschübe beobachten. Im ganzen muß der Versuch als verunglückt bezeichnet werden, vor allem durch das Zerbersten und Zerbrecen der Wachsüberzüge. Eine Stelle der äquatorialen Region bringe ich jedoch Taf. 8, **Abb. 22**, zur Abbildung. Die Photographie ist ganz vorzüglich ausgefallen¹⁾ und läßt recht schöne Einzelheiten beobachten.

14. Am letzten unserer Ballone machte Dr. Grengg auf einem Teile der Oberfläche den Versuch, zu erproben, wie die Einschiebung eines das feste Ankleben der Farbe erschwerenden Mediums die Erscheinungen beeinflussen würde. Die Oberfläche des auf 25 cm Durchmesser gebrachten Ballons wurde mit Glycerin eingerieben und darüber an einer Stelle die Lackfarbe und an einer andern Stelle Zaponlack aufgetragen. Beim Zurücklassen auf 20 cm Durchmesser (nach einstündigem Trocknen) zeigte die Lackfarbe sehr zarte und zierliche Fältelungen und in der Längsrichtung, wohl durch die Pinselstriche beeinflußt, Längsfalten mit abstrahlenden feineren Querfältchen. Der Zaponlack hob sich viel stärker ab und ließ ein Wirrsal von Faltenhügeln entstehen. Gegen den oberen Rand strahlen längere, überaus enge und vorwiegend einseitige und sogar etwas übergefaltete Fältchen ab.

Alle unsere Erfahrungen werden wir auch auf stärkeren Kautschukugeln, wenn ich solche erhalten sollte, in Anwendung bringen, und zwar auch bei weniger weitgehenden Volumen- und Oberflächenveränderungen. Das Zurücklassen soll nur von 25 cm Durchmesser auf 23 cm und andererseits die Aufblasung auf nur 22 cm Durchmesser und das Zurücklassen rascher vorgenommen werden. Gegebenenfalls werde ich nicht unterlassen, auch über diese zukünftigen Versuche und Erfolge Mitteilung zu machen.

¹⁾ Die photographischen Aufnahmen hat alle Ingenieur Hans Bayer, der Photograph des Elektrotechnischen Instituts der k. k. Technischen Hochschule, in geradezu mustergültiger Schönheit hergestellt, wofür ich ihm zu größtem Danke verpflichtet bin.

