

Separat-Abdruck

aus den Sitzungsberichten der mathem.-phys. Classe
der kgl. bayer. Akademie der Wissenschaften
Bd. XXXII 1902 Heft III.

Glaziale Denudationsgebilde im mittleren Eisackthale.

Von

Siegmund Günther.



München 1903

Verlag der k. Akademie.

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

DRUCKSCHRIFTEN

der

KGL. BAYER. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

(mathematisch-physikalische Klasse)

Die mit * bezeichneten Schriften sind in den Sitzungsberichten enthalten und sind bis zum Jahre 1899 nicht in Sonderabdrücken erschienen.

(Preis des ganzen Heftes 1 Mark 20 Pfg.)

Die übrigen Abhandlungen sind Sonderabdrücke aus den Denkschriften und sonstige selbständige Publikationen.

- Bergeat, Alfr. Die äolischen Inseln. XX,1 1899 16 *M.*
Bischoff, Th. L. W. Verschiedenheit in der Schädelbildung des Gorilla, Chimpanzé und Orang-Utan. Text und Atlas. 1867 2^o.
Text 3 *M.*, Atlas 15 *M.*
— Beiträge zur Anatomie des *Hylobates leuciscus*. X,3 3 *M.* 60 *S.*
— Beiträge zur Anatomie des Gorilla. XIII,3 1879 2 *M.*
Chladni, E. F. S. Ueber Gediegen-Eisen. Denkschr. IV 1813 50 *S.*
Egger, Jos. G. Foraminiferen und Ostrakoden der Kreidebildungen in den bayerischen Alpen. XXI,1 1899 14 *M.*
Erdl, M. P. Untersuchungen über den Bau der Zähne bei den Wirbeltieren. III,2 1840 1 *M.* 80 *S.*
Flurl, Math. Gebirgsformation in den churpf.-bayerischen Staaten. 1805 8^o 1 *M.*
Fraunhofer, Jos. Gesammelte Schriften. 1888 12 *M.*
Fuchs, J. Nep. Chemie und Mineralogie. Rede. 1824 60 *S.*
— Theoretische Bemerkungen über die Gestaltungszustände des Eisens. VII,1 1852 60 *S.*
Groth, Paul. Ueber die Molekularbeschaffenheit der Krystalle. Festrede. 1888 80 *S.*
— Führer durch die Mineraliensammlung des bayerischen Staates. 1891 8^o 1 *M.*
*Gümbel, Karl Wilh. Ueber das Vorkommen des Antozon-haltigen Flussspathes bei Wölsenberg. 1863 I S. 301.
* — Ueber das fränkische Knochenbett des Keupers und seine Pflanzenschichten. 1864 I S. 215.
* — Vorkommen von unteren Triassschichten in Hochasien. 1865 II S. 348.
* — Ueber neue Funde von Gosauschichten und Vilserkalk. 1866 II S. 158.
* — Weitere Mitteilungen über das Vorkommen von Phosphorsäure in Schichtgesteinen Bayerns. 1867 II S. 147.
* — Ueber die geognostischen Verhältnisse des Montblanc nach Favre. 1867 II S. 603.
* — Ueber Pyrophyllit als Versteinerungsmittel. 1868 I S. 498.
— Ueber Gliederung der Procänschichten in Böhmen. X,2 1868 S. 501 2 *M.* 60 *S.*
* — Der Riesvulkan. 1870 I S. 153.
* — Ueber die Foraminiferen der Gosau- und Belemniten-Schichten. 1870 II S. 278.
* — Geognostische Verhältnisse des Ulmer Cementmergels und über seine Foraminiferen. 1871 S. 38.

1903 II 125

3869/8

Glaziale Denudationsgebilde im mittleren Eisackthale.

Von **Siegmond Günther.**

(Eingelaufen 22. Dezember.)

Jedermann weiss, welch unermessliche Arbeit daran gesetzt worden ist, über die eiszeitlichen Residuen an der Nordseite der Alpen vollkommene Aufklärung zu schaffen,¹⁾ und auch im Bereiche der lombardisch-venetianischen Tiefebene, sowie in den Westalpen hat diese Untersuchung beträchtliche Fortschritte gemacht. Umso auffallender muss es erscheinen, dass der Südabhang der Zentralalpen nach dieser Seite hin noch verhältnismässig wenig durchforscht worden ist; abgesehen allerdings von der Umgebung Bozens und Merans, der sich schon frühzeitig vielseitige Teilnahme zugewendet hat.²⁾ Zu

¹⁾ Penck-Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, Leipzig 1901 ff. Dieses im grössten Stile angelegte Werk, welches jedoch zur Zeit bis zu den hier in betracht gezogenen Gegenden einstweilen noch nicht fortgeschritten ist, wird unser gesamtes Wissen von diesen Dingen derart abgeschlossen darstellen, dass es für jede einschlägige Forschung normativ wirkt (Günther, Pencks neue Glazialstudien, Jahresber. d. Geogr. Gesellsch. zu München für 1901/02, S. 41 ff.).

²⁾ Dieses Thal gehört sogar zu den in der Geschichte der Glazialgeologie besonders bemerkenswerten Oertlichkeiten, die zuerst als Zeugen für eine dereinstige weitere Ausdehnung der alpinen Gletscher in anspruch genommen wurden (Gredler, Die Urgletschermoränen aus dem Eggenthale, Bozen 1868). Bald nachher erschienen zahlreiche Beiträge zur weiteren Klärung der hiemit angeregten Fragen (Goetsch, der alte Etschgletscher, Zeitschr. d. deutschen u. österr. Alpenver., 1. Band, S. 583 ff.; Gumbel, Gletschererscheinungen aus der Eiszeit, Sitzungsber. d. k. bayer. Akad. d. Wissensch., Math.-Phys. Kl., 1872, S. 223 ff.).

den am stiefmütterlichsten bedachten Gebieten gehört dagegen das mittlere Eisackthal, dessen Abgrenzung leicht so durchgeführt werden kann, dass es sich gerade mit der Thalweitung von Brixen deckt.¹⁾ Obwohl man schon seit geraumer Zeit sehr wohl wusste, dass glaziale Schotterbildungen gerade hier kräftig entwickelt sind, wurde doch noch kein ernster Ansatz zu deren näherer Bestimmung und Gliederung gemacht. Wenigstens spricht sich in diesem Sinne Blaas aus,²⁾ dessen Streben doch sonst dahin geht, die gesamte Literatur über die geologischen Verhältnisse Tirols für seine Zwecke heranzuziehen. Eine abschliessende Erörterung liegt auch nicht in der Absicht dieser Studie, die vielmehr nur ein ziemlich beschränktes Territorium aus dem Gesamtgebiete der Brixener Glazialformation herausgreifen, dieses jedoch nach verschiedenen Seiten einlässlich schildern möchte. Es tritt hier nämlich nicht nur das im engeren Sinne glazialgeologische Moment stark in den Vordergrund, sondern es hat in die dortigen Ablagerungen die Erosion zahlreiche Eingriffe gemacht,

1) Die nördliche Grenze des mittleren Eisackthales fällt naturgemäss zusammen mit der tiefen Klamm, in welcher sich der Fluss, und zwar innerhalb der Mauern von Franzensfeste, seinen Austritt aus dem engen Thale erkämpft, innerhalb dessen er vom Sterzinger Moos aus dahingeströmt war. Das untere Thal würde in der Hauptsache mit dem sogenannten „Kuntersweg“ zusammenfallen, und man könnte als dessen Beginn die schon durch ihren Namen gekennzeichnete Stadt Klausen oder auch, mit vielleicht noch mehr Recht, die etwa eine Stunde oberhalb von ihr gelegene „Sternklamm“ gelten lassen, weil von da ab der Thaleinschnitt die Eigenschaft eines Engpasses annimmt, deren er vor dem „Bozener Boden“ nicht mehr verlustig wird.

2) Blaas, Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen, 4. Bändchen (Mitteltirol), Innsbruck 1902, S. 460 ff. „Bedeutsam, aber noch wenig studiert, sind die mächtigen glazialen Ablagerungen in der Umgebung von Brixen, besonders nördlich der Stadt, bei Neustift, Schabs und Franzensfeste. Die Sedimente bestehen aus Konglomeraten im Liegenden (Neustift), geschichteten, stark gestörten Schottern und Sanden (Neustift, Schabs) und Moränen (Franzensfeste). Wahrscheinlich liegen hier Stauschotter vor, veranlasst durch Absperrung des Eisackthales durch die Gletscher der Dolomiten zu der Zeit, als jene aus den Zentralalpen Brixen noch nicht erreicht hatten.“

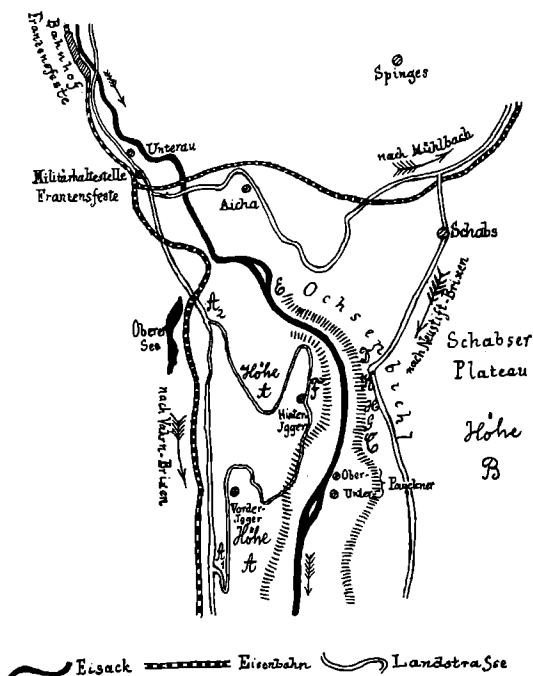
welche zur Herausbildung höchst merkwürdiger Formen führten. Man darf es wohl aussprechen, dass sich hier auf verhältnismässig sehr kleinem Raume Paradigmen aller der verschiedenen Denudationsgebilde zusammenfinden, welche unter der Einwirkung fliessenden und meteorischen Wassers zustande kommen können.

