

Über Naturbrücken und verwandte Formen mit spezieller Berücksichtigung der Schweiz

Autor(en): **Früh, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **46 (1905)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-834924>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

XIV.

Über Naturbrücken und verwandte Formen mit spezieller Berücksichtigung der Schweiz.

Ein Beitrag zur Landeskunde, mit 6 Fig. und 4 Tafeln.

Von **J. Früh**, Zürich.

Naturbrücken sind Gebilde, welche auf Grenzgebieten verschiedener exogener Umformungen der Erdoberfläche, daher zerstreut und häufig unklar behandelt sind. Am verbreitetsten ist ihre Unterordnung unter „Höhlungen“. Um die schweizerischen Vorkommnisse richtig einreihen zu können, versuchen wir in den folgenden Zeilen eine zusammenfassende Darstellung mit Einschluss der verschiedenen Entwicklungsformen und unter Hinweis typischer Abbildungen und Besprechungen in der morphologischen Literatur. Vor allem müssen wir uns über den Begriff „Brücke“ klar machen. Brücke bedeutet Pfad, Weg, Landweg. Die Brücke ist ein Stück Weg quer über ein Verkehrshindernis, eine Wegführung, ein Viadukt. Das Hindernis besteht entweder in plötzlicher Verkleinerung der Kohärenz des Substrates oder im Auftreten einer meist linearen Hohlform, welche den Weg abschneidet. Oder endlich entstehen Brücken durch Subtraktion eines Teiles des Substrates, als unterhöhlte Wege mit dem Prozess der Unterhöhlung. Darnach können wir überhaupt drei verschiedene Gruppen unterscheiden:

Erste Gruppe:

Brücken bedingt durch lokale Verminderung der Bodencohärenz.

Naturgemäss umfasst sie in der Regel nur künstliche, anthropogene Gebilde. Feinführend hat der Mensch zwischen „Härti“, dem Mineralboden einerseits und dem weichen Moorboden, Schlamm Boden, dem zerbrochenen Boden („Bruch“, Rutschgebiet) anderseits unterschieden. Ein durch Sumpfland fliessender und lateral aufschüttender Bach bildet natürliche, harte Wege. Die „Isbrugg“ der Schattenseite ist besser als die aufgetaute Strasse der Sonnenseite. Moore erfordern Knüppelwege (*Früh* und *Schröter*, Moore der Schweiz, 1904). Pferde mit breiten Moorschuh, Jäger mit kanadischen Schneeschuh tragen gleichsam Brücken mit sich etc.

Zweite Gruppe:

Brücken bedingt durch (meist lineare) Hohlformen (Thäler).

Zieht man die einfachsten Verkehrsmittel in Betracht, so lassen sich a priori folgende Fälle der Wegsamkeit unterscheiden:

Ohne Überbrückung:

- 1) Hohlformen oben oder in der zugänglichen Tiefe eng, kein absolutes Hindernis, durch einen Sprung zu nehmen, wie die zahlreichen Gräben in Holland mittelst Sprungstock übersetzt werden. Daran erinnern die vielen „Hirschensprung“ (top. Atlas 225), „Pfaffensprung“, viele „Pas“ französischer Gebiete, wie P. de l'Ase in der Causse noire. Hieher gehört der in der landeskundlichen Literatur

vielfach erwähnte „Sprung“ unterhalb der Ruine „Urstein“ und wenige Meter oberhalb der Mündung des Stösselbaches in die Urnäsch, eine 1,5 m breite, mit Erosionskesseln geschmückte Enge zwischen Nagelfluhfelsen, die einst zum Übergang benutzt wurde. (Top. Atlas 219; vgl. *G. Meyer v. Knonau*, Erdkunde der schweizerischen Eidgenossenschaft, I, 1838, S. 521.)

2. Hohlform breit, von den Seiten zugänglich und mit nicht zu grossen Amplituden des die Sohle einnehmenden Flusses. Bett in Engen zerlegt, d. h. in eine Serie von Sprüngen:

α) durch künstliche Steinreihe, an ein verbreitetes Mittel älterer Zeiten erinnernd, häufig in japanischen Parklandschaften verwertet und als Analogon in den bekannten Plattenwegen der Mergel- und Schieferregionen unseres Landes (verminderte Cohärenz der Unterlage!) reichlich vertreten. Sie erinnert an die drei im Niveau der Trottoirs und quer durch die gepflasterte Strasse in Pompeji gelegten Lavablöcke (massige Winterregen!), z. B. Strada della Abbondanzia, die „Gantara“ genannten Zeugenlandschaften mit schmalen Tälern der algerischen Sahara (el Kantara = die Brücke) und die Vorstellung, welche mit Giant Causeway der irischen See und der Adamsbrücke bei Ceylon verbunden wird.

β) Als eine Art vieljochiger Naturbrücke kann eine durch Absturz entstandene Steinreihe oder ein Blockmeer in einem Tale dienen, z. B. der naturkräftige „Sihlsprung“ zwischen Menzingen und Hirzel (Top. Atlas, Bl. 191) mit

Blöcken löcheriger Nagelfluh, der Chaos du Pas de Soucy im Cañon des Tarn („Les Cévennes“, siehe unten S. 364). Hieher sind die *Nadis* in Chile und die *Stricteta* der nordhemisphärischen Sümpfe zu zählen, deren Horste phytogene „Gantara“ darstellen (*Früh* und *Schröter*, l. c.).

Mit Überbrückung:

1. Wegverlängerung quer zur linearen Hohlform, über derselben schwebend, hängend, eine Brücke im engeren Sinne: eigentliche Naturbrücke.
2. Die Sohle der Hohlform selbst ist Weg, Verkehr unter, statt über und mittelst des Naturgebildes. Dann werden die genetisch übrigens gleichen Typen Felsentore, Felsentunnels etc. genannt.

Im übrigen zerfallen sämtliche Formen wieder in zwei Hauptabteilungen:

- A. Lokale Überdeckung von Erosionstälern (oder Erdspalten): Tendenz zur Bildung von Höhlungen, Tal primär! (Eingebaute oder imponierte Kleinformen).
- B. Lokale Deckenreste von Höhlungen, vorherrschend unvollendete Einsturztäler: Tendenz zur Zerstörung von Höhlungen, Tal sekundär!