Schrumpfungsversuche I

Von Franz Toula

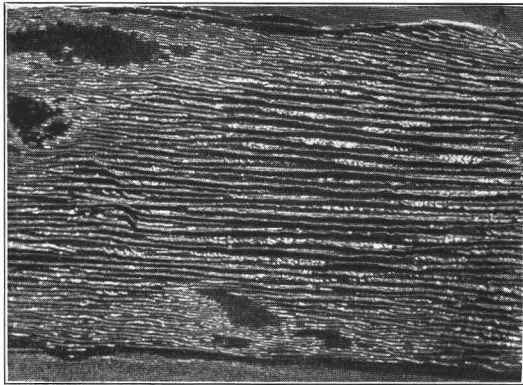


Abb. 1

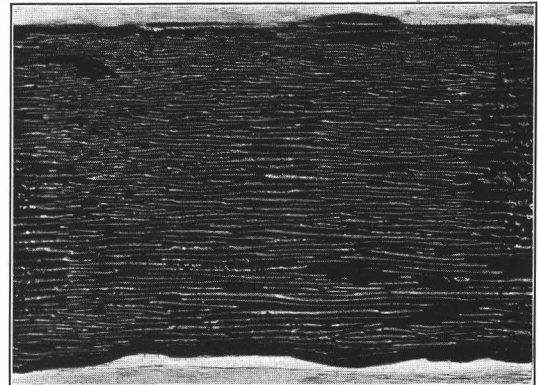


Abb. 2

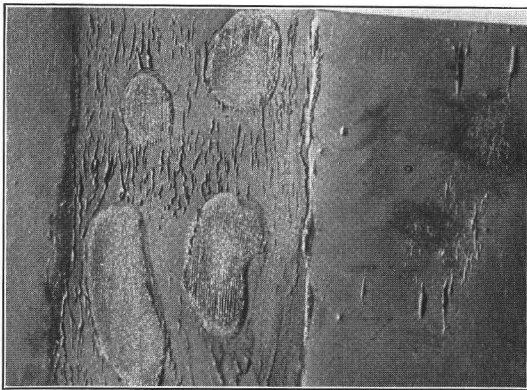


Abb. 3

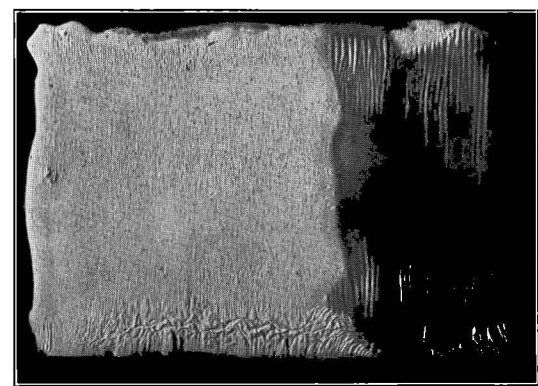


Abb. 4

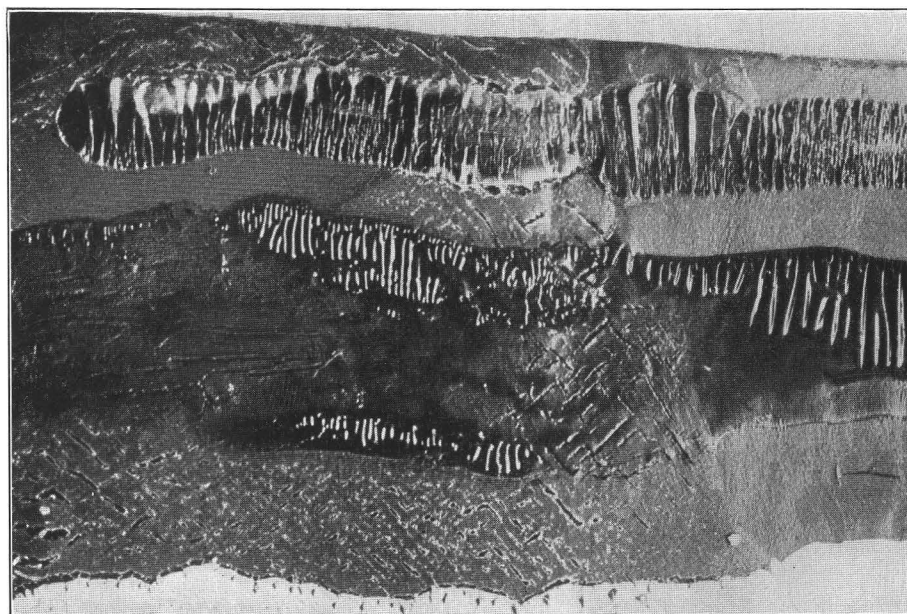