Um zunächst die topographischen Verhältnisse zu erledigen, sei daran erinnert, dass das Eisackthal zwischen Franzensfeste und Brixen durch die beiden Wasserläufe, welchen dasselbe angewiesen ist, in drei untergeordnete, durch niedrige Erhebungen von einander geschiedene Längsthäler zerlegt wird. In Fig. 1, der die österreichische Generalstabskarte (Blätter Klausen und Franzensfeste) zu grunde liegt, sind das westliche und das mittlere dieser drei Parallelthäler veranschaulicht. Das erstere wäre an und für sich ein Trockenthal, wenn nicht durch Aufstauung ein fast 1 km langer See (auf der Karte, aber nicht im Volksmunde „Oberer See“ genannt) entstanden wäre, der die spärlichen Zuflüsse von den Bergen herab in sich aufnimmt und, als abflusslos, grossenteils versumpft ist. Ein länglich-schmaler Rücken von geringer Höhe, der künftig kurz den Namen „Höhe A“ führen soll, trennt diese Senkung vom eigentlichen Eisackthale, und dieses wieder wird auf seiner östlichen Seite durch einen weit kräftiger modellierten Höhenzug — von nun an „Höhe B“ — begleitet, den die offizielle Karte als „Schabser Plateau“ kennt. Zwischen diesem und den ziemlich steil ansteigenden Vorbergen der Plose fliesst in tief eingeschnittenem Thale die von Osten kommende Rienz dahin, die sich unmittelbar bei Brixen unter einem scharf ausgeprägten spitzen Winkel mit dem Eisack vereinigt. Das anstehende Gestein aller dieser Hügel verbirgt sich fast durchgehends unter den diluvialen Auflagerungen, und nur bei dem Durchbruch des Eisacks zwischen den beiden Höhen A und B, an dessen unterem Ende das alte Kloster Neustift gelegen ist, kann man deutlich erkennen, dass den Kern derselben archaische Schiefer bilden.

Das „Schabser Plateau“ fällt steil gegen die Eisack-Thal-

niederung ab. Gegen Nordwesten ist eine ausgesprochene Terrassenbildung wahrnehmbar, indem eine fast ebene Fläche, auf welcher das Dörfchen Aicha liegt, sich bis an den Fuss des Berges von Spinges hinzieht. Die Generalstabskarte kennt diese Terrasse als „Ochsenbichl“ — eine Bezeichnung, die jedenfalls auch den gegenwärtigen Umwohnern nicht mehr

Fig. 1.



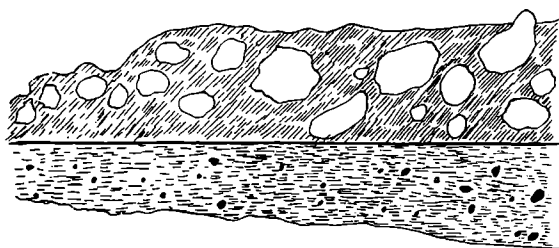
recht geläufig ist. Schon die oberflächlichste Begehung¹⁾ der Thalleiste vergewissert darüber, dass man es hier mit Glazial-

¹⁾ Verf. hat den Ochsenbichl samt der angrenzenden Thallandschaft nicht nur zu wiederholten malen allein, sondern zuletzt auch mit einem besonders gründlichen Kenner des Glazialphänomenes, Prof. Ed. Richter (Graz), durchwandert, und es ergab sich hiebei in allen wichtigeren Punkten eine durchgängige Uebereinstimmung der Ansichten.

schottern zu thun habe, wobei allerdings zunächst noch die Frage eine offene bleibt, ob jene vom Gletscher selbst oder von den sich ihm entringenden Wassermassen an ihrem nunmehrigen Orte deponiert worden seien, ob also an Moränen oder an fluvioglaziale Ablagerungen zu denken sei. Auch eine relative Altersbestimmung einzelner Teile wird erst dann möglich, wenn man die Gesamtheit der den Höhen A und B angehörigen Schichten ins Auge fasst.

Nicht unerheblich erleichtert wird diese letztere Aufgabe durch einen Strassenbau, welcher einige höchst belehrende Aufschlüsse in dem sonst allenthalben durch eine reiche Vegetation unübersichtlich gemachten Terrain zuwege gebracht hat. Es

Fig. 2.



kam darauf an, den das rechtseitige Ufer des Eisacks bildenden Wiesengrund, in dem die beiden Weingüter „Vorder-Igger“ und „Hinter-Igger“ kleine wirtschaftliche Zentren ausmachen, durch einen fahrbaren Weg mit der Reichsstrasse Brixen-Vahrn-Franzensfeste zu verbinden; die beiden Punkte, in denen diese Strasse von dem neu angelegten Wege getroffen wird, haben in Fig. 1 die Signaturen A_1 und A_2 . Unmittelbar bei A_1 ist deshalb ein Durchschnitt durch den oberen Teil der Höhe A hergestellt worden, und hier zeigt sich ganz ungesucht dem Auge Folgendes: Eine vollkommen horizontal verlaufende Linie scheidet die durch den Einschluss vieler und mächtiger Gesteinstrümmen charakterisierten hangenden Schichten von den stark verwitter-

terten liegenden, die nur sehr wenig Schottermaterial, und dieses in weit feiner verteiletem Zustande, enthalten. Fig. 2 sucht von dem hier angedeuteten Gegensatze eine ungefähre Vorstellung zu geben. Die Blöcke sind durchweg Granit und Gneiss und entstammen ersichtlich dem Urgebirge des oberen Eisack- und Wipphales; der sandige Lehm der Unterlage ist aus Gestein von derselben Beschaffenheit hervorgegangen, gehört aber unzweifelhaft einer älteren Epoche an. Die erwähnte Trennungsfläche lässt sich, wenn man einmal an der erwähnten, besonders dazu geeigneten Stelle ihre Eigenart kennen gelernt hat, auch noch anderwärts leicht herausfinden, so beispielsweise im Pusterthale zwischen Mühlbach und Schabs. Vor allem durchzieht sie auch die denudierten Abhänge des Ochsenbiehls, und hier begegnen wir auch einem Vorkommnis, welches besonders beachtenswert erscheint. Durch eine jener Erdpyramiden nämlich, mit denen wir uns gleich nachher zu beschäftigen haben werden, zieht sich der Trennungshorizont derart hindurch, dass ihre Spitze sich aus lauter kleinen, fest verkitteten Schottersteinen zusammensetzt, während der eigentliche Körper der Säule aus gleichmässigem Verwitterungsstoffe von Massengesteinen besteht.¹⁾ Es wird wahrscheinlich nicht viele zusammenhängende Bezirke in Moränenlandschaften²⁾ geben, welche die Trennungsfläche zwischen Ablagerungen verschiedener zeitlicher Entstehungen so präzise auf immerhin weitere Entfernung zu verfolgen gestatten, wie dies hier der Fall ist.

Dass alle diese Ablagerungen den glazialen Typus an sich tragen, kann von vornherein nicht zweifelhaft sein. Insbesondere

¹⁾ Es ist dies vielleicht der einzige bekannte Fall heterogener Zusammensetzung eines Erdpfeilers. Man nimmt diese Gebilde gewöhnlich als aus einer ganz gleichförmigen Zersetzungsmasse gebildet an. Jene Bänderung, die allerdings da und dort beobachtet wird, ist mit der hier in betracht kommenden Zugehörigkeit zu zwei ganz verschiedenen Schichtfolgen keineswegs identisch.

²⁾ Dieses Wort gebrauchen wir in dem erweiterten Sinne, den ihm A. v. Boehm (Geschichte der Moränenkunde, Wien 1902, S. 124) unterlegt.

weisen einzelne der von der oberen Schicht umschlossenen Blöcke prächtige Schriffe auf. Weit schwieriger ist es selbstverständlich, die beiden Depositen mit solchen zu identifizieren, welche man in anderen, weit entfernten Gegenden genau gegliedert und zur Grundlage einer zunächst eben doch dem örtlichen Auftreten angepassten Nomenklatur gemacht hat. Dafür, dass eine Gliederung auch für die südlich vom Brenner auftretenden Glazialgebilde möglich ist, hat vor längerer Zeit bereits Penck¹⁾ den Nachweis erbracht, indem er wenigstens für die Seitenmoräne des grossen Gletschers, der damals von der anders gelegenen Wasserscheide²⁾ des Uralpenzuges sich herabsenkte, feststellte, dass sie dem letzten Eiszeitstadium angehört haben müsse. Die genauen chronologischen Parallelen zwischen den an den Höhen A und B wahrnehmbaren Formationen und denen, die den Nordrand der Alpen einsäumen, wird man heute noch nicht ziehen können; verbürgt ist anscheinend nur das, dass die beiden Ablagerungen, die der mehrerwähnte Trennungshorizont zu unterscheiden gestattet, zwei verschiedenen Uebereisungsperioden zuzurechnen sind. Die obere Schichtenreihe dürfte mutmasslich als fluvioglazial anzusprechen sein, weil eben in ihr vielfach eine so regelrechte Schichtung der derberen Einschlüsse zu tage tritt, wie sie nur von fliessendem Wasser bewirkt zu werden pflegt. Die glaziale Schrammung und Schleifung der Gesteinstrümmer mag über dieselben zu einer Zeit ergangen sein, als sie sich noch in ihrer ursprünglichen Verbindung mit dem anstehenden Fels befanden. Alles in allem weisen die äusseren Kennzeichen auf den Niederterrassenschotter³⁾ des bayerischen Alpen-

1) Penck, Der Brenner, Zeitschr. d. deutschen u. österr. Alpenver., 18. Band, S. 11.

2) Was Penck nach dem damaligen Befunde nur ahnen konnte, hat F. Kerner v. Marilaun (Die Verschiebungen der Wasserscheiden im Wipphale während der Eiszeit, Sitzungsber. d. k. k. Akademie d. Wissensch. zu Wien, Math.-Naturw. Kl., 1. Dezember 1891) mit neuen Argumenten erhärtet.

3) Nach der neuerdings von Penck gewählten und in dem jüngsten

vorlandes hin, der, rein morphographisch betrachtet, eine ganz analoge Beschaffenheit besitzt.