A. Eingebaute oder imponierte Naturbrücken etc.

- I. Durch meteorische Aufschüttung: Schneebrücken über Bergschründe, Eissinter etc.
- II. Vulkanische Aufschüttung, speziell über Trockentälchen.
- III. Durch grössere Absturzmaterialien, Fels und Eis, in Gebieten mit kräftiger mechanischer

Verwitterung wie in den Hochgebirgen; häufige, wenn auch nicht selten nur temporäre Gebilde.

a) Lokale (punktförmige) Aufschüttung, ein Keilverschluss der relativ engen Hohlform. Hieher sind beispielsweise zu zählen: das Felsentor im Uttenwalder Grund (*S. Ruge*, Dresden und die sächsische Schweiz 1903, in *Scobel*, Land und Leute, XVI, S. 104/115, Fig. 106; „Überdachungshöhlen“ nach *B. Schwalbe*, Grundriss der Min. und Geol., 1903, S. 695). Ferner:

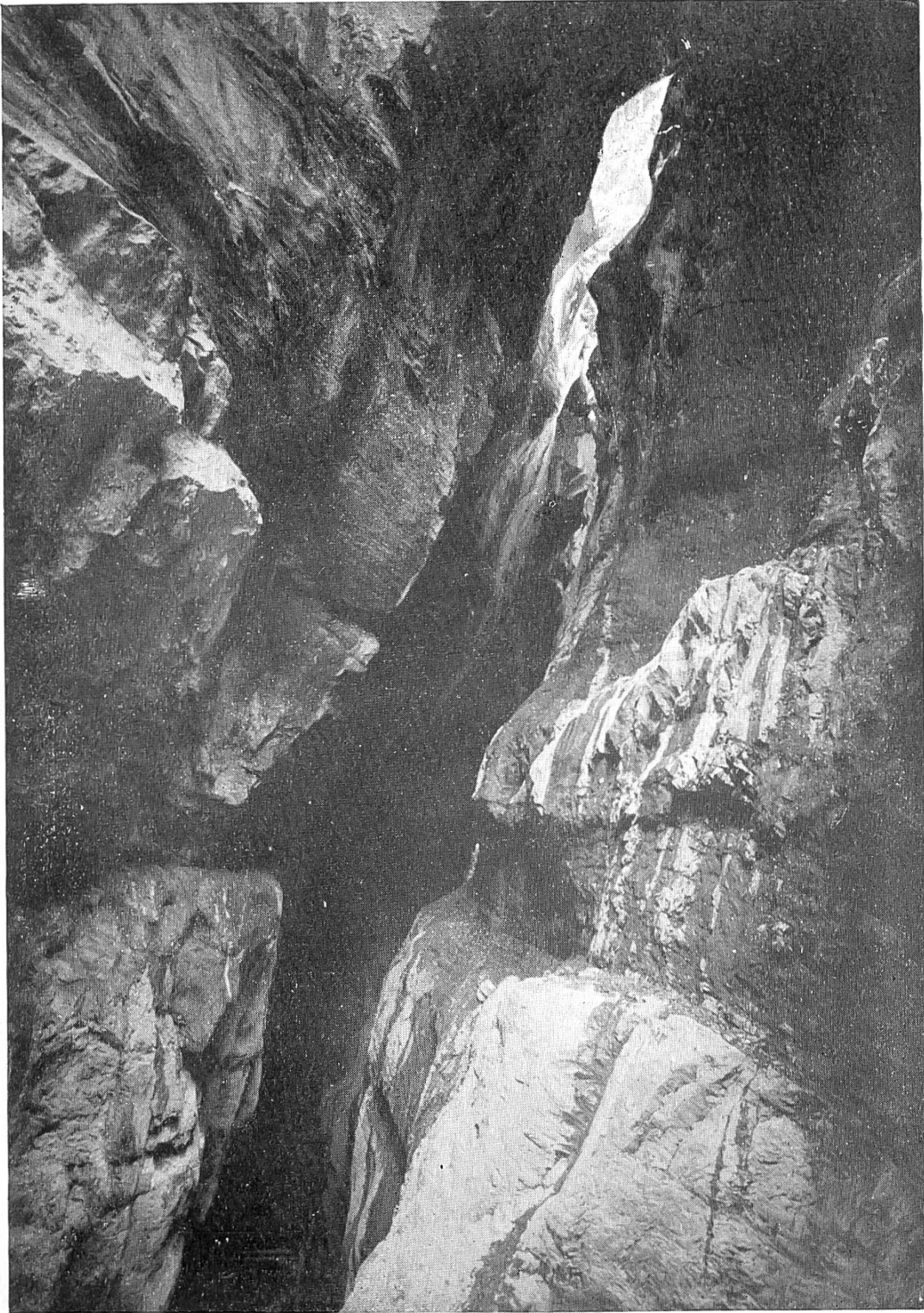
1. die mehr als 60 m hohe Naturbrücke hinter dem Bad Pfäfers im Taminatal in eocänem Kalkschiefer (Top. Atlas, Bl. 402), an deren Böschungen mächtige Buchen wurzeln. Sie verbindet Valens mit Pfäfers und gewährt einen Blick in die obersten Teile der spaltenähnlichen Erosionsschlucht. (Sieh. Taf.).

Weder *J. Scheuchzers* „Naturgeschichte“, noch dessen Schweizerkarte (1712), noch *C. Fäsers* Erdbeschreibung (1766), noch *G. Walters* Schweizergeographie mit Karte der fürstlich-äbtischen Besitzungen vom Jahr 1768, noch Atlas *Daniel Meyer* (gez. von Weiss, Nr. 8, 1798) erwähnen diese eindrucksvolle Stelle (unsere Fig. 1, südlich „Pfäversbad“).

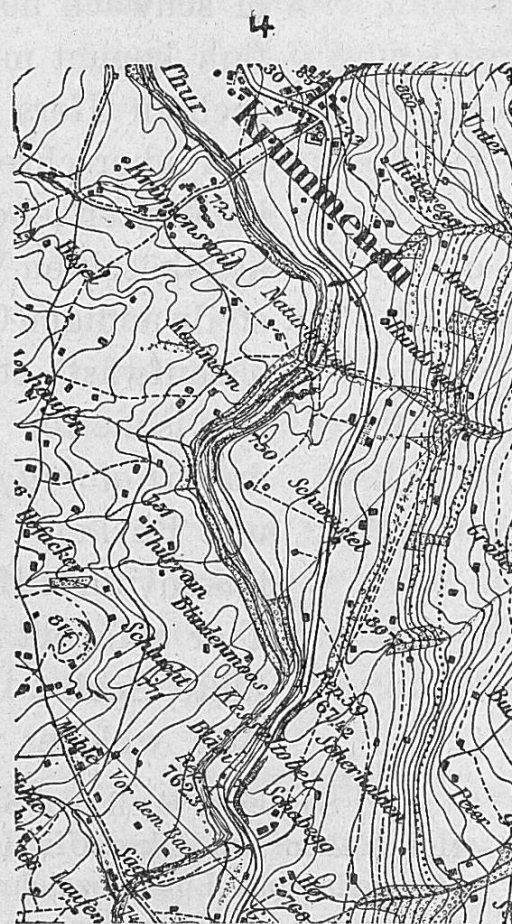
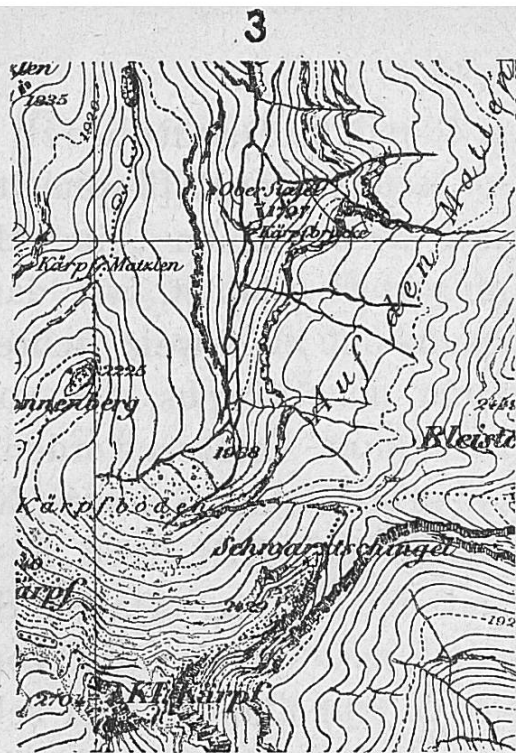
2. Nach *H. Schardt* (briefliche Mitteilungen) bildet ein in die Malmschichten der Gorges de l'Areuse (Kt. Neuenburg) eingeklemmter erratischer Protoginblock eine entsprechende Brücke am Saut de Brot, die bei Hochwasser überflutet ist.



