

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

K. B. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XXXV. Jahrgang 1905.

München

Verlag der K. B. Akademie der Wissenschaften
1906.

In Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Neue Beiträge zur Theorie der Erosionsfiguren.

Von **Siegmund Günther.**

(Eingelaufen 14. Dezember.)

Die scheinbar so einfache Frage, wie gewisse bizarre Gebilde in lockerem Materiale, zumal in Glazialrückständen, sich im Laufe der Zeiten bilden, ist in neuerer Zeit wiederholt der Erörterung unterzogen worden.¹⁾ Darüber, daß die alte Theorie, wie sie Zallinger zum Thurn und Lyell aufgestellt haben, nicht mehr als ausreichend betrachtet werden kann, besteht nahezu allgemeine Übereinstimmung.²⁾ Jene Auffassung des Bildungsvorganges, welche von dem Verfasser vertreten wird,

1) Vgl. dazu die beiden Abhandlungen des Verfassers: Glaziale Denudationsgebilde im mittleren Eisacktale, Sitzungsber. d. K. Bayer. Akad. d. Wissensch., Math.-Phys. Kl., 1902, S. 459 ff.: Erdpyramiden und Büsserschnee als gleichartige Erosionsgebilde, ebenda, 1904, S. 394 ff.

2) Jene ältere Auffassung lernt man am besten durch eine ganz moderne Reproduktion derselben kennen. M. Eckert hat in einer Studie, die sonst manch wertvollen Gesichtspunkt für die Morphologie des Hochgebirges darbietet, sich über die Erosion des Regens geäußert und zum Beweise, daß dieselbe gestaltbildend sich betätigen könne, einige Bemerkungen hinzugefügt (Die Verwitterungsformen in den Alpen, insbesondere in den Kalkalpen, Zeitschr. d. D. und Öst. Alpenver., 36. Band, S. 20). „Am Finsterbach bei Bozen, auch bei Meran, bemerkt man kegelförmige Erdsäulen, die mit einem Steinhut bedeckt sind. Der Regen hat die hier befindliche, sehr weiche Schuttmasse angegriffen; nur da wurde sie von dem fallenden Regen verschont, wo ein aufliegender oder eingebetteter Stein die unter ihm liegende Erdschicht schützte. Auf diese Weise werden Erdpyramiden gebildet.“

hat neuerdings mehrfach die Zustimmung von Kennern der Gebirgswelt gefunden.¹⁾ Immerhin ist es auch jetzt noch keineswegs überflüssig, die Analyse der merkwürdigen Erscheinung zu vervollkommen und immer wieder durch neue Belege die Behauptung zu stützen, daß sich die Entstehung der sogenannten Erdpyramiden nicht in so schablonenhafter Weise abspielt, wie das früher angenommen wurde. Ohne leugnen zu wollen, daß gelegentlich auch noch andere Faktoren als mitwirkend sich geltend machen können, kann man doch als typische, immer wiederkehrende Gesetzmäßigkeiten die folgenden drei herausfinden:

I. Das Material, aus welchem die fortschreitende Denudation die charakteristischen Zacken herausmodelliert, darf weder allzu nachgiebig gegen zerstörende Einflüsse, noch auch allzu kompakt sein.

II. Die krönenden Blöcke mancher Säulen, die man früher für eine unerläßliche Vorbedingung hielt, sind eine ganz zufällige Beigabe und dienen höchstens dazu, das einzelne so begünstigte Exemplar etwas länger vor der Zerstörung, der es schließlich doch anheimfallen muß, zu schützen.

III. Größere Ansammlungen — Kolonien — von Erdpyramiden verraten durch ihre lineare Scharung stets, daß sich eine Mauer, ein Erosionssporn, in eine Anzahl von Protuberanzen aufgelöst hat.

Diese drei Thesen sollen nunmehr der Prüfung unterstellt werden, um einzelne Punkte, die teilweise zwar früher schon

¹⁾ Hier ist u. a. zu verweisen auf den Bericht, der über den zweitgenannten der obigen beiden Aufsätze von A. Rühl erstattet wurde (Naturwissensch. Wochenschrift, 1905, Nr. 28). Mit Lebhaftigkeit hat sich gegen die „Steinhuttheorie“ unlängst R. Lüdi ausgesprochen (Die Entstehung der Erdpyramiden, Frankfurter Zeitung vom 30. August 1905). Derselbe erkennt unumwunden die Berechtigung der beiden oben aufgestellten Leitsätze II und III an und verweist zu ihrer Bekräftigung auf ein seltener besuchtes alpinen Gebiet, mit dem wir uns nachher noch werden beschäftigen müssen.

gestreift, aber nicht weiter ausgeführt wurden, vollständig zu klären.

Es leuchtet von selbst ein, daß Stoffe, die bei der geringsten Einwirkung von außen in sich zerfallen, überhaupt nicht wohl differenziert werden können. Es bildet sich, wenn solche Einflüsse hervortreten, ein ungeordnetes Haufwerk, aber selbst wenn es zur Herausbildung einzelner Erdsäulen käme, so würden diese kein längeres Leben haben, sondern sehr bald wieder in sich zerfallen. Ein gewisses Maß von Kohärenz der Materie ist somit unerlässlich. Wäre der chinesische Löß, dem als Endprodukte äolischer Aufschüttung ein ziemlich hoher Grad von Widerstandsfähigkeit eignet, bloß eine lockere Masse, so würden die großen Ströme in ihn nicht die tiefen und steilwandigen Täler haben einschneiden können, die für den Westen Chinas das Landschaftsbild bestimmen.¹⁾ Andererseits würde eine völlig verfestigte und dadurch so gut wie homogen gemachte Schuttlage den denudierenden Agentien nicht jene Ansatzpunkte gewähren, welche diesen gegeben sein müssen, wenn sie ihre Auflösungsarbeit beginnen sollen. Ohne das Vorhandensein einiger Ungleichförmigkeit in der Struktur der Masse ist die Herauspräparierung einzelner Auszackungen nicht denkbar. Die hier hervorgehobenen Umstände sind wohl sehr häufig dafür verantwortlich zu machen, daß man Erdpyramiden an Stellen, deren Natur solche Bildungen eigentlich mit Sicherheit erwarten ließe, trotzdem nicht vorfindet.²⁾ Eine