Was dieser Nebeneinanderstellung noch eine gewisse Stütze verleiht, ist die Thatsache, dass an einzelnen Stellen dieser Terrassenschotter sich in höchst eigenartiger Weise mit einer ganz unregelmässig gelagerten Schicht durchdringt, die unserem Deckenschotter zum mindesten ausserordentlich ähnlich ist. Da und dort begegnet man Konglomeraten, die von der nordalpinen Nagelfluh kaum zu trennen sind; ein Irrblock dieser Art liegt z. B. hart an dem Wege, der von der Brixener Vorstadt Stufis nach Neustift führt. Ganz besonders bezeichnend sind ferner die Zustände am nördlichen Ende der Ochsenbühl-Terrasse. Wie aus Fig. 1 zu ersehen, schmiegt sich diese letztere ganz und gar dem gewundenen Laufe des Flusses an, so dass zwischen ihr und dem Eisack nur ein ganz schmaler Ufersaum übrig blieb. Da, wo dieser sich südlich etwas erweitert, liegen die beiden Einöden „Ober-“ und „Unter-Pauckner“, und von hier an, von C bis D, besitzt die glaziale Flanke der Höhe B (s. o.) den uns bekannten Charakter. Dieser verliert sich von D an nach und nach, und gegen E hin machen sich mehr und mehr grobe, durch ein lössartiges Bindemittel zementierte Blöcke geltend, die eben unwillkürlich den Eindruck des Deckenschotters hervorrufen. Indessen wäre es gewagt, bestimmt von einem solchen zu sprechen, solange nicht auch anderswo das Vorkommen solcher Gebilde, und zwar unter dem vermeintlichen Niederterrassenschotter,¹⁾ zuverlässig ermittelt ist.

Werke konsequent zur Anwendung gebrachten Bezeichnungsweise läge das System W (Würm) vor.

¹⁾ Trotzdem von hause aus der Deckenschotter unter der Hochterrasse liegt, die ihrerseits wieder die Niederterrasse unterteuft, bringt es doch die Flusserosion mit sich, dass man in der Nähe des vom Flusse gebildeten Einschnittes den Deckenschotter in höheren Horizonten als die später abgesetzten Schotter antrifft (Penck-Brückner-Du Pasquier, *Le système glaciaire des Alpes*, Neuchatel 1894). Wie eigentümlich hier und da eine Grundmoräne sich in die Niederterrasse hineinzuschieben vermag, beweist die Bänderung der Innleite bei Wasserburg in Ober-

Dieser letztere ruht also, wie wir sahen, der Regel nach auf einer mutmasslich ziemlich mächtigen Schicht, die gar nichts mit Nagelfluh zu thun hat. Man möchte wohl geneigt sein, in ihr eine echte Moräne und zwar, angesichts der feinen Aufbereitung ihres Materiales, eine Grundmoräne zu erblicken. Andererseits will auch jene Anschauung, auf welche Blaas (s. o.) anspielt, beachtet sein. An und für sich hindert nichts, sich den Sachverhalt in der Weise zurechtzulegen, dass von Osten her ein gewaltiger Gletscher den Ausgang des Eisackthales versperrt und die nach Süden abfliessenden Gewässer aufgestaut habe; wenn dann der Eisackgletscher in den so entstandenen See hineinrückte, konnten seine Moränen sehr wohl jene Konfiguration annehmen, welche die untere Schicht erwähntermassen auszeichnet. Auf ein Zusammenwirken flüssigen und gefrorenen Wassers wird man somit bei der Erklärung der Glazialdepositen nördlich von Brixen unter allen Umständen Bedacht nehmen müssen, indem nur bei den oben aufliegenden Schottermassen der fluvio-glaziale, bei den fast homogenen Straten der tieferen Horizonte mehr der im engeren Sinne glaziale Ursprung zu betonen wäre. Als ein weiterer Faktor könnte auch noch die Gestalt der Höhe A eine gewisse Rolle spielen, welche unverkennbar die eines Drumlins ist. „Die Drumlins sind“, so lesen wir in der massgebenden Darstellung,¹⁾ „gestreckt und schwarmförmig in der Richtung der Eisbewegung angeordnet; in der Mittellinie der alten Gletscherzunge stehen sie daher senkrecht zur Richtung der Endmoränen, an den Flanken laufen sie unter

bayern, auf welche von Penck (Penck-Brückner, S. 131 ff.) als auf eine seltenere Modalität der Verknüpfung von Schotter und Moränen, die zumeist eine „Verzahnung“ oder „Verkeilung“ zu sein pflegt, hingewiesen worden ist.

¹⁾ Penck-Brückner, a. a. O., S. 16. Als Ort der Drumlins, wie der verschiedenen Gattungen glazialer Absätze werden hier die „Zungenbecken“ definiert, ringsum geschlossene, tiefe Wannen, häufig von Seen erfüllt. Die Merkmale eines solchen Beckens treffen teilweise für die hier behandelte Thalung zu, welcher der Fluss freilich eine Oeffnung nach abwärts verschaffte.

spitzem Winkel auf letztere zu“. Dass ein normaler Endmoränenwall heutzutage nicht mehr existiert, kann mit Rücksicht auf die zerstörenden Wirkungen, welche die verbundenen Flüsse Eisack und Rienz bei ihren häufigen Ueberschwemmungen ausgeübt haben, nicht befremden; im übrigen dagegen ordnet sich die Höhe A völlig der Penck'schen Begriffsbestimmung unter. Die verlängerte Achse der einer langgestreckten Ellipse im Horizontalprofile vergleichbaren Erhebung mochte einstens gerade mit der Mittellinie der Stirnmoränen zusammenfallen.¹⁾

Soviel über die hypothetische Entstehung der Schottermassen, welche den Abhang des Ochsenbichls bilden. Wir gehen jetzt zu den merkwürdigen Oberflächenformen über, welche diesem abgelegenen und — wie es wenigstens den Anschein hat — noch nirgendwo beschriebenen Erdenwinkel²⁾ auch unter dem landschaftlichen Gesichtspunkte ein ganz eigenartiges, pittoreskes Gepräge verleihen. Auf der Strecke C D (Fig. 1), deren Richtung eine angenähert meridionale ist, hat sich eine formenreiche Kolonie von Erdpyramiden angesiedelt; die Steilwand D E hingegen, welche unter stumpfem Winkel von C D abgeht, zeigt sich durchsetzt von gigantischen geologischen Orgeln. Es ist bekannt genug, dass diese beiden Gruppen von Naturerscheinungen auf Erosion und Denudation

¹⁾ Auch die Beschreibung, welche Nansen (Auf Schneeschuhen durch Grönland, 2. Band, Hamburg 1897, S. 451 ff.) von den Drumlins gibt, passt sich vollständig unserem Falle an. Sie überdecken die Grundmoränen, und da erwähntermassen die glazialen Unterschichten der Höhe A von uns mit einer Grundmoräne identifiziert worden sind, so würde auch dieses Kennzeichen zutreffen.

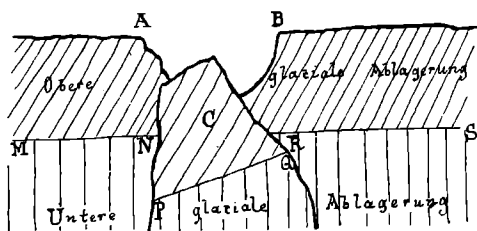
²⁾ Unmittelbar führt keine Chaussée dorthin, und eine genauere Bekanntschaft mit der Oertlichkeit lässt sich lediglich durch eine etwas anstrengende Wanderung erreichen. Einen Ueberblick gewährt freilich schon ein Punkt, der von der Reichsstrasse Brixen-Pusterthal nur wenige Schritte entfernt ist, den aber eben nur der Eingeweihte sofort findet. Gleichwohl kann man auch vom Eisenbahnwagen aus, bald nachdem man auf der Pusterthalbahn die Militärhaltestelle Franzensfeste verlassen hat, aus einer Entfernung von 2 km die kühnen Formen deutlich genug beobachten. Auch von Vahrn aus kann dies geschehen.

zurückzuführen sind; sehr belehrend sind aber im vorliegenden Falle die lokalen Verhältnisse, welche mehr als sonst eine tiefere Einsicht in den Hergang zu gewinnen erlauben. Fürs erste soll den Erdpfeilern, deren Beschränkung auf einen völlig abgeschlossenen Raum¹⁾ jedermann auffallen muss, eine eingehendere Betrachtung zu teil werden.

Obwohl es Erdpyramiden und Bodenprotuberanzen, deren Herauspräparierung aus einer zuvor ziemlich gleichmässig ver-

¹⁾ Auch gegenüber von CD (Fig. 1), bei F, scheint beim ersten Beschauen eine Erdpyramide sich abgelöst zu haben; sieht man aber näher zu, so überzeugt man sich, dass das losgetrennte Erdstück nicht durch eine von oben nach unten, sondern durch eine von unten nach oben wirkende Kraftwirkung des Zusammenhanges mit dem Hauptkörper bearaubt worden ist. Die Bewaldung des Abhanges ist der Ermittlung des Sachverhaltes wenig günstig, allein die uns bekannte, auch an dieser Stelle hervortretende Trennungslinie hilft aus der Verlegenheit. Von A bis B (Fig. 3 a) klapft eine halbkreisförmige Unterbrechung in dem fast lotrecht abstürzenden Schotterwalle, und gerade vor ihr erhebt sich aus Bäumen der vorbezeichnete Obelisk C, der sich, als die Unterwaschung durch die Eisackfluten ihn abtrennte, zugleich nach Süden drehte, so dass nunmehr der fragliche Horizont den Verlauf MNPQRS erkennen lässt, indem das Stück PQ flussaufwärts ansteigt. Der Bildungsakt ist völlig derselbe wie bei den südrussischen Obruiven (Küstenabrutschungen), mit denen uns Kohl (Reisen in Südrussland, 2. Band, Dresden 1841, S. 63 ff.) bekannt gemacht hat. Das strömende Wasser grub sich, gerade so wie es am Steilrande der pontischen Steppe die Wellen des Schwarzen Meeres thun, in die Basis des Abhanges ein und lockerte dessen Konsistenz so lange, bis eine Höhle entstanden war; deren Decke brach ein,

Fig. 3 a.