Postglaziale Erosionsschlucht der Tamina bei Pfäfers mit abgestürztem Kalkschieferblock oberhalb der „Naturbrücke“ als Beginn einer natürlichen Überbrückung durch Keilverschluss.
(Aufnahme Gebr. Simon.)



Aufnahme der Naturbrücke bei Pfäfers aus der Taminaschlucht mittelst Leitern etwas unterhalb der Quellplattform. Verschluss. (Aufnahme Gebr. Simon.)



Aus dem top. Atlas mit Bewilligung der Schweiz. Landestopographie. 1. Bl. 402, Ausgabe 1898 in 1 : 50,000. 2. Bl. 385 bis (1899) in 1 : 25,000. 3. Bl. 401 (1874) in 1 : 50,000. 4. Bl. 236 (1900) in 1 : 25,000.

3. Das Rebloch bei Schangnau im Emmental*) [Top. Atlas, 385^{bis}, Fig. 2] ist nicht durch einen „eingeklemmten Nagelfluhblock“ gebildet, wie das geographische Lexikon der Schweiz schreibt, sondern ein besonderer Typus, der von *F. Kaufmann* richtig aufgefasst worden ist (Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, XXIV. Lief., Text zu Duf. geol. XIII, 1886, S. 459—460 und Atlas, Taf. XXI, Fig. 11). Die Situation ergibt sich aus Fig. 5. Etwa 850 m vom südlichen Eingang des 4 km langen und schauerlichen Cañon der Emme in schwach nördlich fallender bunter Nagelfluh kommt man von den steilen Halden des rechten Ufers zu einem „Gätterli“ in 876 m und überschreitet einen kaum 1 m breiten, im Winter lebensgefährlichen und beidseitig abgeböschten Weg, nach oben und unten den steilwandigen Cañon in der Tiefe von 35—40 m. Talaufwärts steht an der rechten Uferwand ein isolierter hoher Nagelfluhfels, begrünt durch *Calamagrostis* und andere Gräser, Farne und Buchen. Wenige Schritte aufwärts am linken Ufer trifft man eine zweite kleine Brücke über eine mit Schutt mehr oder weniger erfüllte Spalte. Das von *Kaufmann* gebotene Bild, welches wir in Fig. 5 reproduzieren, ist

*) So heisst auch der Südeingang zur Schlucht, nach dem Hof „Reben“ am linken Ufer (lat. rivus = Ufer, „Port“ und „Loch“ als wiederholte Lokalbezeichnung der cañonartigen Talabschnitte der Emme; vgl. Personennamen „Reber“ und gleichlautender Hof auf dem linken Ufer hinter Schangnau). Die Schlucht ist wegen Steinschlag nicht ungefährlich!

treu. Vom linken Ufer hat sich ein über 35 m hoher Fels abgetrennt und zum „Schluss“ an die Wand des rechten Ufers gelehnt. Der keilförmige, nach oben geöffnete Hohlraum ist dann mit Schutt teilweise erfüllt und künstlich ausgeebnet worden. Der Cañon muss postglazial und die Schuttdecke kann kein primäres, glaziales Gebilde sein (cf. Karte bei

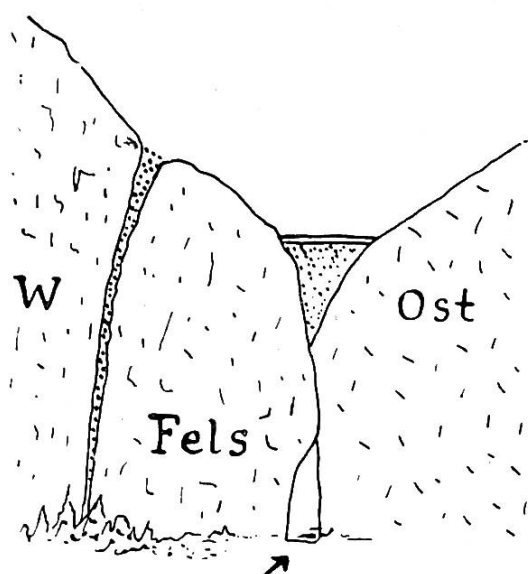


Fig. 5.

Profil der Naturbrücke Rebloch bei Schangnau nach Kaufmann.

F. Antenen, Emmengletscher, in Mitt. d. nat. Ges. Bern, 1901). Der Name „Rebloch“ findet sich bereits in *Daniel Meyers Atlas*, Blatt 6, vom Jahr 1798.

b) Lineare Aufschüttung von Sturzmaterial: „Felsentunnels“, natürliche Galerien, z. B.:

1. Fosse del Campo, Gebirgs-Spalte im Monte Campo, 1645 m, nördlich Padua, auf 1,5 m Breite, 450 m Länge und mehr als 20 m Tiefe, galerieartig, mit Felsblöcken überwölbt (*S. Squinabol* in „La Géographie“, Paris 1903, pag. 7—8).
2. Nach der trefflichen Darstellung durch *Renavier* (Neue Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, 1855, mit Karte 1 : 20,000) ist die eigentliche „Perte du Rhône“ diejenige Talstrecke, wo der Cañon

200 bis 300 Schritt unterhalb des Entonnoir de Seyssel „auf eine Länge von 60 Schritt“ durch herabgefallene, bei Hochwasser manchmal überschwemmte Felsblöcke von oben verschlossen wird und nicht der häufig abgebildete Cañon selbst (vgl. *A. de Lapparent*, *Leçons de Géographie physique*, 2^e éd., 1898, p. 99).

IV. Durch Quellabsätze: Sinterbrücken, (Travertin) hauptsächlich in wärmeren Erdstrichen und Vulkangegenden (Geysir etc.).