Abb. 5

Schrumpfungsversuche II

Von Franz Toula



Abb. 6

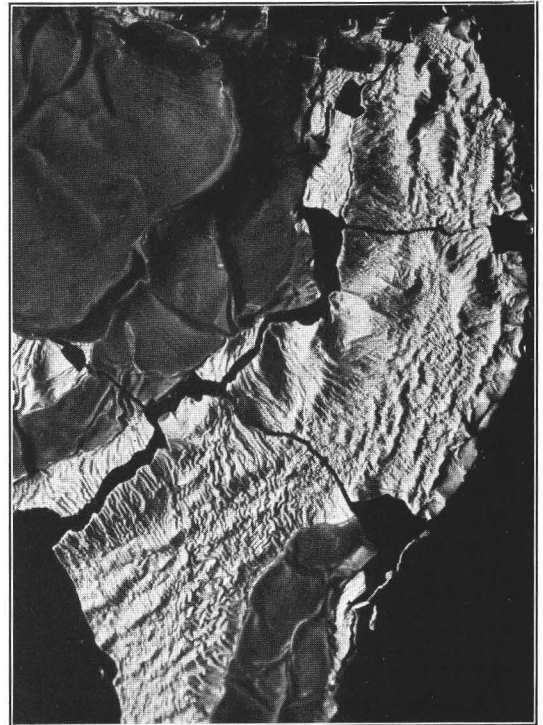


Abb. 8

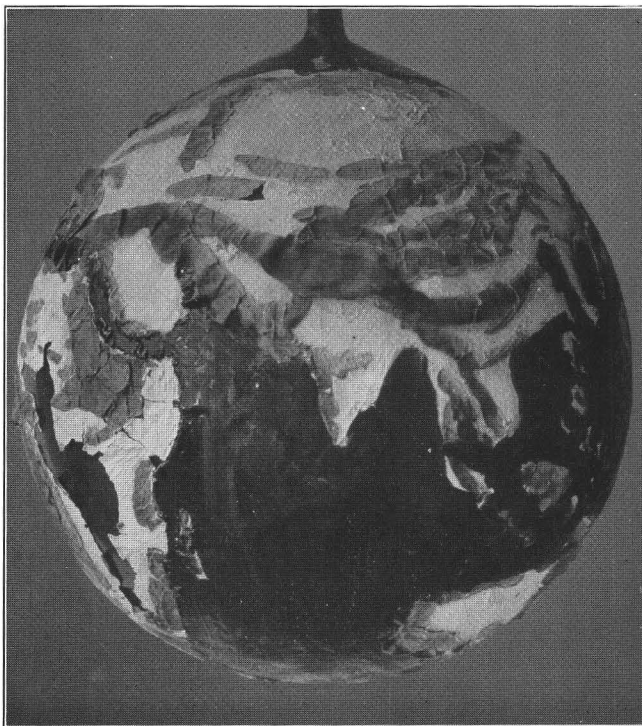


Abb. 7



Abb. 9

Schrumpfungsversuche III

Von Franz Toula



Abb. 10



Abb. 12

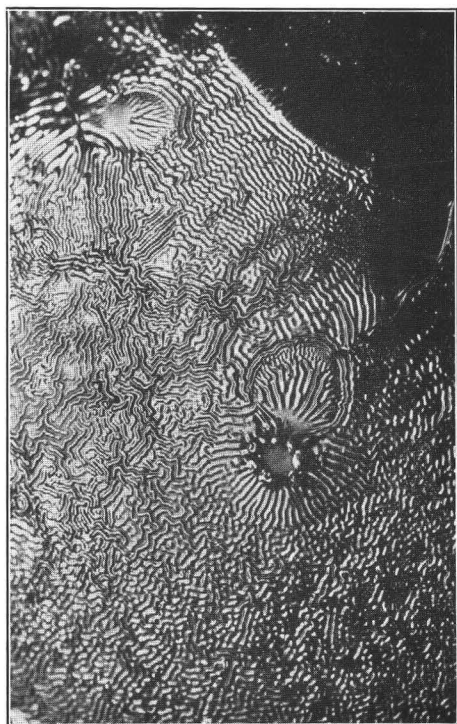


Abb. 11