¹⁾ So wie dies insbesondere F. v. Richthofen in mustergültiger Weise dargelegt hat (China, Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien, 2. Band, Berlin 1882, S. 348 ff.).

²⁾ Hierher möchte der Verfasser in erster Linie die Umgebung der oberbayerischen Stadt Wasserburg gerechnet wissen. Die Halbinsel, auf der jene liegt, wird auf der rechten Innseite eingefasst von einem steil zum Flusse abstürzenden Plateau aus Hochterrassenschotter (W. Götz, Geographisch-historisches Handbuch von Bayern, 1. Band, München 1895, S. 433), dessen Fläche bewaldet ist, während auf der schroffen Böschung nur spärlich Gebüsch haften. Der Abhang ist durch Wasserrinnen, die ihn meist von oben bis unten durchfurcht haben, in eine große Menge von einzelnen, teilweise ganz schmalen Rücken zerfällt worden, so daß

vorzüglich günstige Disposition scheinen Moränenreste dann zu besitzen, wenn sich an der Verästelungsstelle zwei aus verschiedenen Tälern herabgekommene Moränen vereinigt haben. Auf diese Tatsache scheint allerdings nur im Einzelfalle, zuerst Fröbel¹⁾ aufmerksam gemacht zu haben. Allein sie läßt sich bei genauerem Zusehen gar nicht selten erkennen, wie denn die schönen Pyramiden von Stalden, in dessen Nähe die Täler von Zermatt und Saas zusammenkommen, in ebendiese Kategorie gehören. In folgender Fassung dürfte mithin das, was die wallisischen Vorkommnisse lehren, einwandfrei wiedergegeben sein:

also der Herausbildung von Erdpyramiden kein Hindernis im Wege stehen sollte. Und doch sind solche von Wasserburg nicht bekannt. Wenn man auch als sehr wahrscheinlich annehmen kann, daß in früherer Zeit auch die Uferhänge von Vegetation bedeckt waren, bis die unaufhörlichen Einstürze, zu denen die laterale Korrasion der Innfluten Anlaß gab, die gegenwärtige Entblößung herbeiführten, so besteht doch dieser Zustand nun hinlänglich lange, um gestaltlichen Veränderungen Vorschub zu leisten. Denn ein altes Gemälde, welches die Beschießung des damals sehr wehrhaften Platzes durch Schweden und Franzosen im Jahre 1648 veranschaulichen soll, stellt das rechte Ufer ganz ebenso dar, wie es heute unseren Blicken erscheint. Übrigens hat eine erneute und schärfere Beaugenscheinigung des Terrains zu der Wahrnehmung geführt, daß in der Tat die Loslösung kleiner Erdpyramiden, ganz wie sie die Theorie erfordert, begonnen hat, und daß die Krenelierung des einen und anderen Erosionsspornes im Fortschreiten begriffen ist. Weshalb dieser Prozeß allerdings so langsam verläuft, ist eine noch nicht ganz geklärte Frage für sich. Ein gutes Bild der merkwürdigen Erdstelle gibt auch Penck (Das Deutsche Reich, Wien-Prag-Leipzig 1885, S. 174). Wenn man zumal auf einer Ballonphotographie, wie eine solche unlängst von Dr. R. Emden aufgenommen ward, das Bild von Wasserburg und Umgebung betrachtet, so kann man die in der Herausbildung begriffenen Erosionskulissen sehr gut wahrnehmen.

¹⁾ J. Fröbel, Reise in die weniger bekannten Täler auf der Nordseite der Penninischen Alpen. Berlin 1840, S. 23. Nach kurzer Erwähnung anderer Vorkommen von Erdpyramiden sagt der bekannte Publizist: „Hier, bei Usegne, ist es das Zusammenstoßen der beiden Täler, welches bewirkt hat, daß von der ursprünglichen Masse des aufgeschütteten Bodens nichts als die freistehende Wand mit ihren Obelisksen und Säulen übrig geblieben ist, während man an den fortlaufenden Bergseiten rechts und links noch

Moränen oder fluvioglaziale Geschiebe am Konvergenzpunkte zweier Täler eignen sich, ohne daß damit eine notwendige Voraussetzung gegeben wäre, sehr gut für die Bildung von Erdpyramiden.