- a) Ähnlich wie bei uns im Winter eine Schlucht durch beidseitige Eissinterbildungen verstopft, überwölbt werden kann, soll nach *Ph. Keller* der *Ponte naturale di Papigno*, 7 km östl. Terni, nördlich Rom, entstanden sein (Pet. Mitt., 1881, p. 329—30).
- b) Noch grossartiger war die „Stalaktitenbrücke“ (!) von *Pambuk-Kalessi* (d. h. Baumwollschloss) über einen Kanal bei Hierapolis gleich einem Alabastergewölbe. Das Unikum ist bei *P. de Tchihatchef*, Klein-Asien („Wissen der Gegenwart“, Deutsche Universal-Bibliothek, Leipzig, 1887, LXIV, S. 29) abgebildet und kopiert von *Reclus*, *la Terre*, 1870, I, S. 306; *Ule*, *die Erde*, 2. Aufl., 1892, S. 135). Die prachtvollen Sinterterrassen sind mindestens so schön als diejenigen von Hammam Meskutin, zwischen Tunis und Constantine; die Brücke soll eingestürzt sein.
- c) *Güssfeldt* erwähnt in seinen „Anden“ von Chile (1880, p. 240) zwei Sinterbrücken über die in

Konglomerate geschnittene Klamm des Rio Maipo (4 Schritte breit und 10 Schritte lang).

V. Sturzmateriale durch Sinter verfestigt. A. *Philippson* beschreibt in seinem „Peloponnes“, Berlin 1892, S. 45 ff., zwei sehr interessante Beispiele:

- a) Beim Dorf Toporista, 620 m, im nördlichen Arkadien, verschwindet ein Bach unter einem 100 m langen Tunnel, dessen Decke aus herabgestürzter Erde, Schutt, besteht, welche durch Kalksinter und Stalaktiten verkittet sind. Sie trägt Äcker, einige Bäume und einen überquerenden Weg.
- b) Im nördlichen Messenien verschwindet im Gebirge von Andritsæna der Buzi (Neda der Alten) 3 km unterhalb des Dorfes Pávlitza (dem alten Phigalia) in einer schauerlichen Schlucht unter einem natürlichen Tunnel aus durch Sinter verfestigtem Bergschutt. Beim Eintritt in den Schlund war die Kultusstätte der schwarzen Demeter. Hier trauerte die Mutter über den Verlust ihrer von Hades entführten Tochter (der Nahrung spendenden Erde wird eben die Neda entführt). Jetzt ist die Stelle durch ein Kirchlein der Mutter Gottes geweiht (Stómion tis Panagiás = Schlund der Mutter Gottes).

Nach freundlicher Mitteilung meines verehrten Kollegen möchte er den Begriff „natürliche Brücke“ auf diese Formen beschränken. Hierher gehören ferner:

- c) die von *Güssfeldt* l. c. S. 352 erwähnte Puente del Inca, 2660 m ü. M., nahe dem Bañas del Inca, 40 Schritte lang und breit, nach *Stelzner*

aus durch Sinter verfestigtem Talschutt bestehend, über dem sich allmählig eine Bank von Kalksinter lagerte.

Tauchen schon beim Anblick des Bildes von Pambuk-Kalessi in Anbetracht der Tragfähigkeit und Spaltbarkeit von Sinter etwelche Zweifel über die einheitliche Bildung solcher Sinterbrücken auf, so versteht man auch viele der nachweisbar viele Jahrhunderte alten, aus Schutt gebildeten Naturbrücken und Naturtunnels nach den sub A V beschriebenen Typen viel leichter. Typus IV dürfte nur in Kleinformen vertreten, der aus III und IV erhaltene gemischte Typus A V der verbreitetste sein. Vielleicht gehören dazu auch die von *G. Gaupillat* beschriebenen „Ponts naturels“ de l'Argens, sur le Paillou, 6 km nördlich Nizza, und der Pont-nâ-Dieu über den Siagne östl. St.Vallier (Ann. du Club alpin français, 1894, Sep. 12 p., 3 Fig.). Die Höhlenforscher zitieren dergleichen als „Sinterhöhlen, Überwölbungen, Überdeckungen“ etc. (vgl. *F. Kraus*, Höhlenkunde).

B. Lokale Deckenreste von Höhlungen, vorherrschend unvollendete Einsturztäler: Tendenz zur Vernichtung von Höhlungen, Tal sekundär.

I. Auf leicht lösliche Gesteine beschränkt (Carbonate, Sulfate) mit in der Regel söhligter Lagerung, daher von *G. Boué* Flötzkalkbrücken genannt. Es sind Begleiterscheinungen der Tiefenentwässerung mit chemischer Erosion (Korrosion), des Karstphänomens, effondrements inachevés (*E. A. Martel*, les Abîmes 542), die überwiegende Mehrzahl der in der Literatur angeführten und auf

der ganzen Erde so reich verbreiteten Naturbrücken mit mannigfachen, aber durchaus nicht immer zutreffenden Bezeichnungen, so dass man ohne eingehende Beschreibung sich zu häufig keine richtige Vorstellung machen kann. Ich zitiere nur: „Naturbrücke“ (in verschiedenen Sprachen), Arcade, Voûte, Arche naturelle, Ravin des arcs, Pont des arcs, Porte, Arco, die zahlreichen Roche percée, trouée, perforée; Roc troué, Rocher percé; die ebenso unbestimmten und in den romanischen Sprachen sehr verbreiteten Pertuis, Pertusa, Pertosa, Pertusio etc., welche dem deutschen „Loch“ entsprechen und unter anderem vielfach Grund, Hintergrund, Schlucht, Enge, Klus bedeuten. Wie auf so vielen andern Gebieten der Morphologie ist auch hier eine exakte, begriffliche Nomenklatur dringend zu wünschen. Zur Orientierung sei verwiesen auf:

- G. Boué*, über die kanalartige Form gewisser Täler (Sitzungsberichte der Wiener Akademie, math.-nat. Klasse, 1864, IV und V, 487 ff.).
- J. Cvijić*, Das Karstphänomen (Penck, Geogr. Abh., V, 3, Wien 1893).
- A. Penck*, Morphologie, II, 1894.
- F. Kraus*, Höhlenkunde, Wien, 1894.
- E. A. Martel*, les Cévennes, Paris, 1890.
- „ „ les Abîmes, Paris, 1893—94, mit Classification der ponts naturels, p. 419, 542.
- A. Grund*, die Karsthydrographie (Penck, Geogr. Abh., VII, 3, 1903).
- W. v. Knebel*, Höhlenkunde mit Berücksichtigung der Karstphänomene („Die Wissenschaft“, Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien, Heft 15, Braunschweig, 1906).

Reich illustriert sind die Werke von *Kraus* und *Martel*; des letztern „Abîmes“ darf auch hier

als ein klassisches und einziges Werk seiner Art wärmstens empfohlen werden.