Abb. 13

Schrumpfungsversuche IV

Von Franz Toula

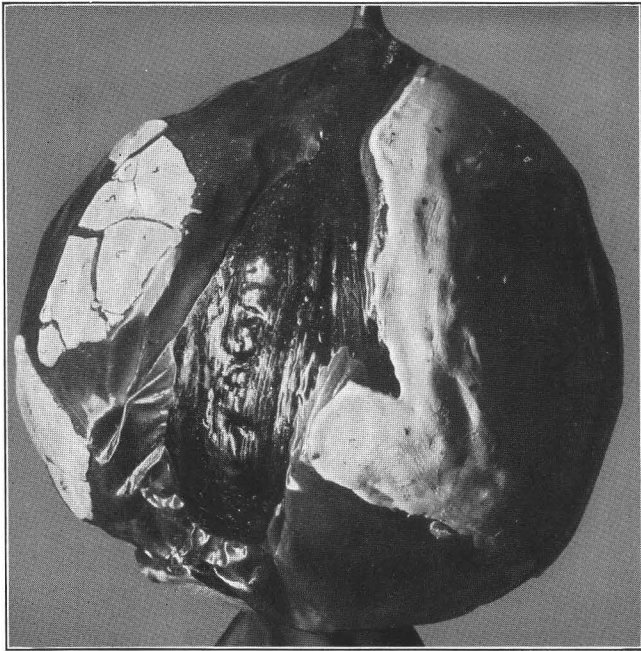


Abb. 14

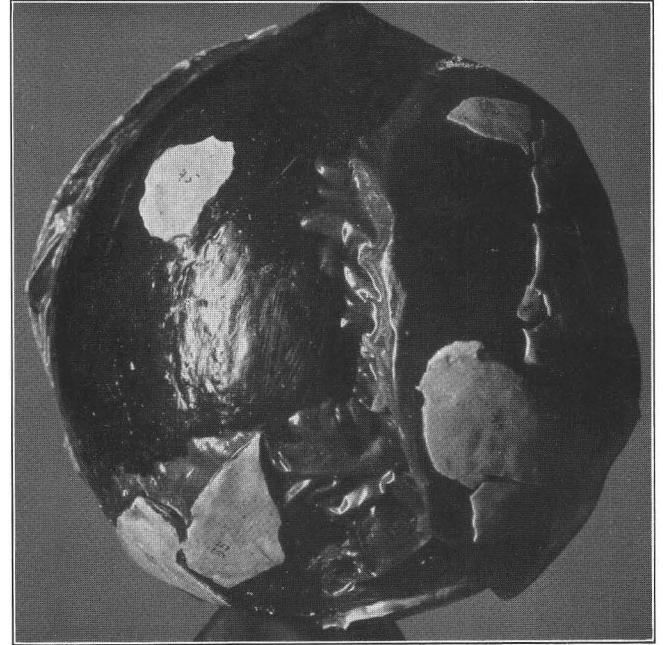


Abb. 15

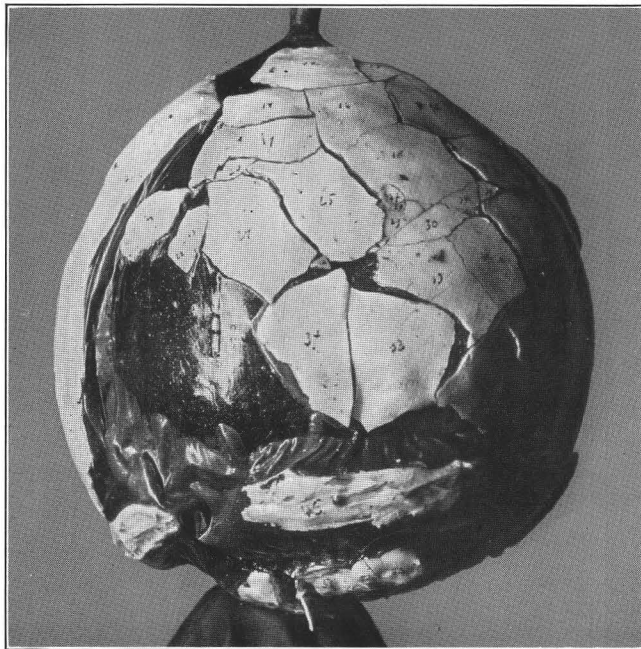


Abb. 16



Abb. 17

Schrumpfungsversuche V

Von Franz Toula



Abb. 18