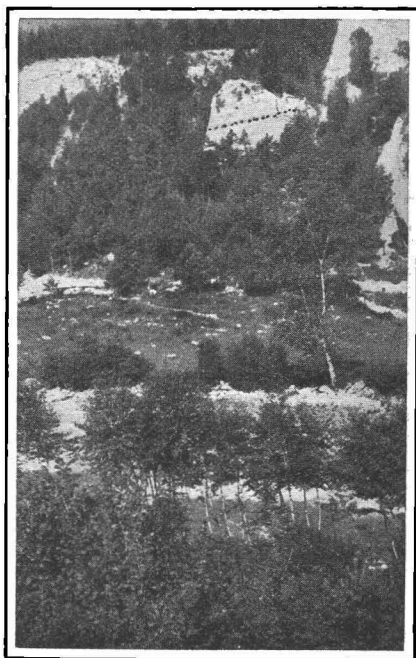


teilten Masse leicht angreifbaren und zerstörbaren Stoffes sich in einer wesentlich ähnlichen Weise erklären lässt,¹⁾ allenthalben

und das darüber stehende Erdprisma sackte nach, so dass jene zirkusartige Ausbuchtung entstand (Fig. 3 b). Es liegt folglich ebenfalls ein erosiver Vorgang in mitte, aber derselbe ist, wie bemerkt, grundverschieden von demjenigen, dem die Ausgestaltung des gegenüberliegenden Abhanges der Höhe B auf Rechnung zu setzen ist.

¹⁾ Es ist nicht ohne Interesse, alle die turmartigen Oberflächengebilde zusammenfassend zu behandeln, von denen in der physischen Erdkunde gesprochen wird. Abgesehen von den durch direkten Aufbau entstandenen Stalagmiten, von den denudatorisch blogelegten, aber doch längst zuvor vorhanden gewesenen Batholithen und unwesentlichen anderen Gelegenheitsbildungen kann man stets das gleiche Grundprinzip konstatieren: Die Erosion greift modellierend in eine vorher ziemlich einförmige, tiefer gehender Diffe-

Fig. 3 b.



auf der Erde gibt, so kann man trotzdem den Satz aufstellen: Tirol ist das klassische Land der Erdpyramiden. Die

rentierung entbehrende Masse ein. Dieselbe kann aus festem Gestein, aus lockeren Stoffen oder aus Eis bestehen — was aus ihr unter dem stetig wirkenden Einflusse auch ganz schwacher Kräfte wird, ermangelt nicht gewisser gemeinsamer Familienzüge, die sich beim Beschauen der entsprechenden Landschaftsbilder ungezwungen dem Auge einprägen. Bilderwerke, in denen die wichtigsten Oberflächenformen anschaulich zusammengestellt sind, können nach dieser Seite hin der Forschung wirklichen Vorschub leisten; dahin gehört vorzugsweise das monumentale Werk von Robin (*La terre; ses aspects, sa structure, son évolution*, Paris 1902). Nur in gedrängter Kürze seien die wichtigsten Modalitäten hier aufgeführt. In die erste Gruppe gehören säulenartige Felsbildungen des Cañons von Colorado; die „Aiguilles“ des Montblancgebietes, welche dessen Südseite, gegen Courmajeur, als in ein schon von Saussure bewundertes Meer spitz ansteigender Protoginpyramiden aufgelöst erscheinen lassen (Petersen, *Erinnerungen an den Col du Géant*, Z. d. d. u. öst. Alpenver., 17. Band, S. 357); die kretazischen Felszerklüftungen des Mittelgebirges (Labyrinth von Adersbach und Weckelsdorf, Sächsische Schweiz, Wittower Klint auf Rügen mit geradezu überraschenden Anklängen an die Erdpyramiden, „Rochers de Vallière“ im Departement Charente Inférieure); dolomitische Nadelbildungen (Südtirol, Fränkische Schweiz, Umgebung von Montpellier, „Nadel“ im krainischen Santhale); die durch Deflation erzeugten Restberge („Zeugen“ in den afrikanischen und asiatischen Wüsten, „Mesas“ im südlichen Nordamerika, „Teufelstisch“ bei St. Mihiel an der Maas, „Monument-Park in Colorado); Brandungsresiduen am Meeresgestade („Needle-Rock“ in New-Jersey, „Demoiselle de Fontenailles“ im Departement Calvados, „Aiguille d'Étretat“ im Departement Seine Inférieure, „Mönch“ auf Helgoland). Die zweite Formenklasse bietet uns im folgenden Stoff zu besonderer Erörterung. Was endlich die dritte anlangt, so ziehen zwei Erscheinungen unsere Aufmerksamkeit auf sich, die der Séracs und des Büsserschnees, über deren gegenseitige Beziehungen noch keine volle Klarheit geschaffen ist. Wenn man mit Sieger (*Die Karstformen der Gletscher*, Geogr. Zeitschr., 1. Band, S. 182 ff.) die Mannigfaltigkeit der Gebilde, welche durch Insolation, Ablation und Zusammensturz an der Oberfläche eines Gletschers hervorgebracht werden können, mit derjenigen verkarsteter Kalkgebirge vergleicht, wird man sich dem Gefühle nicht zu entziehen vermögen, dass das einigende Band, welches sogar Eis und Stein verknüpft, auch im Bereiche des festen Wassers allein diese seine Kraft bethätigen werde. Hauthals Entdeckung (Gletscherbildung aus der argentinischen Cordillere, *Globus*, 67. Band, S. 37 ff.), dass Säulen aus „Nieve penitente“

erste Erwähnung derselben im wissenschaftlichen Schrifttum¹⁾ datiert von einem Tiroler, dem Innsbrucker Mathematiker F. Zallinger, der auf sie anlässlich der Besprechung der Muhrbrüche hingewiesen hat.²⁾ Es dauerte längere Zeit, bis

sich auch mit wirklichen Gletschern zusammenfinden, spricht freilich einigermassen gegen die von Brackebusch (Die Penitentesfelder der argentinischen Cordilleren, Globus, 63. Band, S. 1 ff.) vertretene Anschauung, der zufolge diese Eispilaster als ein unmittelbares Seitenstück zu den Erdpyramiden zu gelten hätten.

¹⁾ Unser ganzes Wissen von der Sache, wie es vor einigen Jahren beschaffen war, kennzeichnet sehr übersichtlich eine Schrift von C. Kittler (Ueber die geographische Verbreitung und Natur der Erdpyramiden, München 1897; M. Geogr. Studien, herausgeg. von S. Günther, 3. Stück). Einige Ergänzungen zu den hierin niedergelegten Angaben über das Vorkommen dieser „Lehmtürme“, wie man in Tirol sagt, werden weiter unten gegeben werden.

²⁾ F. S. Zallinger zum Thurn, Von den Ueberschwemmungen in Tirol, Innsbruck 1779, S. 63 ff. Wenn wir die betreffende Stelle wörtlich wiedergeben, erreichen wir zugleich, dass Zallinger als der eigentliche Begründer der Lyell'schen Theorie, von der nachher die Rede sein wird, hervortritt. „Was das Regenwasser in einem lockeren Boden vermag, zeigen auch jene Säulen und Pyramiden, die ich nicht weit von Unterinn und Lengmoos niemals ohne Vergnügen ansah. Sie stehen fast senkrecht; bei einigen gehen aus dem nämlichen Stamme zwei oder drei hervor; die meisten ziehen sich oben in eine Spitze zusammen und, was recht wunderbar scheint, ist die Spitze bei allen mit einem grossen Steine bedeckt. Als ich, die Sache genauer zu beobachten, hinzutrat, fand ich augenscheinlich, dass die Pyramiden nur von dem Regen entstehen können; denn dieser spült nach und nach die lockere rote Erde an der Seite herum so ab, dass nur jene Stücke noch übrig blieben, die wider den Regen noch von jenen Steinen sind geschützt worden, so man itzt auf jenen Spitzen beobachtet.“ Was Lyell zur Erklärung beibringt, ist nur eine Umschreibung des hier kurz und bündig skizzierten Grundgedankens: Zallinger möchte die Priorität des Hinweises auf solch ungewöhnliche Bodenformen einem Buche von Mitterpacher (Kurzgefasste Naturgeschichte der Erdkugel, Wien 1774, S. 43 ff.) zuerteilen. Bei näherem Zusehen muss man es jedoch mindestens als sehr zweifelhaft erachten, ob jene Säulen, die Bouguer in den Cordilleren, Pontoppidan in Norwegen, Gmelin in Sibirien gesehen zu haben angeben, wirkliche Erdpyramiden und nicht vielmehr Denudationsfiguren anderer Art waren.

zu den stets in erster Linie genannten Erdpfeilern am Bozener Ritten, deren die älteren Schriften ausschliesslich gedenken,¹⁾ auch andere Gebilde von verwandtem Charakter hinzukamen. Nur eine einzige Erwähnung, und zwar aus dem Gebiete der Westalpen, ist fast gleichaltrig, steht jedoch ganz isoliert da.²⁾ Jedenfalls wird man, sobald von Erdpyramiden die Rede ist, sofort an Tirol denken, und diesem Lande werden am zweckmässigsten etwaige Typen zu entnehmen sein, nach denen sich eine Klassifikation derartiger Bodenformen bewerkstelligen lässt. Eine solche anzuregen, wäre schon längst am Platze gewesen, um, wenn es sich um die Schilderung irgend eines konkreten Vorkommens handelt, sich in der oft abenteuerlichen Formenfülle leichter zurechtzufinden. Der nachstehende Vorschlag will nur als ein solches Hilfsmittel bequemer Orientierung betrachtet werden; er sieht von allen eigentlich morphologischen Erwägungen ab und hält sich ausschliesslich an äusserlich in die Augen fallende, rein morphographische Momente. Als Südtiroler Typus bezeichnen wir den von einem Felsblock, einem Rasenstücke oder einem Baume gekrönten Obelisk;³⁾ das Wort Nordtiroler Typus ist von den besonders schönen, jedem Brennerfahrer wohlbekanntem Spitzsäulen bei Patsch herge-

¹⁾ Die gesamte hierher gehörige Litteratur berücksichtigen ausser Kittler auch noch nach Möglichkeit Penck (Die Morphologie der Erdoberfläche, 1. Band, Stuttgart 1894, S. 234 ff.) und der Verf. (Handbuch der Geophysik, 2. Band, Stuttgart 1899, S. 885 ff.). Einige Nachträge hinerwiederum sind in gegenwärtiger Abhandlung enthalten.

²⁾ Saussure, Voyages dans les Alpes, 8. Band, Neuchatel 1796, S. 11 ff.; er spricht da von den „monticules de formes souvent coniques“ im Kanton Wallis.