Felsentunnels erreichen oft bedeutende Längen, beispielsweise der „Bramabiau“ (Département Gard, 8 km südöstlich Meyrin) 75—80 m („Cévennes“ 166), der Nam-Hin-Boun, linker Zufluss des Mekong in Hinterindien, 4 km (schiffbar, 40—50 m breit, 20 m hoch; „Abîmes“, p. 542). Eines der schönsten Beispiele für Brückenbildung zeigt das Einsturztal des Rummel bei Constantine (s. Stadtplan in Piesse, Algérie et Tunisie und Feuille Constantine 1:50,000, Nr. 73 der alg. Karte). Hieher gehören als schweizerische Beispiele:

- a) Die sogenannte *Naturbrücke* im Hintergrund des *Hölltobels* im Kanton Schwyz (Top. Atlas, Bl. 399) ist nach *P. Egli* (Beitrag zur Kenntnis der Höhlen in der Schweiz, Vierteljahrschrift der nat. Gesellschaft Zürich, XLIX, 1905, S. 296) ein anstehender Schrätenkalkklotz von etwa 4 m Länge und Dicke, schräg über das Tobel liegend, auf der Oberfläche mit Moosen und Bäumen bedeckt. „Es ist dies offenbar ein stehengebliebener Rest der einstigen Überdachung der ausgewaschenen Schlucht; oberhalb und unterhalb dieser Stelle ist das Dach eingestürzt.“
- b) Das oft erwähnte *Felsentor der Pierre Pertuis*, Gemeinde Tavannes, Kanton Bern (Top. Atlas, Bl. 119), 803 m ü. M., 14 m hoch, 8 m breit, innerhalb des Nordschenkels des Montozgewölbes (Kimmeridgekalke, unterer Malm), dessen Nordfallen auf den verbreiteten An-

sichten von Süden zur Darstellung kommt. Es ist ein Stück eines eiszeitlich tätigen, höheren und verlassenen Flusslaufes. Das Gewässer hat sich in die Tiefe verloren, um etwa 200 m vom Südeingange bei der „Mühle“ teilweise als Source de la Birse aufzutreten. Die Römer, an welche eine Inschrift auf der Nordseite erinnert, benützten den Durchgang; ihre Strasse ist lokal mit Kies bedeckt und abgesprengt (vgl. *L. Rollier, Matériaux pour la carte géologique de la Suisse, 8^e Livraison, 1^{er} Suppl., 1893, p. 100*).

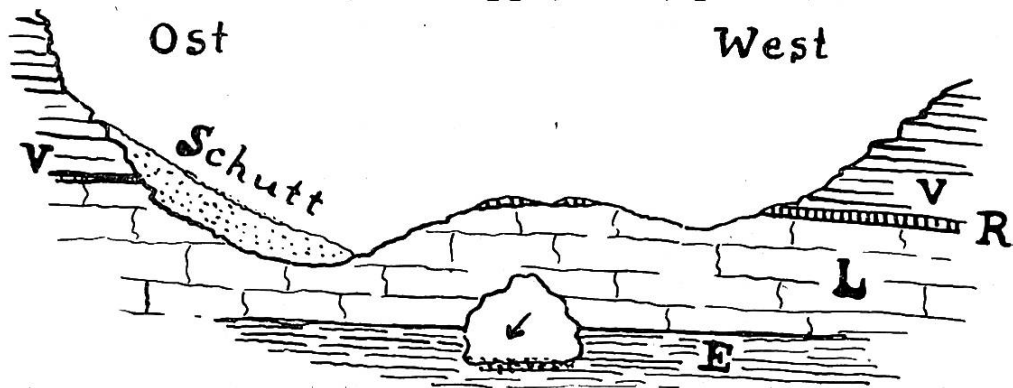


Fig. 6.

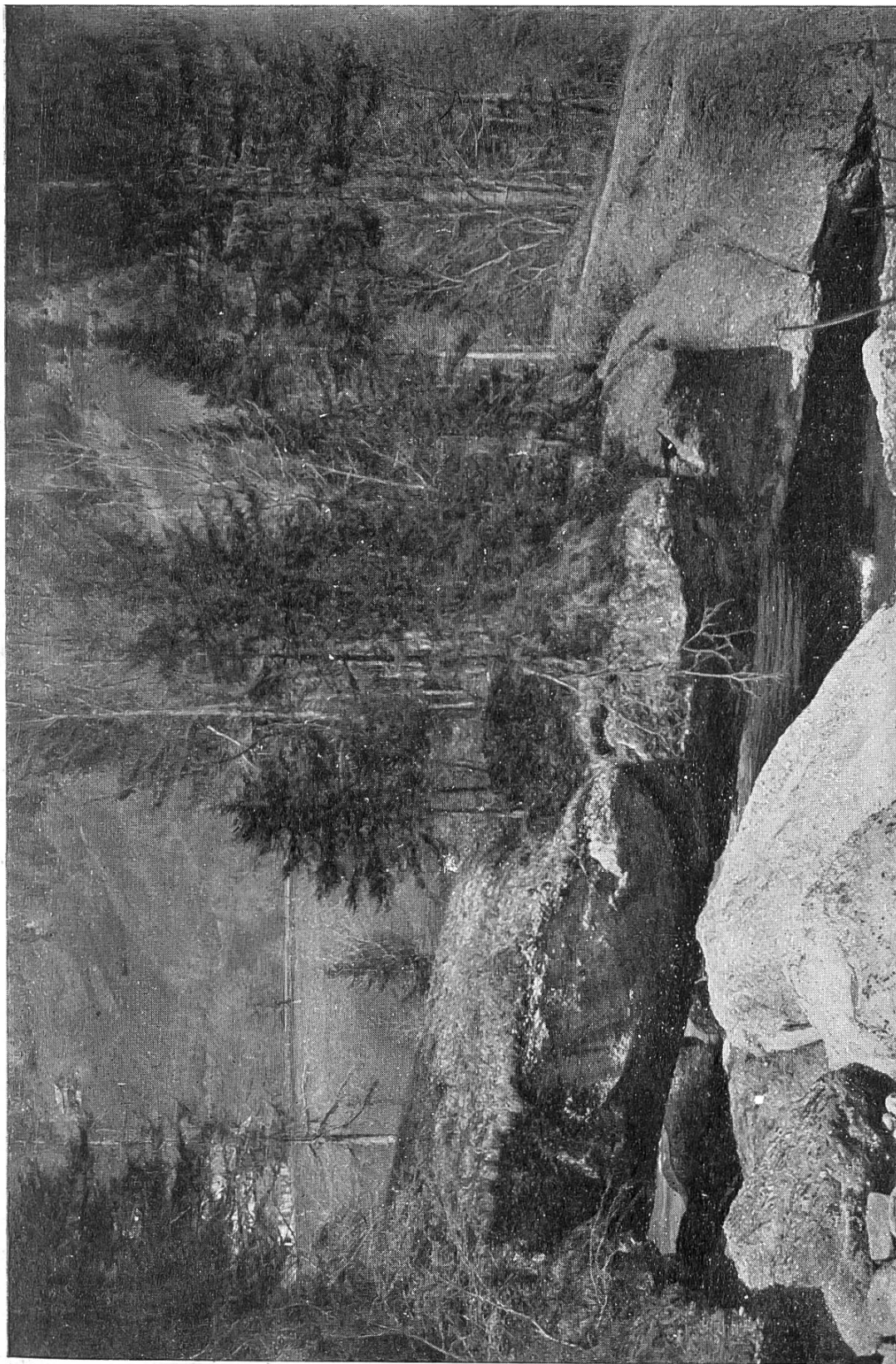
Schematisches Querprofil durch die Kärfpbrücke von J. Oberholzer.