Mutmaßlich ist dieser Umstand gerade darauf zurückzuführen, daß die Druckwirkungen, welche aus der Begegnung der beiden sich unter spitzem Winkel treffenden Ströme loser Materie resultieren, jenen Grad von Festigkeit zuwege bringen, der die in Frage kommende Modalität erosiver Zerstörung begünstigt. Es wird gut sein, überall da, wo in alten Gletscherterritorien unsere Gebilde zu finden sind, die Örtlichkeit auf das soeben besprochene Kennzeichen zu prüfen. Denn sehr wahrscheinlich ist diese Vorbedingung in vielen Fällen nicht erfüllt, in denen man Erdpyramiden erwarten sollte, sie aber trotzdem nicht vorfindet. Gerade bezüglich dieses Umstandes mag sich wohl die mineralogische Eigenart des Stoffes einigermaßen geltend machen, insofern nämlich die Zusammensetzung desselben auf seine passive Resistenz gegen zerstörende Kräfte doch unzweifelhaft einen gewissen Einfluß ausüben muß. Und auch die chemische Beschaffenheit des meteorischen Wassers wird nicht ganz gleichgiltig sein; im einen Falle wird eine raschere, im anderen eine langsamere Zersetzung platzgreifen. Es ist dies ein Moment, welchem vielleicht eine noch weiter gehende Klärung zu teil werden muß, wenigstens im Bereiche der ersten unserer drei Thesen.

Wir wenden uns nunmehr dem Teilprobleme zu, welches durch die für den landschaftlichen Eindruck ganz gewiß nichts weniger als gleichgiltigen Deckblöcke gekennzeichnet ist. Weil eben diese sonderbare Krönung imponiert, übersieht der Beschauer nur zu leicht, daß in der Regel weit mehr Säulen dieses Schmuckes entbehren als teilhaftig sind; kommt ihm dies jedoch zum Bewußtsein, so hilft er sich mit der Hypothese, die Schutzsteine seien herabgefallen. So macht es Fröbel

die zusammenhängenden, nur von Furchen durchschnittenen Lager desselben erblickt.“

(a. a. O.), der die Blöcke geradezu als „Regenschirme“ für die sie tragenden Obeliskten anspricht.¹⁾ Wie weit die Voreingenommenheit gehen kann, das zeigt am deutlichsten das Beispiel des trefflichen Gletscherforschers Charpentier, der selbst auf Fröbel verweist, dann aber die bei letzterem nicht annähernd in solcher Bestimmtheit ausgesprochene Behauptung aufstellt, jede Säule trage ihre Steinmütze.²⁾ Wie wenig wahr das ist, wurde von uns bereits früher dargetan, indem z. B. die herrlichen Wittower Klinten, deren Baustoff überhaupt keine größeren Steinbrocken in sich schließt, niemals in ihrer ganzen Vergangenheit den vermeintlichen Schutzstein getragen haben. Man kann jedoch angesichts des bestehenden Vorurtheiles gar nicht nachdrücklich genug betonen, daß auch unsere alpinen Musterbeispiele die herkömmliche Vorstellung oft nur recht wenig stützen.

Gerade nach dieser Seite hin gewähren uns die nachher noch besonders zu beleuchtenden Erdpyramiden von Useigne³⁾ einen sehr bemerkenswerten Anhaltspunkt. Man wird auf den beiden ihnen gewidmeten Abbildungen konstatieren, daß ein

1) A. a. O. Fröbel scheint sogar bewußt zwischen „Türmen“ und „mit Steinblöcken bedeckten“, d. h. also mit Regenschirmen versehenen „Säulen“ unterschieden zu haben. Zu unserer Kenntnis von der geographischen Verbreitung der Erdpyramiden liefert er einen Beitrag durch die Bemerkung, daß der baltische Naturforscher G. v. Helmersen (Der Telezkische See und die Teleuten im östlichen Altai, St. Petersburg 1838, S. 53, S. 91) des Vorhandenseins ähnlicher Bodenformen Erwähnung getan habe.

2) J. De Charpentier, *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône*, Lausanne 1841, S. 137. Abgesehen von dieser Übertreibung bekundet die Schilderung den aufmerksamen Beobachter; er stellt fest, daß Erdpyramiden sich mit Vorliebe an den Rändern der glazialen Ablagerungen zeigen, und daß sie nur höchst selten isoliert, fast immer dagegen in Gruppen beisammen stehen.

3) Der Name dieses Dorfes im Unterwallis wird verschieden geschrieben. Fröbel hat die Lesart Usegne, und auf den Karten ließt man gelegentlich Eusegne. Die offizielle Schreibweise, deren auch wir uns bedienen, ist aber Useigne; sie kommt schon bei Charpentier vor und wurde dem Anscheine nach auch von allen schweizerischen Kartographen adoptiert.

Block von stattlicher Größe innerhalb der Kulisse, in welcher er sich befand, von seinem ursprünglichen Platze herabgerutscht und an der tiefsten Stelle, welche er erreichen konnte, einfach liegen geblieben ist. Hätte er da seine Pflicht getan, so wie es ihm die schematische Doktrin vorschreibt, so wäre unter ihm ein Pfeiler von ganz stattlicher Breite vorschriftsmäßig ausgewaschen worden: das ist jedoch nicht geschehen, der Steinklotz hat seinen Beruf verfehlt. Und gar kein triftiger Grund spricht dafür, daß die spitzen Auszackungen, die unmittelbar neben Blocksäulen aufragen, jemals eine schirmende Kappe getragen hätten. Vielmehr ist es ganz und gar vom Zufalle abhängig, ob eine Erdpyramide gerade an einer Stelle, die in nächster Nähe eines Blockeinschlusses sich befindet, oder in einiger Entfernung von einem solchen zustande kommt. Die konservierende Wirkung desselben soll hingegen nicht in Abrede gestellt werden.