³⁾ Trotz dieser gemeinschaftlichen Eigenschaft können selbst innerhalb eines und desselben Formenbereiches noch die schärfsten Gegensätze platzgreifen; man vergleiche beispielsweise die eleganten, himmelanstrebenden Obelisken vom Ritten mit den täuschend einem grossen Pilze gleichenden Zwergformen des Jenesis-Berges bei Bozen, die ihrerseits wieder in allen Stücken erinnern an die von F. Simony (Das Dachsteingebiet, 1. Band, Wien 1889, S. 107; Tafel XCII) beschriebenen „Hutpilze“ aus Breccienmaterial.

nommen; der Osttiroler Typus endlich soll gewisse scharfschneidig auslaufende, aber auf langgestreckter Basis sich erhebende Denudationsreste in sich begreifen.¹⁾ Wenn wir uns dieser Sammelnamen bedienen, so können wir mit Bezug auf die Erdsäulenkolonie des mittleren Eisackthales als deren hervorstechendste Eigenschaft die hinstellen, dass in ihr alle drei Typen, wenn auch durchaus nicht gleichmässig, vertreten sind.

Auf die Entfernung eines starken Kilometers ist der ganze Steilhang C D (Fig. 1) des Schabser Plateaus (Höhe B) zerfasert in ein Aggregat von Erdsäulen, die im denkbarst abwechslungsreichen Bilde aus ziemlich dichtem Walde emporragen.²⁾ Abgesehen von kleineren, da und dort eingestreuten Exemplaren sind es wesentlich drei in sich geschlossene Familien, die den Beschauer fesseln. In dem Photogramme (Fig. 4) ist das ganze Gebiet, dessen Schilderung hier gegeben wird, zur Anschauung gebracht worden. Die drei zusammengehörigen Gruppen lassen sich darin, wenn man von rechts gegen links fortschreitet, unschwer erkennen. Die Photographien wurden dem Verf. in allen Fällen von seinen Söhnen geliefert. Bei den beiden ersten — von Süden aus gezählt G und H in Fig. 1 — ist der Auflösungsprozess bereits weiter fortge-

1) Rabl, Die Erdpyramiden von Goednach-Goertschach, Der österreichische Tourist, 1884, S. 149 ff. Diese sonderbaren Gebilde sind nicht aus diluvialem Schotter, sondern aus tertiären Konglomeraten herausgearbeitet, was wohl zum teile die Verschiedenheit der Sachlage begründet macht. Wahrscheinlich ist aber gleichwohl die Abweichung nur eine scheinbare, indem nämlich bei stetigem Fortschreiten der Erosionsarbeit die Erdpyramiden vom Osttiroler Typus in solche der beiden anderen Typen zerlegt werden würden.

2) Die Basisfläche der Pyramiden ist so zerrissen und das Unterholz so dicht, dass sich Versuche, die Höhe der einzelnen Objekte, vielleicht nach dem für Bäume von Stützer (Die grössten, ältesten oder sonst merkwürdigen Bäume Bayerns in Wort und Bild, München 1900, S. 16 ff.) erprobten photogrammetrischen Verfahren, bestimmen zu wollen, von selbst verbieten. Der Schätzung zufolge darf man jedoch einzelne dieser Säulen den höchsten bisher in Europa bekannten zurechnen; die eigentlichen Riesen beherbergt Nordamerika, wie in anderen Fällen auch.

schritten, so dass die einzelnen Aufragungen fast ganz isoliert erscheinen und nur noch in ganz geringer Höhe über dem Boden mit einander verbunden sind. Fig. 4 (rechts) gibt einige markante Erscheinungen wieder; es herrscht hier hauptsächlich der Südtiroler Typus vor, doch ist auch derjenige Osttirols nicht unvertreten.

Weitaus am fesselndsten gestaltet sich in landschaftlicher, wie in wissenschaftlich-geographischer Hinsicht die dritte Kolonie (K in Fig. 1); sie gewährt uns eine vortreffliche Gelegenheit, die Bildung der Erdpyramiden genetisch zu verfolgen. Durch Erdrutsche, als deren Ursache hier, wie am jenseitigen Ufer, die Unterspülung durch den über seine gewöhnlichen Grenzen getretenen Eisack anzusehen ist, wurden zu beiden Seiten der schmalen Wand, welche an diesem Orte allein von der glazialen Schottermasse stehen blieb, sehr ansehnliche Bestandteile dieser letzteren fortgeschafft, so dass die Abrissstellen in ihrer ganzen Eigenart erkennbar sind.¹⁾

¹⁾ Bezeichnend ist für die Abrisszirken die vollkommene Glätte der Wandungen, und auch da ist es einerlei, ob aus einer festen, aus einer lockeren oder aus einer Eis-Masse sich der halbzyllindrisch begrenzte Rutschkörper losgelöst hat, dessen Trümmer den unteren Teil der Rutschbahn, die angrenzende Thalsohle und die sogenannte „Spritzzone“ — nach A. Heim — bedecken. Vielfach sieht sich dieser Hohlraum so an, als wäre das fehlende Stück geradezu mit dem Messer herausgeschnitten worden. Sehr belehrend sind nach dieser Seite hin die Photogramme, welche A. Heim (Die Gletscherlawine an der Altels, Zürich 1895) und L. Du Pasquier (L'Avalanche de l' 11 septembre 1895, Neuchatel 1896) von dem Eisabbruche des Altelsgletschers mitgeteilt haben. Die Abbildungen der Ursprungsstellen von Erdschlipfen und Bergstürzen sind bis jetzt wenig zahlreich. So gibt es von dem tragischen Ereignis, welches am 2. September 1806 das Gelände zwischen Zuger- und Lowerzer-See betraf, zwar eine für jene Zeit vortreffliche und auch der kartographischen Beigaben nicht entbehrende Monographie (Zay, Goldau und seine Gegend, Zürich 1807), aber die interessante Abrissstelle scheint auch später nicht viel beachtet worden zu sein, und es mag sich deshalb empfehlen, ein photographisches Originalbild (Fig. 5) hier einzufügen, aus dem sofort erhellt, dass eine glatt verlaufende Vertikalfäche die stehen gebliebenen Teile der den Rossberg bei Goldau bildenden Nagel-

Fig. 4.

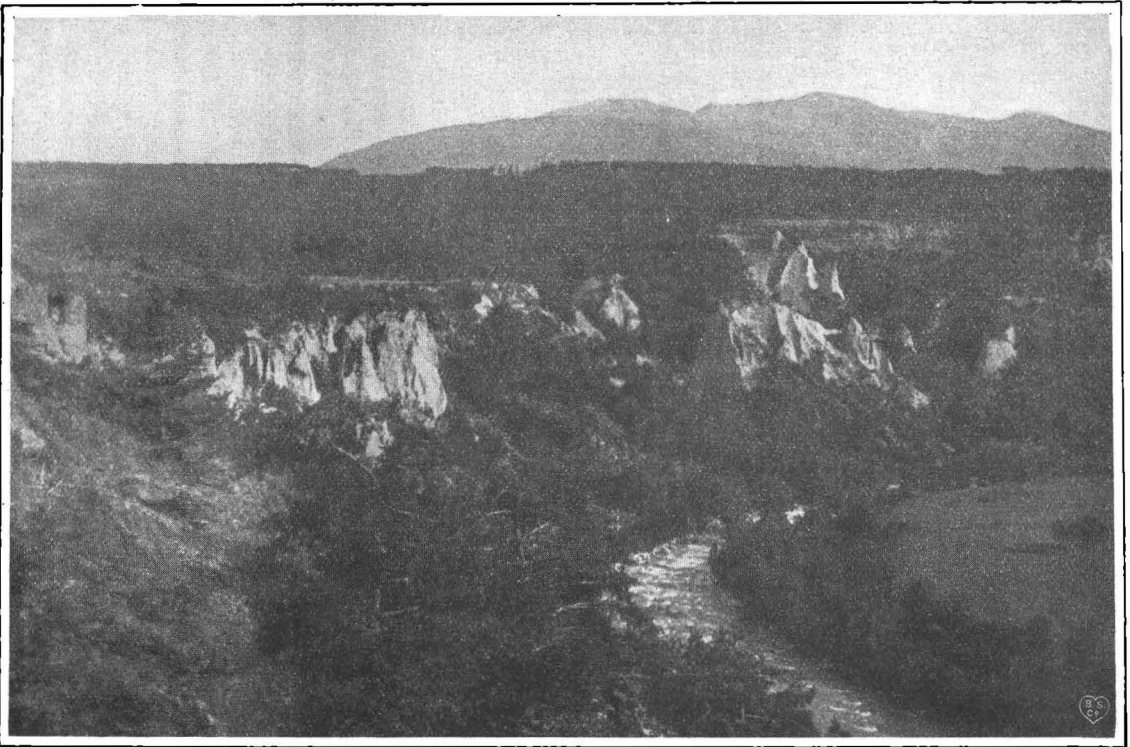




Fig. 4.