V = Verrucano. R = Röthidolomit. L = Lochseitenkalk. E = eocäner Flysch.

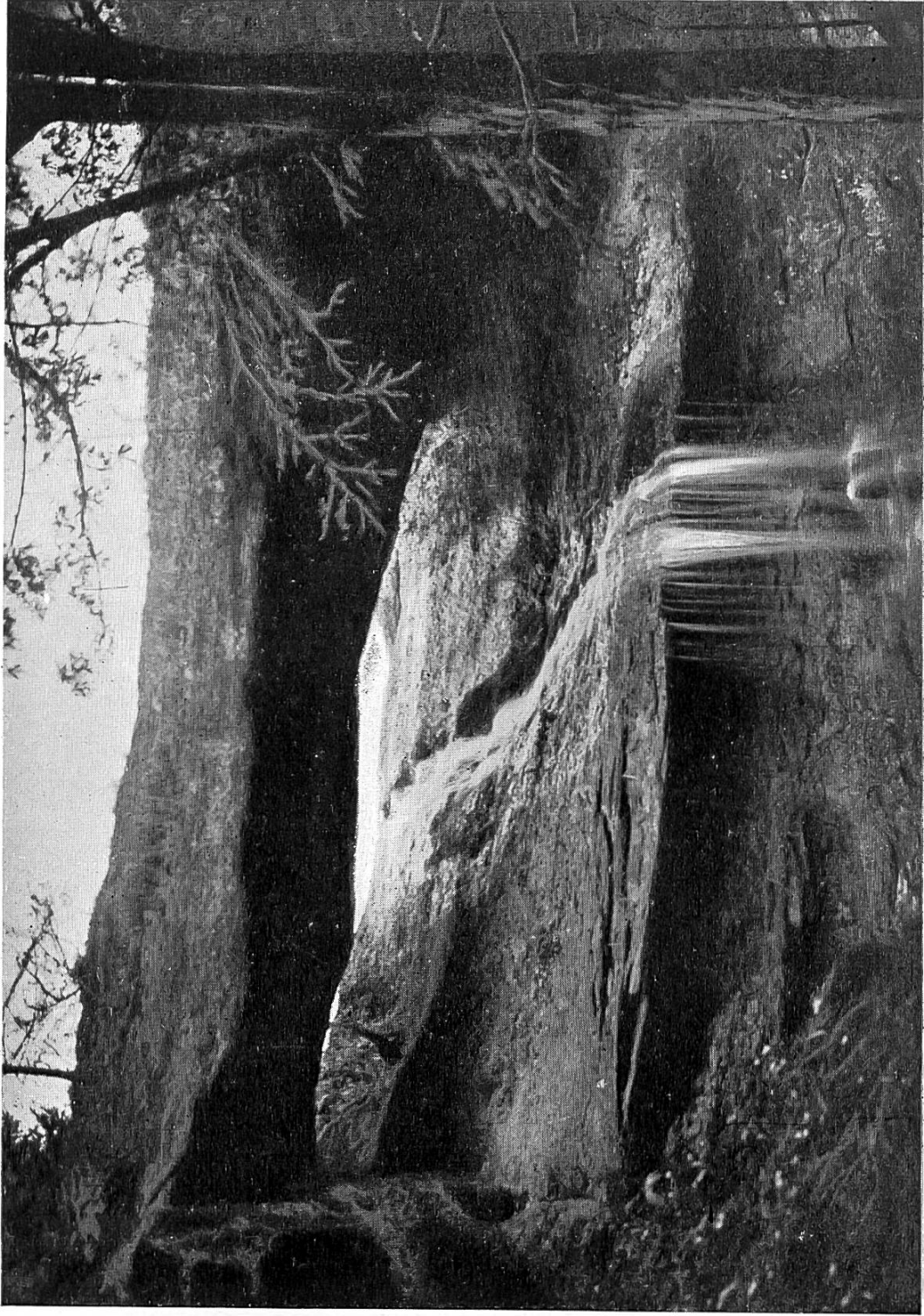
- c) Die Kärfpbrücke, „eine natürliche Felsenbrücke“ im oberen Stafel der Niederen Alp auf der Nordseite des Kärfpstocks im Kanton Glarus, 1800 m ü. M. („Gemälde der Schweiz“, VII., der Kanton Glarus, S. 638; Top. Atlas, Bl. 401, unsere Fig. 3 und 6). Nach Duf. geol. XIV (*A. Heim*) und Top. Atlas, Bl. 401, hat sich der Niedernbach durch die Verrucanodecke der Nordseite der „Glarner Doppelfalte“ auf den Lochseitenkalk bis zum Flysch, als dem tiefst liegenden, eingeschnitten. Fig. 6, welche ich samt Erläute-

rungen dem tüchtigen Kenner des Linthgebietes, Herrn *J. Oberholzer* in Glarus, zu verdanken habe, zeigt, dass stellenweise noch Verrucano-Trias-Reste auf der Brücke erhalten sind. Das Ganze ist ein über 20 m langer, überall 2 m breiter, meist 3—4 m hoher Tunnel, dessen 7—10 m starke Decke aus Lochseitenkalk besteht. Das Lumen liegt zum teil in Flysch. Offenbar ist der Fluss allmählig von Süden her durch die unzähligen tektonischen Klüfte des Kalks eingedrungen, erzeugte dort Sickerkanäle bis auf den Flysch und gestattete schliesslich der mechanischen Erosion volle Tätigkeit. Bleibt die Tragfähigkeit der Kalkdecke hinreichend erhalten, so wird die Brückenöffnung relativ immer höher zu liegen kommen.

Das ist mit eine Ursache für die ausserordentliche Höhe von mehr als 50 m für die grösste Naturbrücke Frankreichs, den über die Ardèche bei Ruoms gespannten und imposanten *Pont d'Arc* (Abb.: *Reclus*, Géogr. universelle, V, 227; *Martel*, les Cévennes, 291; vgl. *Penck*, Morph., II, 73). Er besteht aus wagrechten cretacischen Kalkbänken und stellt den perforierten Isthmus einer fast geschlossenen Serpentine dar. Sobald ein beträchtlicher Teil des Flusses den direkten Abfluss gefunden, begann sich die Serpentine in Altwasser zu verwandeln, während der direkte mit vermehrtem Gefälle vertiefend und erweiternd arbeiten konnte. Das Abbröckeln vom Bogen unterstützte die ganze Arbeit.