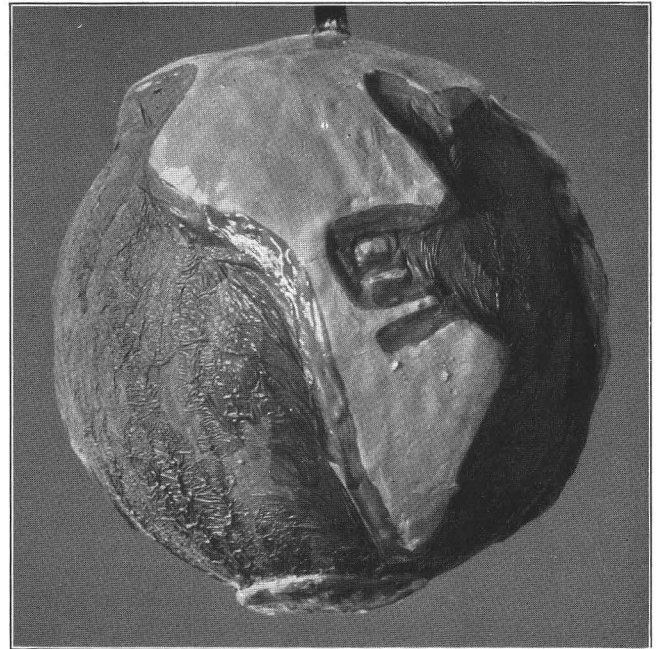


Abb. 19

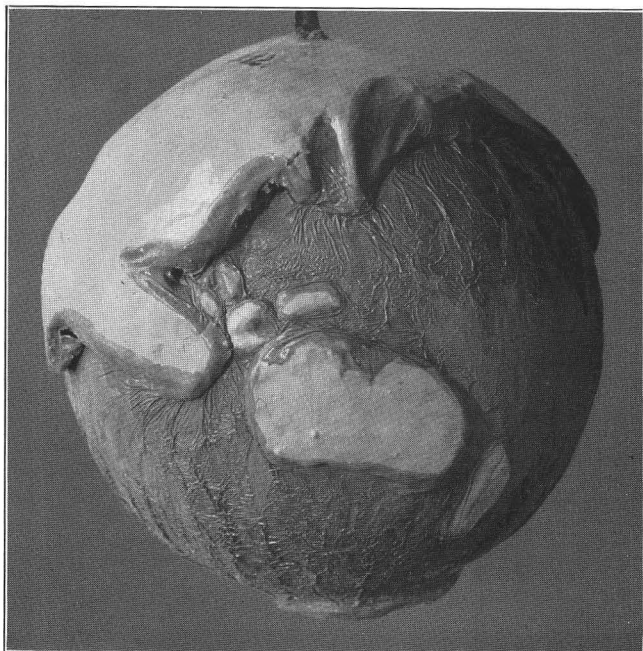


Abb. 20

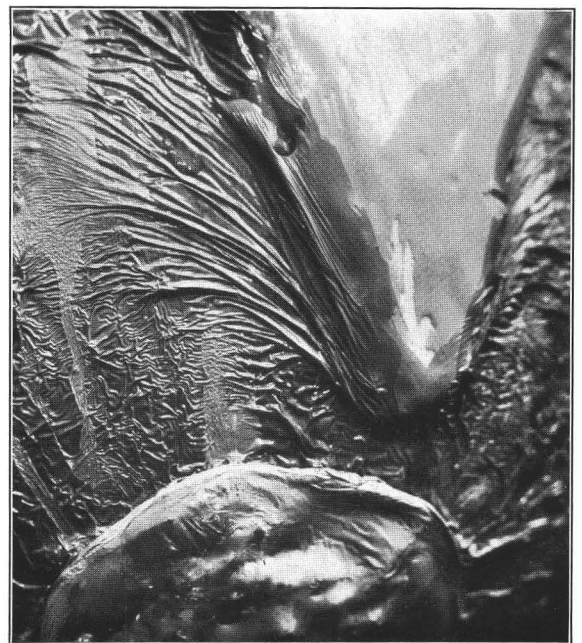


Abb. 21

Schrumpfungsversuche VI

Von Franz Toula

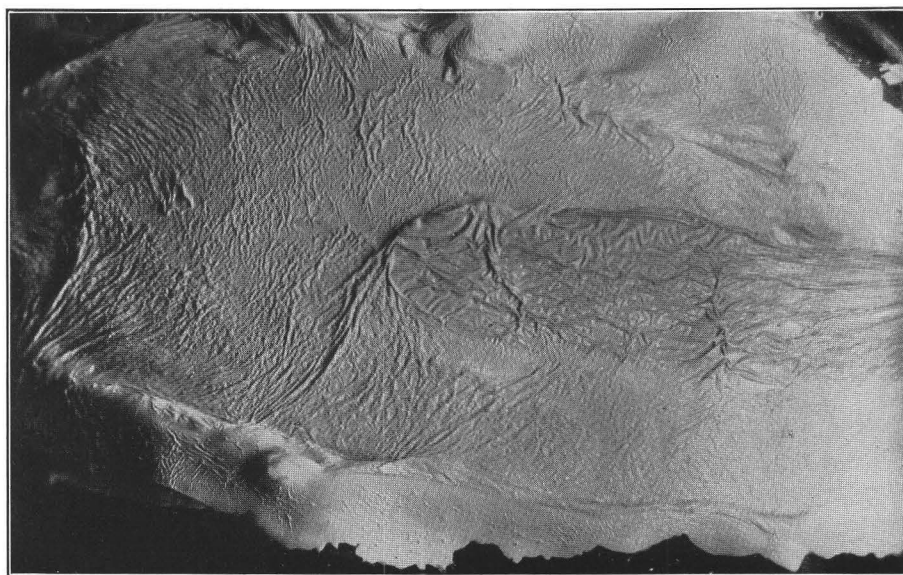


Abb. 22

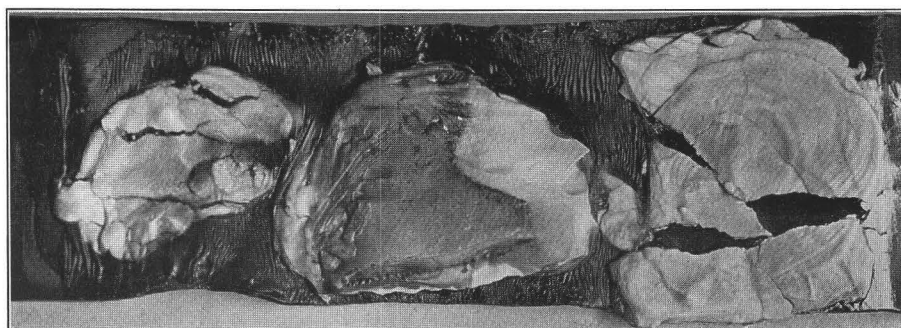


Abb. 23



Abb. 24