S. Günther: Glaziale Denudationsgebilde.

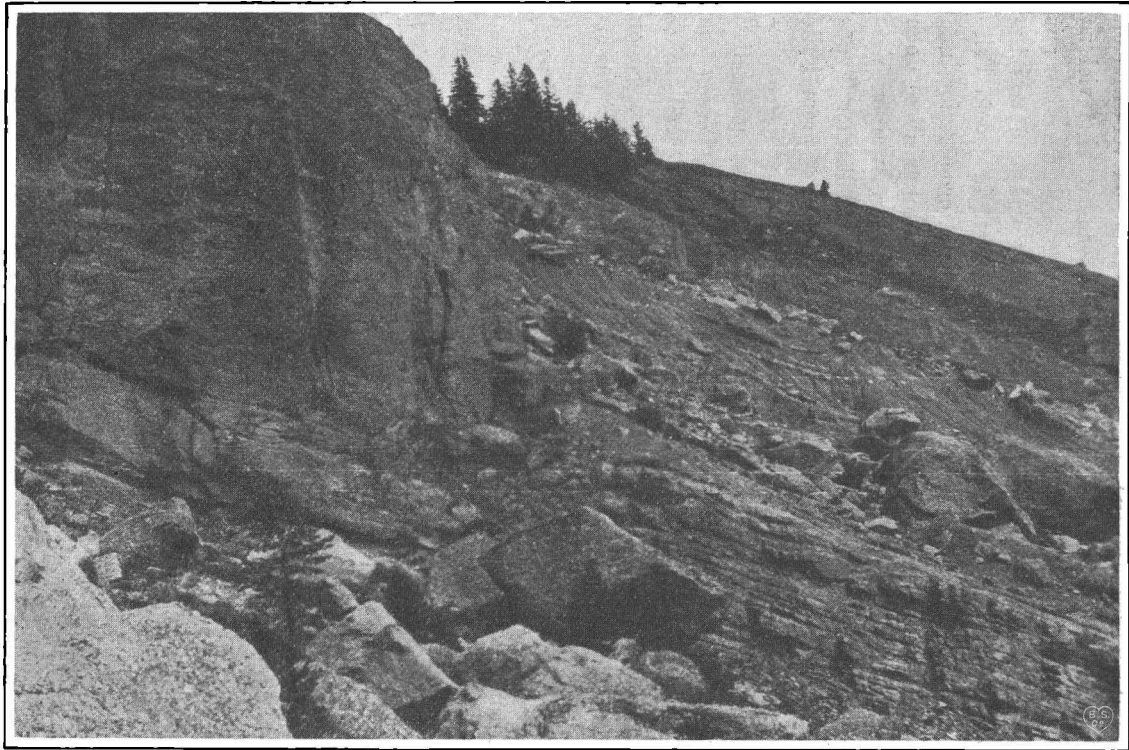
Die Zwischenwand aber ist von den erosiven Agentien derart bearbeitet worden, dass, wovon Fig. 4 ein Bild zu liefern sucht, die Konturen eines Miniaturgebirges entstanden.¹⁾ Aussergewöhnlich kühne Zacken, Säulen, Pfeiler, Türme ragen in die Luft; hie und da wird ein höherer Turm von einer Anzahl kleinerer Türmchen umgeben, die sich wie Strebepfeiler an ihn anlehnen. Von den zahlreichen Erdstellen, welche dem Verf. unter dem gleichen Gesichtspunkte bekannt geworden sind, kann keine an malerischer Grossartigkeit den Vergleich mit der Gruppe K aushalten. Decksteine fehlen durchgängig; nur anscheinend ein einziges mal trägt ein kleinerer Erdpfeiler einen kleinen Rasenhut, ein Bruchstück des abgerutschten Plateaus.

Wer noch von der Unvollständigkeit der Lyell'schen Theorie,²⁾ die noch immer durch die Lehrbücher geht, und an deren Grundgedanken auch nicht gerüttelt werden soll, überzeugt zu werden brauchte, der müsste sich an den Platz K begeben. Bekanntlich legt der berühmte Geologe, der sich ja

fluhbänke von den aus ihnen gleichsam herausgeschälten, abgerutschten Teilen trennt. Nicht anders sieht, natürlich abgesehen von den durch die Schotternatur bedingten Abweichungen, das Abrissgebiet der Erdpyramidenwand K aus.

¹⁾ Ratzel (Die Erde und das Leben, 1. Band, Leipzig-Wien 1901, S. 551) bemerkt hiezu: „An einer Stelle des linken Ufers der Plansee-Aache unterhalb der Stuibenfälle glaubt man auf ein Gebirgsrelief mit sehr scharfen Kämmen herabzuschauen.“ Dies trifft auch in anderen Fällen zu, unter denen eben der hier in Rede stehende nicht zuletzt kommt. Ein merkwürdiges Exemplar bringt De Marchi (Trattato di geografia fisica, Mailand etc. 1901, S. 242 ff.) zur Anschauung. Wäre man im ungewissen über den Massstab, in welchem die Zeichnung des kühn profilierten Erdobelisken, nächst der piemontesischen Stadt Brà, gehalten ist, so könnte man ebensowohl das Matterhorn wie eine gewöhnliche Lehmpyramide vor sich zu haben glauben. Die Aehnlichkeit der Umrissformen ist eine überraschende. Eigentümlicherweise rechnet De Marchi die Deckblöcke zu den notwendigen Requisiten der Pyramidenbildung, obwohl gerade die von ihm angeführten italienischen Belege sich dieser Angabe nicht unterordnen.

²⁾ Lyell, Principles of Geology, 1. Band, London 1872, S. 329 ff.



S. Günther: Glaziale Denudationsgebilde.
Fig. 5.

Das Abrissgebiet des Bergsturzes von Goldau [1806].

um die richtige Bewertung der der Wasserwirkung bei der Gestaltung des Erdbildes zuzuteilenden Rolle unvergängliche Verdienste erworben hat, den Steineinschlüssen der verwitterten Masse, aus der sich die Erdpyramiden absondern, eine viel zu hohe Bedeutung bei. Es war Ratzel, der sich zuerst¹⁾ mit Entschiedenheit gegen diese Ueberschätzung erklärte und betonte, dass, wie er sich neuerdings ausdrückt, in jedem Felsblocke allerdings ein Element zugleich der Konzentration und des Schutzes gegeben sei,²⁾ dass aber auch ohne diese doch recht oft fehlenden Zugaben die Bildung ihren ruhigen Verlauf nehmen könne. In der That ist ja der Südtiroler Typus nicht entfernt die Norm. Man könnte z. B. in unserem Falle sehr wohl fragen, weshalb dieser Typus so gar wenig ausgeprägt sei, da es doch an Blockeinschlüssen nicht mangelt.³⁾ Weit wichtiger noch ist eine andere Frage, deren Wesen von Ratzel gleichfalls berührt wird, auf deren Tragweite aber noch mehr von Kittler⁴⁾ aufmerksam gemacht wurde. Schon früher hatte sich der Verf. von der Notwendigkeit durchdringen lassen, dass, ehe das Regenwasser die Modellierung der einzelnen Protuberanzen in angriff nimmt, ihm die Zerklüftung der ganzen Masse bis zu einem gewissen Grade vorgearbeitet haben muss. In Kürze lässt sich das Prinzip, auf

1) Ratzel, Ueber die Entstehung der Erdpyramiden, Jahresber. d. Geogr. Gesellsch. zu München, 1884, S. 77 ff.

2) Es wird (Die Erde und das Leben, S. 556 ff.) daran erinnert, dass es an minder steil geböschten Abhängen auch liegende Erdpyramiden gibt, an denen der Beruf der Steinkrönung, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, sehr deutlich hervortrete. Unter allen Umständen begünstigen die Blöcke das Eindringen des Wassers in grössere Tiefe und damit auch die Abtrennung von der Hauptmasse.

3) Die Mehrzahl der Pyramiden besteht, wie oben bereits festgestellt ward, aus feinem Moränenlehm und kommt demnach ohnehin für Decksteine nicht in betracht. Einige freilich ragen auch über den Schotterhorizont empor, allein die Blöcke sind durchweg nicht gross und noch dazu sehr glatt vom Wassertransporte, so dass sie auch nicht besonders dazu geeignet waren, auf einer schmalen Unterlage dauernd liegen zu bleiben.

4) Kittler, a. a. O., S. 45.

welches es hauptsächlich ankommt, folgendermassen formulieren: Jene Detailarbeit, als deren Ergebnis die Herausbildung der einzelnen Erdpyramiden zu betrachten ist, beginnt erst dann energisch einzusetzen, wenn der Schutt-, Lehm- oder Lösskörper, der einstweilen noch als kompakt vorausgesetzt wird, irgendwie in langgestreckte Kämme von sehr geringer Breite zerfällt worden war. Ehe es soweit gekommen ist, entstehen Aushöhlungen, Regenrinnen und allenfalls embryonale, fast ganz mit der Hinterwand verwachsene Auszackungen, nicht aber selbständige Pyramiden und Obelisken.

Massgebend ist mithin für diese letztere eine lineare Anordnung. Da, wo die Anzahl der Einzelgebilde eine verwirrend grosse ist, scheint sich ja eine solche nicht nachweisen zu lassen, indem man zuerst bloss ein Durcheinander wahllos neben einander gestellter Aufragungen wahrzunehmen glaubt. Richtet man aber das Augenmerk konsequent auf ein noch so kraus angeordnetes Aggregat, also gleich auf die berühmten Rittengebilde im Thale des oberen Finsterbaches, so findet man allgemach Reihen von schlanken Säulen heraus, die aus einer gemeinsamen Basismauer, dem Reste jenes früheren Kammes, förmlich herausgewachsen sind.¹⁾ Bei aufmerksamer Durchmusterung guter Abbildungen kann man feststellen, dass ein einzelnes Individuum stets eine Reihe anderer Individuen verdeckt. Auf diese Eigentümlichkeit muss besonderer Nachdruck gelegt werden; sie liefert den Schlüssel für das Verständnis der Bildungsgeschichte, und es würde nicht schwer halten, durch eingehende Prüfung einer grösseren Menge von bekannteren Vorkommnissen jenen Satz, der übrigens auch für sich selbst spricht, erfahrungsgemäss zu belegen.²⁾ Die Art und

1) Weiter unterhalb, gegen Atzwang zu, gelingt die Beobachtung leichter, weil dort nur einzelne Reihen zierlicher, minder hoher Säulchen stehen, über deren jeweiligen Zusammenhang schon der blosser Anblick vergewissert.

2) Von alpinen Plätzen, die minder bekannt sind, seien besonders erwähnt Berghalden bei Bolladore im oberen Veltlin und bei dem

Weise, wie sich die Kämme bilden, braucht keine einheitliche zu sein. In dem uns beschäftigenden Falle hat gewiss der unten vorbeifliessende Gebirgsstrom mit seinen jähen Anschwellungen das Seinige dazu beigetragen, und es ist insofern ganz zutreffend,¹⁾ dass nicht nur die vertikal nach unten gerichtete Steilerosion, sondern auch Kräfte von entgegengesetzter Richtung mitgewirkt haben. So sind Pyramidenester, die den Lauf eines Flusses begleiten, sehr häufig auch Zeugen kräftiger Aktion der lateralen Erosion.²⁾ Damit ist nun wohl die Frage nicht beantwortet, weshalb doch nicht immer dann, wenn eine locker gefügte Wand, die stetig bespült und unterwaschen wird, vorteilhafte Vorbedingungen darzubieten scheint, die Auflösung des Abhanges in ein Aggregat von Erdpfeilern erfolgt.³⁾ Neben dem einen Faktor, der uns

Dörfchen Stilfs, zwischen Prad und Gomagoi. Namentlich bei diesen letztgenannten Pyramiden, die sich dem zum Stilfserjoche Hinanschreitenden vortrefflich von verschiedenen Seiten darstellen, zeigt sich recht augenfällig die Zusammengehörigkeit je einer aus der nämlichen Schuttmauer hervorgegangenen Serie. Ein gutes aussereuropäisches Beispiel liefern die südamerikanischen Erdsäulen, welche Mosbach (Streifzüge in den bolivianischen Anden, Globus, 72. Band, S. 26) abbildet, und die eine so reguläre Anordnung bekunden, als habe man es mit den Ruinen teilweise eingestürzter Portiken zu thun. Auch für die grossartigen Wälder von Erdpyramiden, die in dem kleinasiatischen Reisewerke von R. Oberhammer und H. Zimmerer (Durch Syrien und Kleinasien, Berlin 1899, S. 120 ff.) beschrieben und abgebildet sind, dürfte ein gleiches gelten.