Die größte Wichtigkeit unter unseren drei Leitsätzen hat ohne Zweifel der dritte, auf dessen Beweis demgemäß auch der größte Nachdruck zu legen ist.¹⁾ Als auf ein besonders

¹⁾ Es mag gerade bei dieser Gelegenheit auch noch betont werden, daß die früher (a. a. O.) behauptete Analogie der Bildungsgesetze von Erdpyramiden und Nieve Penitentes vollständig aufrechterhalten wird. In gewissem Sinne hat sich gegen eine solche ausgesprochen W. Deecke (Läßt sich der „Büsserschnee“ als vereiste Schneewehen auffassen? Globus, 1905, I, Nr. 15). Mit Rücksicht auf die Wahrnehmungen, welche der Greifswalder Geologe bei einem sehr heftigen Schneesturme am 31. Dezember 1904 gemacht hatte, untersucht er die Möglichkeit, daß lediglich durch derartige Orkane, wenn ihrer mehrere aus der gleichen Weltgegend über eine der Schneeanhäufung günstige Örtlichkeit hinbrausen, eine Rippung eingeleitet werden kann, die schließlich, allerdings nicht in Europa, so tief zu greifen vermöchte, daß sich die uns bekannten Kerzenfelder herausbilden. „Ein neuer Schneesturm erzeugt, weil die Bedingungen gleich sind, ähnliche, vor allem gleich und ähnlich gerichtete Wehen. So nimmt der in Hocheis sich umwandelnde Schnee einerseits eine bestimmte innere Struktur, andererseits Schichtung an. Wenn nun ein Tauen des Schneefeldes eintritt, so werden die festeren vereisten Kämme aus den lockeren zwischenliegenden Streifen herausgeschmolzen.“ Auch durch diese Auffassung scheint doch nur, was allerdings von Belang ist,

merkwürdiges Beispiel für die Herausbildung von Erosionskulissen und Erdpyramiden weist Lüdi (a. a. O.) auf das alte Bergsturzgebiet von Flims in Graubünden hin, von dem uns Hartung¹⁾ und Heim²⁾ ausführliche Beschreibungen geliefert haben. Die Schuttmasse hat sich im Laufe der langen Zeiträume — es handelt sich aller Wahrscheinlichkeit nach um ein prähistorisches Ereignis — stark verfestigt und so jene Eigenschaften erhalten, welche unserer ersten These zufolge notwendig sind, damit sich die nicht rastende Zerstörung in der für uns hier in Betracht kommenden Art zu gestalten imstande ist. „Diese Entstehung des jetzigen Erosionsgebietes“, so lesen wir bei Lüdi (a. a. O.), „deutet schon an, daß es für die Pyramidenbildung wie geschaffen ist. Und in der Tat hat das Wasser diese Arbeit bereits mächtig gefördert. Zunächst schuf der Rhein die tiefe Hauptschlucht mit steilen Wänden. Dann kamen die hunderte von Regenrinnsehn und gruben ihre Furchen senkrecht zum Haupttobel. Die Kulissenbildung hatte damit begonnen, und heute ist sie in schönster Blüte. Eigentliche, isoliert stehende Pyramiden trifft man erst wenige an, sie

die Entstehung der Firnmauern erklärt zu werden, während die Zerlegung derselben in einzelne Säulen einen erst später einsetzenden Prozeß darstellt. Es wird mithin nicht gesagt werden können, daß die Ansicht Deekes, die jedenfalls wohl beachtet zu werden verdient, der unserigen in der Hauptsache zuwiderlaufe, denn gerade die Art und Weise der ersten Kambildung, welche am bezeichneten Orte mit heftigen Regengüssen in ursächlichen Zusammenhang zu bringen versucht ward, ist von uns als eine Frage für sich behandelt worden. Ob man die Schneemasse als von vornherein gegeben oder als durch konsekutive Windwehen aufgebaut annimmt, ist zwar prinzipiell nichts weniger als gleichgültig; aber die Herausschälung der einzelnen, linear gescharten Eis- und Schotterfiguren aus parallel angeordneten Kulissen wird durch die Alternative, deren Wesen soeben auseinandergesetzt wurde, nicht mehr berührt. Wir werden später sehen, daß das in beiden Fällen maßgebende morphologische Gesetz vielleicht sogar einen noch umfäßenderen Geltungsbereich beanspruchen kann.

¹⁾ Hartung, Das alte Bergsturzgebiet von Flims, Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, 19. Band, S. 161 ff.

²⁾ A. Heim, Der alte Bergsturz von Flims, Jahrbuch d. Schweizer Alpenklubs, 18. Band, S. 295 ff.

sind noch im Entstehen; dagegen ein ganzes Labyrinth von Kulissen mit den bizarrsten Formen“. Unsere Fig. 1, 2 und 3 wird von der Eigentümlichkeit der hier in lebhaften Farben geschilderten Gegend eine ausreichende Vorstellung geben.¹⁾ Bei schärferem Zusehen bemerkt man, wie sich mancher Erosionssporn bereits in eine ganze Anzahl feiner Spitzzacken zerfasert hat, die vielleicht schon in einem Dezennium ganz respektable Größen angenommen haben werden.²⁾ Vergleicht