Naturbrücke über die Thur bei Krummenau; Blick flussabwärts. (Aufnahme J. B. Lichtensteiger.)



Natubrücke beim Martinsbrünneli NW Rapperswil. (Aufnahme Verkehrsverein Rapperswil.)

- II. Eine direkte Perforation eines dammartig gegen einen Fluss gestellten Hindernisses stellen unsere Lawenbrücken dar.
- III. Hier müssen, wenn auch unter vielfach anderen Bedingungen entstanden, folgende Naturbrücken angereicht werden:
- a) Die Naturbrücke bei Krummenau im Toggenburg. Die Thur zeigt zahlreiche Stellen der Vertiefung in Form von Schluchten, Stromschnellen, Wasserfällen, Erosionskesseln. Zwischen Neu St. Johann und Krummenau enthält der top. Atlas Blatt 236 längs des Flusses die Namen „Kesseltobel“, „Schlucht“, „Kammern“; auf etwa 1,5 km hat sich derselbe nacheiszeitlich 40—50 m in den tiefsten Teil des rundbuckligen glazialen Talbodens eingeschnitten, welcher auf dem rechten Ufer die Landstrasse, auf dem linken die alten Wege über Hofackern und Kammern trägt (750—800 m). Es besteht die erwähnte Strecke aus einem Wechsel von Süd fallenden Mergeln, mergeligen Sandsteinen und markanten, einige Meter mächtigen Bänken einer an kristallinen Gesteinen armen Nagelfluh, die beinahe so fest ist wie Kalknagelfluh. Landschaftlich fällt speziell auf dem rechten Ufer auf, dass die kleinen Verwitterungsterrassen sehr flach verlaufen, so dass steile Böschungen markierende Waldstreifen fast wie künstliche Hecken erscheinen. Das ist der Ausdruck der Lagerung. Die Schichten streichen im allgemeinen WSW—ENE. Während sie aber seitlich auf den Höhen ziemlich steil südlich fallen, noch im Tale bei

Trempel nördlich Krummenau und bei Neu St. Johann mit 20° S oder SSE, reduziert sich der korrespondierende Neigungswinkel bei der „Naturbrücke“ auf $10\text{--}11^{\circ}$, etwa 70 m südlicher auf 10° , ebenso südlich Kammern und den Mergelbänken Schabegg. *A. Gutzwiller* (Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, Lief. XIV, 1. Abt., S. 64, ferner Taf. I und Dufour IX) konstatierte sogar eine Verflächung auf 5° !

Mit diesen Lagerungsverhältnissen und der Zerklüftung der Nagelfluh hängt die Form der einzelnen Talabschnitte und die Bildung der „Naturbrücke“, des „Sprungs“ (*J. C. Fäsi*, Staats- und Erdbeschreibung der ganzen helv. Eidg., 1766, III, 640) zusammen. Die oben abgegrenzte Talstrecke besteht aus Quer- und mehr oder weniger scharf ausgeprägten Diagonal- bis Isoklinaltälern. Letztere korrespondieren mit „Kesseltobel“, „Schlucht“, „Kammern“. Die Naturbrücke ist die lokal unterspülte höhere Sohle eines Isoklinaltales. Auf Tafel III sehen wir von Süden und in der Fallrichtung vom linken zum rechten Ufer eine mehrfach durch Längsbrüche gestörte, 3,5 m dicke Nagelfluhbank von etwa 30 m Länge (Fallrichtung!) und 15 m Breite, kaum mannshoch über die Thur gespannt. Liegendes und Hangendes waren mergelige Sandsteine und Mergel. Jenes ist lokal ausgespült, findet sich im Thurbett und als Basis des linken Widerlagers; dieses ist in dem superponierten und nur bei Hochwasser benützten Isoklinaltal des rechten Ufers von

Schutt verhüllt, das wesentlich von Sturzmaterial einer höheren Nagelfluhbank stammt.

Die Brücke war einst sehr wahrscheinlich grösser, ein Tunnel. Links ist das Ufer von Einsturzmaterial in Form grosser Nagelfluhblöcke über anstehendem Mergel bedeckt (Vordergrund Tafel III), rechts (und südlich der Brücke) steht die eintauchende Nagelfluh noch an mit 1—3 m langen und bis 0,9 m breiten, zum Teil durch Erosion erweiterten Klüften. Parallel zum Fluss treten hier und auf dem südöstlichen Brückenkopfe durch Klüfte eingeleitete Erosionsfurchen, bis 10 und 12 m lange und bis 1,5 m tiefe, sowie zahlreiche elliptische Erosionsschüsseln und Erosionskessel auf.

Auf etwa 130 m flussaufwärts kommen fünf niedrigere Stromschnellen über Mergelbänke. Man steht vor einer herrlichen Enge unterhalb „Kammern“. Linkes Ufer mergeliger Sandstein mit einem Blockmeer von Nagelfluh, dem zerstörten Hangenden; rechtes Ufer (gegen Punkt 750) unterspülte Nagelfluh mit Sandstein im Hangenden. Diese Nagelfluh bildet eine Platte voll longitudinaler, mit dem Fluss paralleler Erosionsfurchen von 3—4 m Länge und Erosionsschüsseln von 1—12 m Länge. Vorübergehend mag hier eine Naturbrücke gewesen sein.

Diese und viele andere Detailerscheinungen, die wir übergehen, geben den Schlüssel zum Verständnis der Entstehungsweise der Brücken.

Die Nagelfluhbänke vertreten hier Bänke einer Kalklandschaft. Der Fluss verliert sich

örtlich auf Spalten in die Tiefe bis zur Mergelbank. Allein statt chemisch, arbeitet sein Wasser samt Geschiebe mechanisch. Mergel wird ausgewaschen und es kann die lokale Festigkeit der deckenden Nagelfluh zu einer niedern Galerie führen; wieder kommt der Fluss auf Nagelfluh, folgt den Klüften, vor allem den Längsklüften, gräbt dort Furchen und Schüsseln aus, sinkt wieder tiefer bis auf eine neue Sandstein- und Mergelbank u. s. f. Die Galerien stürzen allmähig ein, Reste erscheinen als Naturbrücken, die betreffende Talstrecke ist stellenweise ein Einsturztal gleich demjenigen in Karstlandschaften. Blockmeere verraten die ehemaligen Widerlager.

Die Naturbrücke von Krummenau ist das Überlebende mehrerer ehemaliger Gebilde, genetisch nur eine spezielle Phase der Talbildung unter ganz eigentümlichen geognostischen Bedingungen. Weshalb aber nur in einzelnen Punkten derartige Formen auftreten, entzieht sich der Beurteilung; zeitlich grösserer und obstruierender Geschiebetransport mag mit den Schwankungen der Wassermenge und der lokalen Durchklüftung massgebend gewesen sein ¹⁾.