¹⁾ Dass auch solche Kräfte in Thätigkeit treten können, bemerkte Pechuel-Loesche (Westafrikanische Laterite, Ausland, 57. Band, S. 401 ff.).

²⁾ Wie kräftig die morphologische Leistung der seitlichen Ausnagung eines nicht ruhig, sondern häufig in wilden Paroxysmen dahinflutenden Wassers werden kann, beweist u. a. der Trümmerwall, der südlich von München auf eine ziemliche Entfernung hin das linksseitige Ufer der Isar begleitet. Er wurde einlässlich gewürdigt von Penck (Morphol. d. Erdoberfl., 1. Band, S. 225; Die Alpen im Eiszeitalter, S. 60). Die früher weiter nach Osten reichende Steilwand ist infolge der unablässigen Unterspülungen des Flusses gossenteils zusammengebrochen.

³⁾ Dass dies durchaus nicht immer eintritt, ist bekannt genug. Man

hier am meisten beschäftigte, weil über ihn noch nicht genug Klarheit besteht, wirkt eben doch noch gar mancher anderer mit.¹⁾

Damit verlassen wir einen Gegenstand, der, so gering er auch quantitativ das „Antlitz der Erde“ beeinflusst, trotzdem in seiner Art des morphologischen Interesses sicherlich nicht entbehrt. Gerade der Umstand, dass in nächster Nähe der Flanke CD (Fig. 1) sich die Flanke DE hinzieht, die einen durchaus verschiedenen Anblick gewährt, gibt uns den Anlass, auf die Probe das Exempel zu machen. Wie weiter oben dargelegt ward, ist die Beschaffenheit des Schotters nunmehr eine andere geworden; derselbe ist der Hauptsache nach ein weit festeres, breccienartiges Konglomerat, dessen einzelne Stücke oft eine ganz respektable Grösse erreichen. Erdpyramiden gibt es auch hier, aber nur spärlich, und ihr Aussehen ist ein anderes — wenn man so sagen will, minder elegantes. Da nicht anzunehmen ist, dass die Erosion und Denudation für DE irgendwie anders als für CD gewirkt haben könnten, und da auch sonst die Verhältnisse sich gar nicht von einander unterscheiden, so kann einzig und allein die stoffliche Nichtüber-

denke z. B. nur an die vorhin erwähnte Innleite bei Wasserburg. Dieselbe ist von Runsen und Regenrinnen, wohin man blickt, arg durchfurcht, und einzelne Erdschneiden, die keck vorspringen, sehen gerade so aus, als müsste sich aus ihnen in Bälde eine gezackte Kammlinie entwickeln. Allein trotz des ungeheuren Zeitraumes, der dafür zur Verfügung stand, ist es nicht geschehen. So sieht man auch im Ratzelschen Werke (S. 543) den Granit der Seychellen bedeckt mit einer Fülle karrenartiger Regenrisse, aber die Zerlegung des Gesteines in selbständig aufragende Pyramiden, wie (s. o.) beim Montblanc, ist ausgeblieben.

¹⁾ Einflussreiche Momente, von deren Ineinandergreifen die Pyramidenbildung abhängt, sind vor allem die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge, auf welche Kittler und De Marchi mit Recht grosses Gewicht legen, ferner die Bestrahlung und Exposition der Schuttmasse, deren Färbung und petrographisch-geognostische Zusammensetzung. Diese ist dann wieder bestimmend für die chemische Konstitution der der Wasserwirkung ausgesetzten Materie; erstere sollte nach Philippson (Besprechung der Kittler'schen Schrift, Geogr. Zeitschr., 3. Band, S. 650) auch nicht ausser acht gelassen werden.

einstimmung beider Abhänge die Schuld an ihrem gegenwärtigen, ungleichartigen Ansehen tragen. Längs DE war die Konsistenz des Materiales eine weitaus stärkere, und es kam wohl zur Höhlenbildung in grossem Umfange, nicht aber zur Auswaschung und Fortspülung ganzer Gebirgsglieder. Jene Höhlen entstanden aber nicht da und dort nach einer launenhaften Willkür der Natur, sondern auch sie fügen sich einer gewissen Norm, wie man dies eben bei den geologischen Orgeln (s. o.) gewohnt ist.

Mit diesen Namen — auch Erdorgeln, Erdpfeifen, Naturbrunnen sind geläufige Bezeichnungen — belegt die terrestrische Morphologie seit Brongniart¹⁾ und Matthieu²⁾ schmale Vertiefungen,³⁾ die sich angenähert lotrecht durch eine selber steil abfallende Gesteinswand hindurchziehen und dieser letzteren das Aussehen einer Kannelierung aufprägen. Sehr häufig wird ein solcher hohler Halbzyylinder durch einen Lettenzapfen ganz oder teilweise ausgefüllt, der sich aus dem Hangenden herabsenkte. In unserem Falle ist eine solche Lehmdecke nicht oder nicht mehr vorhanden, und infolge dessen fehlen auch die Lehmeinschlüsse. Im übrigen ähneln unsere Orgeln wesentlich denjenigen, die man aus der Umgegend Münchens kennt,⁴⁾ obwohl es kaum statthaft wäre, ihr Vorhandensein zu einem Zeugnis für den glazialen Charakter der Ablagerungen, in denen sie sich zeigen, stempeln zu wollen. Denn darin hat

1) Brongniart, *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris*, Paris 1811, S. 87 ff.

2) Matthieu, *Note sur les orgues géologiques*, *Journal des Mines*, 1813, S. 197 ff.

3) Das Wort „schmal“ ist hier *cum grano salis* zu nehmen; es treten einfach gegenüber der namhaften Höhendimension die beiden anderen Abmessungen sehr zurück.

4) v. Ammon, *Die Gegend von München, geologisch geschildert*, München 1894, S. 116 ff.; Penck-Brückner, a. a. O., S. 60 ff. Die Höhe der Orgeln des sogenannten Dieffenbach-Steinbruches erreicht nach Penck 5–6 Meter. Die Wahrnehmung, „dass die hangende Nagelfluh sich in die breitesten Schlöte zapfenförmig wenige Dezimeter weit hinein erstreckt,“ lässt sich auch in unserem Falle machen.

Prestwich¹⁾ unbedingt recht, dass die Tagewasser in jeder nicht sehr widerstandsfähigen — oder besser, verschiedene Grade von Widerstandsfähigkeit aufweisenden — Gesteinsmasse solche Spuren ihres Eindringens zurücklassen können. Ob hier, am nordwestlichen Plateaubefalle des Ochsenbichls, wirklich bloß die Niederschläge gewirkt haben, möchte allerdings in Zweifel zu ziehen sein. Wenn, wie wir glauben, die Zerstörungsarbeit, welche der Eisack weiter abwärts leistete, indem er die Schotter teilweise denudierte, ziemlich deutlich in die Erscheinung tritt, so wird man ihm auch bei der Ausführung jener vertikalen Hohlkehlen von DE eine gewisse Mitwirkung zuzuschreiben geneigt sein. Alles in allem: Die Orgeln sind wahrscheinlich durch eine kombinierte Wirkung der Erosion des atmosphärischen Wassers und der lateralen Erosion des strömenden Wassers ausgehöhlt worden. An eine Auswirbelung, wie etwa in manchen nordischen Kalk- und Gipsgebieten, zu denken, verbietet die Struktur der Röhren, da bei Evorsionsaushöhlungen eine ziemlich rasch von oben nach unten fortschreitende Verjüngung des Hohlraumes zu konstatieren ist.

Unsere Darlegung dürfte gezeigt haben, dass auf einer kleinen Strecke am mittleren Eisack, in unmittelbarer Nähe des Schienenweges und zweier belebter Landstrassen, ein weltabgeschiedenes Thal Gebilde birgt, deren Studium in verschiedenen Beziehungen die physikalische Geographie zu befruchten geeignet ist. Die Frage der Glazialablagerungen unter verschiedenen äusseren Bedingungen, und damit auch die Frage einer mehrfach sich wiederholenden Eiszeit steht an der Spitze; es folgt eine ganze Reihe von Erosions- und Denudationsphänomenen, die zusammenwirkten, um diesem merkwürdigen Fleckchen Erde den eigenartigen Charakter zu verleihen, der ihn auszeichnet. Selbst mitten in einem Gebiete, das seit Jahrzehnten eifriger Durchforschung unterzogen worden ist, hat

¹⁾ Prestwich, On the Origin of the Sand- and Gravel-Pipes, Quarterly Journal of the Geological Society, 11. Band, S. 64 ff.

sich oft hie und da ein kleiner Bezirk der näheren Kenntnissnahme entzogen; ein Beweis dafür, dass die Gelegenheit zu lohnenden Studien nicht blos beim Bereisen entlegener Länder, sondern auch noch im Bereiche der Heimatgrenzen dem danach Suchenden sich reichlich genug eröffnet.¹⁾

1) Nachträglich wurde dem Verf. noch eine Bemerkung bekannt, die sich an einem Orte befindet, an dem man sie nicht suchen würde, die aber auffallend richtig, direkt aus der Beobachtung heraus, das Hauptmoment betont, auf welches es bei der Entstehung der Erdpyramiden ankommt. Wir meinen einen touristischen Aufsatz von A. Ludwig (Drei Wochen im Clubgebiet, Jahrb. d. Schweizer Alpenclubs, 27. Jahrgang, S. 16 ff.). „Diese Griestürme kann man immer da antreffen, wo sich zwischen zwei benachbarten Rutschgebieten eine schmale Mittelwand vorfindet. Dieselbe ist vielleicht zuerst fast horizontal oder schwach geneigt; durch Ursachen verschiedener Art, z. B. durch Bildung kleiner Seitenrinnen, wird der stehen gebliebene Mittelgrat gescharttet; der Einschnitt wird immer grösser und tiefer, bis der Turm isoliert dasteht.“ Diese in den Bergen des Prätigaus gemachte Wahrnehmung gestattet die weitest gehende Generalisierung.