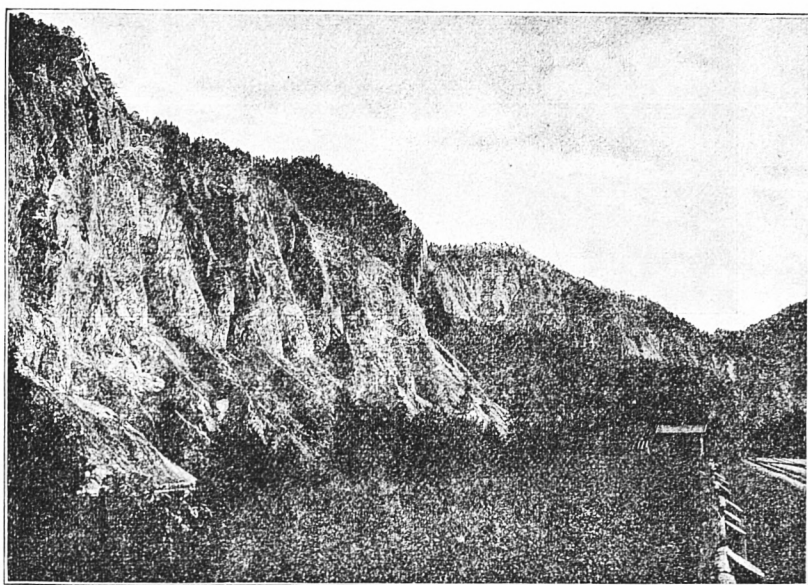


Fig. 1.

¹⁾ Der Verfasser dankt diese Bilder, da charakteristische Photogramme im Handel anscheinend noch nicht verbreitet sind, seinem Sohne Dr. Ludwig Günther, der an Ort und Stelle einige besonders typische Aufnahmen gemacht hat.

²⁾ Eben durch seinen Sohn, von dem auch Fig. 4 und Fig. 5 herühren, wurde der Verfasser aufmerksam gemacht auf einen interessanten Fleck Erde in der Münchener Moränenlandschaft, der über das rasche Fortschreiten der Erosionsvorgänge unter gewissen vorteilhaften Umständen Aufschluß gibt. Etwa eine Viertelstunde östlich von dem bekannten

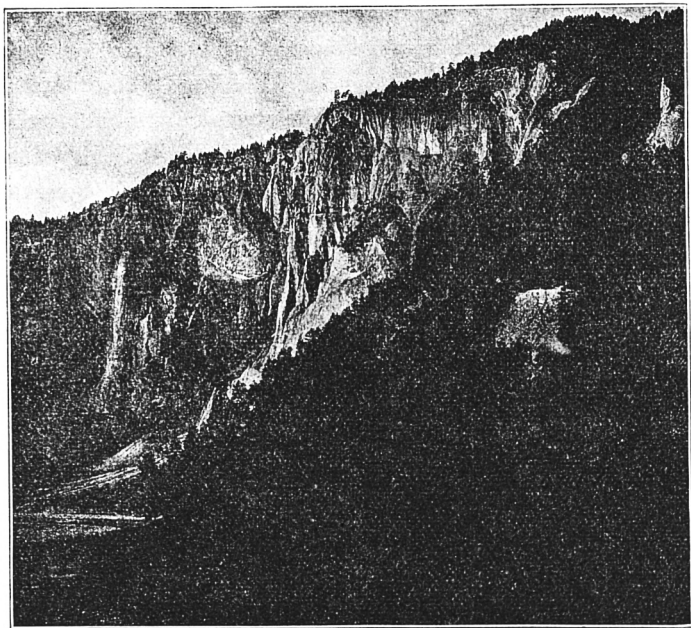


Fig. 2.

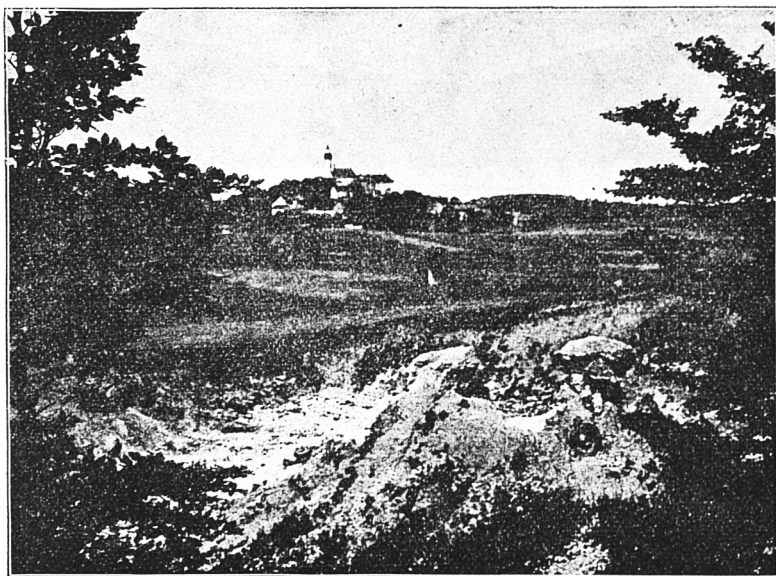


Fig. 4.

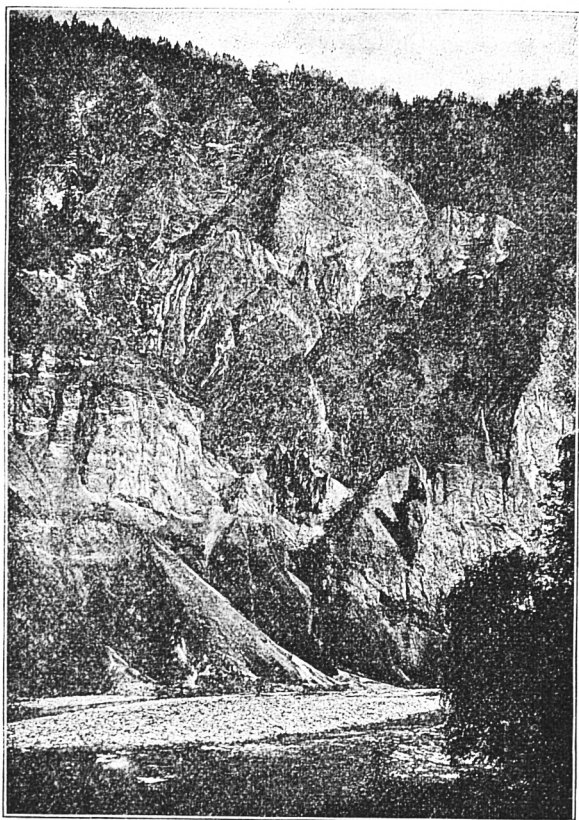


Fig. 3.



man die Lokalbeschreibung Hartungs, die in ihrer äußerst minutiösen Treue natürlich auch der Schotterpyramiden gedenkt,¹⁾ mit dem heutigen Befunde, so kann man sich des Gefühles nicht erwehren, daß, im Einklange mit Lüdís Andeutungen, nicht leicht eine Örtlichkeit gefunden werden kann, welche das Werden der Erdpyramiden gleich klar zu überblicken gestattet und eine gleich gute Illustration der Bildungstheorie liefert, auf welche es uns ankommt.

Kloster Andechs, dessen Kirche auf beiden Photographien zu sehen ist, befindet sich eine mit glazialen Residuen erfüllte Kiesgrube, die bis vor einigen Jahren zu Bauzwecken ausgebeutet wurde. Von Herrn P. Engl, dem Prior des Klosters, wurde auf eine Anfrage hin in höchst entgegenkommender Weise Mitteilung über die näheren Umstände gemacht, welche die Auflassung der Schottergrube bedingten. Die teilweise noch vorhandene Wand nämlich, aus sehr fest zementiertem Deckenschotter bestehend, ließ man nach einigen Versuchen der Abarbeitung einfach stehen, weil diese allzu viele Mühe verursachte. Seit Jahren hat menschliche Hand in die Naturprozesse nicht mehr eingegriffen, und so sind folglich auf deren Rechnung die beiden unförmlichen Klötze zu setzen, die man zur Zeit hier wahrnimmt. Der eine derselben weist eine Öffnung auf, durch welche hindurch man gerade den Andechser Kirchturm erblicken kann, wenn man das Auge in eine geeignete Lage bringt, und diese Ritze ist durch die erosiven Agentien wo nicht geschaffen, so doch jedenfalls ansehnlich erweitert worden. Es wird dabei nicht bloß an meteorisches Wasser und Spaltenfrost zu denken sein, sondern wahrscheinlich auch an die Erosion des Windes. Unmittelbar im Rücken der Wand steigt nämlich die Böschung einer Anhöhe auf, welche letztere die regelmäßigen Winde aufhält und die bewegte Luft in kleinen Wirbeln um das Hindernis zu kreisen nötigt, wodurch der Deflation nur Vorschub geleistet wird. Daß die Nagelfluh am Ostufer des Ammersees eine Neigung bekundet, „pittoreske Felsen“ zu bilden, wird von L. v. Ammon (Die Gegend von Münchengeologisch geschildert, München 1894, S. 30) ausdrücklich bestätigt.

¹⁾ Man findet in der Abhandlung Hartungs zu wiederholtenmalen der Zerklüftungserscheinungen Erwähnung getan. So ist (a. a. O., S. 169) davon die Rede, daß die jähren Wände „von eckigen, scharfkantigen Zäckchen rau“ erscheinen. Mit etwas anderen Worten (S. 174) kennzeichnet der Genannte, in vollkommenem Einklange mit der von uns befürworteten Anschauung, die hell leuchtende Masse, welche „von Schründen und Wasserrissen durchfurcht und auf den zugeshärften Zwischenwänden hie und da mit turmartigen Zinnen und Zacken gekrönt ist“. Eine abenteuerlich geformte Zinne dieser Art ist rechts oben in Fig. 2 zu sehen.

Mit dieser merkwürdigen Erdstelle möchten wir eine andere vergleichen, welche im Gegensatze zu dieser Entwicklung den Bildungsakt in seiner vollen Abgeschlossenheit vor Augen stellt und zugleich den fortschreitenden Zerfall der im geologischen Sinne doch nur ephemeren Gebilde mustergültig veranschaulicht. Damit spielen wir an auf die bereits oben in etwas anderem Zusammenhange namhaft gemachte Pyramidenmauer von Useigne. Wer dieselbe betrachtet, so wie sie uns in Fig. 6 und 7 entgegentritt, der kann überhaupt nicht mehr zweifelhaft sein über die Wahrheit der Tatsache, daß aus den in Auflösung begriffenen Schotterwänden die Erosionsfiguren hervorgehen.¹⁾ Unwillkürlich denkt, wer aus einiger Entfernung diese phantastisch in eine ganz anders geartete Landschaft hineingestellte Riesen-

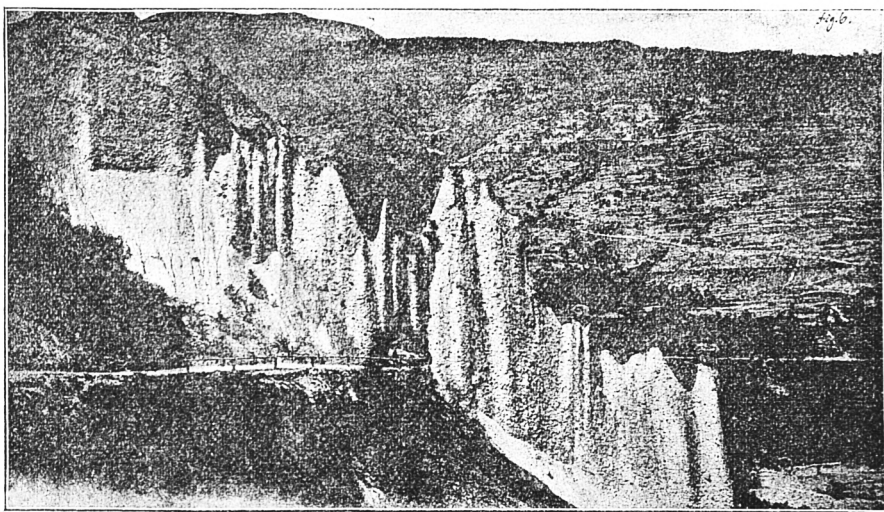


Fig. 6.