- Gümbel, Karl Wilh. Sogenannte Nulliporen, I. Abtlg. Nulliporen des Pflanzenreichs (Lithothamnium). XI, 1 1871 S. 1 1 M. 50 ₤
- Desgl. II. Abtlg. Nulliporen des Thierreichs (Dactyloporen). XI, 1 1871 S. 60 2 M. 40 ₤
- * — Gletschererscheinungen aus der Eiszeit. 1872 S. 223.
- * — Geognostische Mittheilungen aus den Alpen. I. Mendel- und Schlerngebirge. 1873 S. 14.
- Desgl. II. Ein Profil aus dem Kaisergebirge. 1874 S. 177.
- * — Ueber Conodictyum bursiforme. 1873 S. 282.
- * — Ueber die Beschaffenheit der Steinmeteoriten von Jowa. 1875 S. 313
- Beiträge zur Kenntniss der Organisation und systematischen Stellung von Receptaculites. XII, 1 1875.
- * — Geognostische Mittheilungen aus der Umgegend v. Trient. 1876 S. 51.
- Die geognostische Durchforschung Bayerns. Rede. 1877 2 M. 30 ₤
- Die in Bayern gefallenen Steinmeteorite. 1878 S. 14.
- * — Die am Grunde d. Meeres vorkomm. Manganknollen. 1878 S. 189.
- * — Geognostische Mittheilungen aus den Alpen. V. Die Pflanzenresteführenden Schichten von Recoaro. 1879 S. 33.
- * — Das Eruptionsmaterial des Schlammvulkans v. Paterno. 1879 S. 217.
- * — Geognostische Mittheilungen aus den Alpen. VI. Ein Streifzug durch die Bergamasker Alpen. 1880 S. 164.
- * — Desgl. VII. Das Gebirge am Comersee und über Gebirgsfaltung. 1880 S. 542.
- * — Ueber die mit einer Flüssigkeit gefüllten Chalzedon-Mandeln (Enhydros) aus Uruguay. 1880 S. 241.
- * — Beiträge zur Geologie der Goldküste in Afrika. 1882 S. 170.
- * — Geologische Fragmente aus der Umgegend von Ems. 1882 S. 197.
- * — Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete und die Stellung des Schliers von Ottmang. 1887 S. 221.
- * — Das Erdbeben vom 27. Februar 1889 S. 79.
- * — Geolog. Bemerkungen über die Thermen von Gastein. 1889 S. 341.
- * — Geolog. Bemerkungen über die Thermen von Bormio und über das Ortlergebirge. 1891 S. 79.
- * — Geologische Bemerkungen über die warmen Quellen vom Brennerbad. 1892 S. 139.
- * — Die Amberger Eisenerzformation. 1893 S. 293.
- * — Ueber die Grünerde am Monte Baldo. 1896 S. 545.
- Haushofer, K. Franz von Kobell. Denkschrift. 1884 80 ₤
- Jolly, Ph. v. Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation. I. u. II. Abtlg. XIII, 1 1878 u. XIV, 2 1881 60 ₤ und 80 ₤
- Kennedy, J. Abh. von den Morästen, Philos. Abh. I 1763 80 ₤
- Von in Bayern gefundenen Beinen. Neue philos. Abh. IV 1785 1 M. 50 ₤
- Kobell, Fr. v. Fortschritte der Mineralogie seit Hauy. Rede. 1832 80 ₤
- Mannigfaltigkeit in der organ. und unorgan. Natur. 1836 80 ₤
- Denkrede auf Joh. Nep. von Fuchs. 1856 90 ₤
- Mineralsammlung des bayer. Staates. XI, 1 1874 1 M.
- Lasaulx, E. v. Geologie der Griechen und Römer. I. Cl. VI, 3 1851 1 M. 30 ₤
- Liebig, Justus Frhr. v. Rede am 28. März 1863 (Francis Bacon von Verulam) 1 M. 60 ₤
- Rede am 28. März 1865 (Induction und Deduction) 50 ₤
- Rede am 25. Juli 1866 (Entwicklung der Ideen in der Naturwissenschaft). 8^o. 50 ₤
- Naegeli, C. Entstehung und Begriff der naturhist. Art. Rede. 1865 1 M. 60 ₤
- Oppel, Mich. Ordnungen, Familien und Gattungen der Reptilien. 1811 1 M. 60 ₤

- Pfaff, F. Bewegung des Firnes und der Gletscher. XII, 2 1876 60 \mathcal{J}
- Pohlig, Hans. Eine Elephantenhöhle Siciliens. XVIII, 1. 1893 2 \mathcal{M} 80 \mathcal{J}
- Rauff, Herm. Untersuchungen üb. d. Receptaculitiden. XVII, 3 1892 5 \mathcal{M}
- Roth, J. u. Wagner, A. Fossile Knochenüberreste von Pikermi. VII, 2 1854 3 \mathcal{M}
- Roth, J. R. Naturverhältnisse in S. Abyssinien. 1851 80 \mathcal{J}
- Schafhäütl, C. E. Geologie in ihrem Verhältnis zu den übrigen Naturwissenschaften. Rede. 1843 2 \mathcal{M}
- Gegnostische Untersuchung des südbayer. Alpengebirges. 1851 14 \mathcal{M}
- Schlagintweit, Herm. v. Salzseen im westl. Tibet. Thl. I. XI, 1 1871 2 \mathcal{M}
- Schütz, Frhr. v. Fortschritte und Nutzen des Studiums der Mineralogie. 1797 50 \mathcal{J}
- Sendtner, O. Vegetationsverhältnisse Südbayerns. 1854 80 15 \mathcal{M}
- Siebold, C. Th. E. v. Ueber Parthenogenesis. Rede. 1862 70 \mathcal{J}
- Voit, E. Vergleichung von Bergkrystall-Gewichten. 1880 3 \mathcal{M}
- Wagner, Andr. Spezif. Differenzen der *Hyaena brunnea* von der *Hyaena striata*. III, 3 1842 50 \mathcal{J}
- Geograph. Verbreitung der Säugethiere. 1, 2 u. 3. IV, 1, 2 u. 3 1844, 45 u. 46. I. à 3 \mathcal{M} 80 \mathcal{J} , II. à 2 \mathcal{M} . III. à 4 \mathcal{M}
- Säugethiere Amerikas. 1, 2 u. 3. V, 1 u. 2 1847 u. 48. I. II. III. jedes à 2 \mathcal{M}
- Urweltliche Säugethier-Ueberreste aus Griechenland. V, 2 1848 2 \mathcal{M} 60 \mathcal{J}
- Foss. Ueberreste gavialart. Saurier. V, 3 1849 3 \mathcal{M} 40 \mathcal{J}
- Urweltliche Fische in d. lithogr. Schiefen. VI, 1 1850 2 \mathcal{M} 40 \mathcal{J}
- Neue Art von Ornithocephalus. VI, 1 1850 1 \mathcal{M} 60 \mathcal{J}
- Urweltliche Säugethiere in den Höhlen von Muggendorf. VI, 1 1850 1 \mathcal{M} 50 \mathcal{J}
- Ichthyosaurus im süddeutschen Lias. VI, 2 1851 1 \mathcal{M} 40 \mathcal{J}
- Neu aufgefundene Saurier-Ueberreste a. d. lithograph. Schiefen. VI, 3 1852 2 \mathcal{M} 40 \mathcal{J}
- Beschreib. einer fossilen Schildkröte v. Kelheim. VII, 1 1853 90 \mathcal{J}
- Fossile Säugethier-Ueberreste v. Pikermi. VIII, 1 1857 3 \mathcal{M} 70 \mathcal{J}
- Urweltliche Fauna des lithogr. Schiefers. 1 u. 2. VIII, 2 u. IX, 1 1858 u. 61. I. à 2 \mathcal{M} 80 \mathcal{J} , II. à 2 \mathcal{M} 20 \mathcal{J}
- Fossile Ueberreste von nackten Dintenfischen. VIII, 3 1860 2 \mathcal{M}
- Monographie der fossilen Fische a. d. lithogr. Schiefen. 1 u. 2 IX, 2 u. 3 1861 u. 63. I. à 2 \mathcal{M} 70 \mathcal{J} , II. à 3 \mathcal{M} 60 \mathcal{J}
- Weinschenk, Ernst. Beiträge zur Petrographie der östl. Zentralalpen. XVIII, 3 1894 I. Abtlg. 3 \mathcal{M} , II. Abtlg. 1 \mathcal{M} 50 \mathcal{J}
- Zur Kenntnis der Graphitlagerstätten. XIX, 2 1897 3 \mathcal{M}
- Zittel, Karl Alfr. Denkschrift auf Christ. Erich Herm. v. Meyer. 1870 1 \mathcal{M} 40 \mathcal{J}
- Ueber *Coeloptychium*. XII, 3 1876 3 \mathcal{M} 70 \mathcal{J}
- Studien über fossile Spongien. 1, 2 u. 3. XIII, 1 u. 2 1877 u. 78. I. à 1 \mathcal{M} 80 \mathcal{J} , II. à 5 \mathcal{M} , III. à 2 \mathcal{M}
- Geolog. Bau der libyschen Wüste. Rede. 1880 2 \mathcal{M} 40 \mathcal{J}
- Rückblick auf die Gründung u. die Entwicklung der k. b. Akademie der Wissenschaften im XIX. Jahrh. Rede. 1899 80 \mathcal{J}
- * — Die Räuberhöhle im Schelmengraben. 1872 S. 28.
- * — Ueber Gletschererscheinungen in der bayer. Hochebene. 1874 S. 252.
- * — Ueber *Plicatocrinus*. 1881 S. 105.