¹⁾ Eine künstlerisch vollendete und für die hier vertretene Ansicht geradezu paradigmatisch wirkende Zeichnung, die insbesondere auch deshalb zu beachten ist, weil Steinbedachung völlig ausgeschlossen ist, enthält ferner das Prachtwerk von Melzer (Meisterbilder aus Tirols Alpenwelt, Berlin 1905).

wand betrachtet, an eine Festungsmauer, welcher der Zahn der Zeit und die Geschöße des Feindes gewaltig zugesetzt haben. Es ist lehrreich, zu den beiden modernen Abbildungen die entsprechende Tafel in Fröbels Schrift in Parallele zu stellen, welche die Dinge uns so vorführt, wie sie vor einigen



Fig. 7.

sechzig Jahren aussahen. Niemand wird in Zweifel sein, daß es sich um ein und dasselbe Objekt handelt, aber es fehlt doch auch keineswegs an Verschiedenheiten, die uns einen Maßstab für die säkulären Veränderungen im Aussehen solcher

Gebilde an die Hand geben können. So ist, obwohl auch jetzt noch eine allerdings weit niedrigere, aber ebenfalls mannigfach zerrissene Fortsetzung der Hauptmauer sich bis an das linke Ufer der Borgne hinabzieht, die Teilkolonie rechts unten fast verschwunden, jedenfalls erheblich reduziert. Freilich mag nicht unwesentlich zu den gestaltlichen Veränderungen der Umstand beigetragen haben, daß man, als die Straße von Sion nach Evolena gebaut ward, ein Tor durch die Wand brach, welches die Illusion, als habe man es nicht mit einem Naturspiele, sondern mit einem Menschenwerke zu tun, wohl zu verstärken geeignet ist. Auch die Frage, ob jedwede Art von Moränenmaterial dazu angetan ist, unter passenden Umständen in ein Aggregat von Erdpyramiden zerlegt zu werden, ist bei diesem vielleicht großartigsten aller in Europa bekannten Fälle beteiligt; anderwärts sind hauptsächlich fluvioglaziale Schotter die Träger des Phänomenes, und die „Kholonne“¹⁾ von Useigne setzen sich nach Brückner²⁾ aus Grundmoräne zusammen.

Wer sich eingehend mit dem Detailstudium von Erdpyramiden befaßt hat, könnte wohl zu dem Einwurfe sich veranlaßt sehen, daß hie und da der Parallelismus der in der nämlichen Kolonie vereinigten Pyramidenreihen eine Durchbrechung zu erleiden scheine. Gewiß ist eine solche Beobachtung begründet, aber trotzdem fügt sich die Tatsache ungezwungen dem in Rede stehenden Bildungsgesetze ein. Angenähert senkrecht zu den großen Mauern, in welche die amorphe Schottermasse zerfallen ist, springt nämlich gar nicht selten ein selbständiger Erosionssporn vor, und dieser unterliegt dann natürlich einer ganz analog fortschreitenden Zerstörung. Als ein Beispiel, das in dieser Beziehung sehr deutliche Aufschlüsse

¹⁾ Dies ist nach Fröbel (a. a. O.) die Dialektbezeichnung der Bewohner des Eringes Tales; wer schriftgemäß Französisch reden konnte, bediente sich aber damals schon des Wortes „Pyramiden“, welche jetzt das einzig gebräuchliche geworden zu sein scheint.

²⁾ A. Penck-E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, 6. Lieferung, Leipzig 1904, S. 628.

ergibt, dürfen die Erdpyramiden von Stalden betrachtet werden, von denen oben bereits in einem anderen Zusammenhange zu sprechen gewesen ist.¹⁾ —

Eine gründliche Theorie der Erosionsgebilde verlangt, wie wir gesehen haben, die Berücksichtigung einer großen Anzahl von einzelnen Momenten, und es kann nicht behauptet werden, daß durch die vorliegende Darlegung ein endgültiger Abschluß erzielt sei. Vor allem ist noch keineswegs festgestellt, daß die mehr und mehr als normativ erkannte lineare Anordnung der Protuberanzen lediglich dann in die Erscheinung tritt, wenn lose Stoffe der Auflösung unterliegen. Aus zahlreichen Bildern in den Schriften der Polarfahrer geht hervor, daß Eismassen in ihrem Zerfalle, der durch Abschmelzung und Schwerewirkung eingeleitet wird, eine ähnliche Scharung der Erosionsfiguren erkennen lassen, wie sie der „Büsserschnee“ in einem besonderen Falle beobachten ließ. In Fig. 8 ist ein ganz drastischer Beleg für diese Tatsache nach dem Berichte von Koldewey und Hegemann über die erste deutsche Nordpolfahrt wiedergegeben.²⁾ Auch festes Gestein unterliegt vielleicht, wie sich durch konsequente Überwachung der Zerstörungserscheinungen ermitteln ließe, einer ähnlichen, wenn auch möglicherweise im Hinblick auf die petrographische Zusammensetzung verwickelteren Regel. Die berühmten „Sägezähne“ des Berges Monserrat bei Barcelona z. B. fügen sich nach Bildern derselben Gesetzmäßigkeit.³⁾ Mit gutem Grunde

¹⁾ Einen sehr schönen Beleg für dieses Vorkommen zweier ungefähr normal zu einander gerichteter Krenelierungssysteme bietet eine Zeichnung, welche der französische Geologe Kilian zu dem Werke von Penck-Brückner (7. Lieferung, Leipzig 1905, S. 696) beisteuerte. Die ursprüngliche Herausbildung der Erosionssporne zeigt sich da ganz besonders schön, und zudem führt es den unwiderleglichen Beweis, wie sehr gleichgültig die — keineswegs ganz fehlenden — Blockeinschlüsse für den Endeffekt sind.

²⁾ Die zweite Deutsche Nordpolfahrt in den Jahren 1869 und 1870, 1. Band, 2. Abteilung, Leipzig 1871, S. 97.

³⁾ Der obere, zerklüftete Teil des sagenhaften Berges, der eigentlich ein kleines Gebirge für sich darstellt, besteht aus festem, brescienartigem

darf sonach das Studium der Erosionsfiguren als ein nicht bloß im engeren Sinne wichtiges, sondern als ein solches bezeichnet

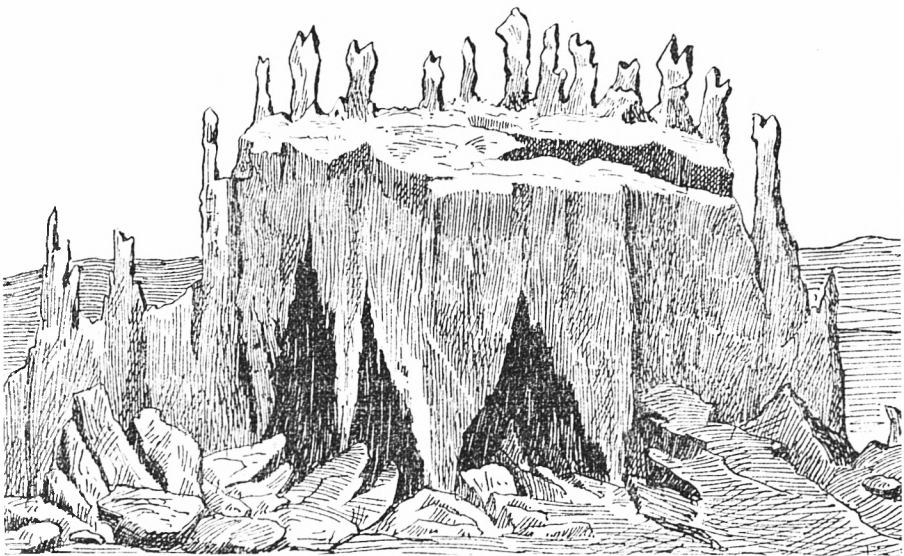


Fig. 8.

Gesteine, welches dem oberen Eozän angehört (Th. Fischer, Die Iberische Halbinsel in Kirchhoffs Sammelwerk „Unser Wissen von der Erde“, 3. Band, Wien-Prag-Leipzig 1893, S. 542). Das landschaftliche Aussehen wird mit lebensvollen Worten von M. Willkomm geschildert (Wanderungen durch die nordöstlichen und zentralen Provinzen Spaniens, 1. Band, Leipzig 1852, S. 284 ff.; Die Halbinsel der Pyrenäen, eine geographisch-statistische Monographie, Leipzig 1855, S. 50 ff.). „Hier erheben sich“, so ist am letzterwähnten Orte zu lesen, „runde, turmartige Massen und glatte, senkrechte Wände von 1—2000 Fuß Höhe, die oben in phantastische Zacken auslaufen, schlanke Hörner, Nadeln und Kegel von Schauer erregender Steilheit... Von der See aus erscheint der Monserrat als ein hoher, mit sieben steilen Pyramiden besetzter Wall; von den Gipfeln des Hügellandes bei Barcelona dagegen präsentiert er sich als ein ungeheurer, tafelförmiger Felskoloß, dessen Kamm mit zahllosen spitzen Zacken besetzt ist und daher wie eine Säge aussieht“. Die Angaben Willkommens dienen der aus Abbildungen deutlich erhellenden Tatsache, daß die Zähne in einer fortlaufenden Reihe dem Plateau auf-

werden, welches nach verschiedenen Seiten hin für die terrestrische Morphologie und für die physische Erdkunde überhaupt fruchtbringend wirken kann.¹⁾

gesetzt sind, zur vollkommenen Bewahrheitung. Dieselben sind nichts anderes als die „Denundationsreste“ (Th. Fischer, S. 619), welche von dem obersten Teile des gewaltigen Gebirgsmassives, das ursprünglich eine plumpe, nur wenig gegliederte Gestalt gehabt haben muß, noch übrig geblieben sind und dem Berge einen so ganz ungewöhnlich pittoresken Reiz verleihen.

1) Es ist zum Schlusse der Tatsache zu gedenken, daß sämtliche graphische Beilagen der vorliegenden Abhandlung von der unlängst ins Leben getretenen Spitzertypie-Gesellschaft in München ausgeführt wurden, deren Leistungen einen sehr erheblichen Fortschritt über das ältere, vom Raster Gebrauch machende Reproduktionsverfahren kennzeichnen.