Im „Kesseltobel“ ist man bereits bei der Umbiegung „Bläsi“ (linkes Ufer) auf Nagelfluh mit alten Furchen und Halbkesseln, gelangt

¹⁾ Obschon in der Mitte der Brücke eine Erosionsstelle von Hochwasser zu beobachten ist, findet letzteres ein ausreichendes Abflussprofil in dem Isoklinaltal rechts der Brücke. Nach *Fäsi* l. c. sind an Pfingsten 1764 sämtliche Thurbrücken bis Lichtensteig „entweder gänzlich weggeschwemmt oder aber sehr beschädigt worden“.

dann zu 2 bis 3 m hohen Stromschnellen und beim Stadel „Blindenmoos“ zum eigentlichen „Kesseltobel“, einer Enge von kaum 1 m, einer Sturzhöhe von 4,5 m und Erosionskesseln von mehr als 1 m Durchmesser in Nagelfluh.

Nicht weniger malerisch ist die Flusstrecke unterhalb der Naturbrücke: Zuerst eine ruhige, 18 m breite „Waag“ oberhalb einer Sandsteinrippe, dann 3,5 m breite Stromschnelle mit der von links eintauchenden, rechts von Sandstein bedeckten Nagelfluhbank. Scharfe Hochwassergrenze zwischen dem geschliffenen Flussbett und der subaerisch absplitternden höhern Talseite. So weit hinauf Geschiebe transportiert werden, so weit treten Furchen, Schüsseln, Töpfe auf. Letztere erst klein, 10 cm breit und tief, fein geglättet, häufig voll Geschiebe, gruppiert und dann mit durchbrochenen Wänden, werden allmähig mit dem Gefälle grösser. Das Wasser erscheint schwarz und doch sind die Geschiebe hell. Das Kolorit geben zwei Moosarten: *Cinclidotus aquaticus* B. S. und *Rhynchostegium rusciforme* Br. et Sch., die man auch im Kesseltobel findet. Allmähig verraten zunehmendes Getöse und der von der Oktobersonne 12^{1/2} p. erzeugte Regenbogen die Nähe des Sturzes, welcher auf dem rechten Ufer bei der Mündung des Hundsbaches eine Turbine treibt. Weiss glänzen die geschliffenen Nagelfluhfelsen und eine musterhafte Gruppe von nicht ganz ungefährlich zu besuchenden Kesseln von mehr als 1 m Tiefe und Breite und durchbrochenen

Wänden geben Zeugnis von der bohrenden Vertikalerosion der Thur. Dann öffnet sich das enge „Herentobel“ mit Abbrüchen und Senkungen der linksufrigen Nagelfluhbänke, für deren Besuch ebenfalls Vorsicht zu empfehlen ist.

- b) Die Naturbrücke Martinsbrünneli südlich des Schnittes der Landstrasse Rüti-Rapperswil mit der Kantonsgrenze, im Kanton St. Gallen (Top. Atlas, Blatt 229, Tafel IV) innerhalb der grossen, glazial abgeschliffenen und gerippten Terrasse von Rüti. Eine dieser etwa 8° NW fallenden Rippen bildet den aus „Appenzellergranit“ bestehenden Hüllestein (*Gutzwiller*, l. c., 29—40; *Früh*, Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz in Denkschriften der schweiz. nat. Gesellschaft, XXX, 1888, S. 78—79). In Wirklichkeit handelt es sich um einen Komplex abwechselnder Bänke von Nagelfluh, Süsswasserkalken, mergeligen Sandsteinen und Mergel. Noch 1897 konnte ich in einer oberen Partie, in welcher der geschätzte Baustein SW Cote 476 gebrochen wird, folgendes Profil von oben nach unten konstatieren:

1,5 m Mergelkalk

3—3,5 m feinkörnige Kalk-Dolomit-Nagelfluh

2—2,5 m Süsswasserkalk mit *Chamærops helvetica* Heer.

Im Jahr 1904 traf ich an gleicher Stelle über mergeligem Kalk als Sohle 5 m Nagelfluh, direkt zu Tage tretend oder mit wenig Schutt bedeckt, vertikal zerklüftet, längs der Klüfte karrig angefressen und ca. 80 m SW Haus 476 m auf

6—9 m deutlich geschrammt (hier ohne wesentliche Decke). Westlich des Quersträsschens zu den Höfen „Hüllestein“ ist Kalkmergel stark entwickelt mit Moränedecke. Nach Westen, am Bächlein zwischen den Wörtern „Maiacker“ und „Hüllestein“ der Karte ist die Nagelfluh noch etwa 1 m dick. Auf einer Längskluft hat sich das Wasser in die Tiefe auf die dicke Mergelbank im Liegenden der Nagelfluh versenkt, rückwärts und abwärts erodierend, so dass der restierende und nach SE schauende Schichtenkopf des Konglomerates unmittelbar oberhalb des Wasserfalles als ca. 7 m lange, 1 m breite und dicke Naturbrücke erscheint, unter welcher die erweiterte karrige Kluft, der obere Taleingang, in unserem Bilde als heller Streifen erscheint. Brücke und Mergelbänke liegen im WSW—ENE-Streichen. Die vom Wasserfall benetzten Schichtenköpfe schauen nach SE. Wir verdanken die schöne Aufnahme dem Verkehrsverein Rapperswil (Anfangs Mai 1906; vgl. Zeichnung von *G. Gysin* in „Die Schweiz“, 1905).

- c) Herr Prof. *Schardt* macht mich auf eine durch Erosion gebildete Naturbrücke am Eingang des Zwischbergentales oberhalb Gondo im Kanton Wallis aufmerksam (Top. Atlas, Bl. 501). Der Zwischbergenbach, in flachlagerndem Antigoriogneiss eingeschnitten, bildet auf den Stufen zwischen den Alphütten von Stalden und der Diveria bei Gondo mehrere Wasserfälle mit tiefen Erosionskesseln. „Zwischen dem obersten

und dem zweiten Fall fließt der Bach unter einer massiven, aus ganz gesundem Fels bestehenden Brücke durch“ von 1—1,5 m Breite. Sie ist vom Wasserstaub geglättet. Bei Aufsuchung des Leichnams eines sich 1904 auf die Brücke gewagten Priesters fand man unterhalb derselben bis 15 m tiefe Strudellöcher.“

IV. Anhangsweise soll noch ein Spezifikum einer Naturbrücke angeführt werden. Vor mir liegt eine Photographie 17/23 cm aus der Wüste von Arizona (bei Adamana) mit versteinerten Wäldern von *Araucarioxylon arizonicum* Knorth innerhalb wagrechter Schichten von vulkanischem Tuff. Ein kleines Erosionstal, in dessen Windschutz sich ein Wäldchen hat ansiedeln können, hat einen 30 m langen und über 80 m dicken, quer zu ihm liegenden verkieselten Stamm frei gelegt, „the Bridge“ genannt.

Dritte Gruppe:

Naturbrücken, Felsentore, Felsenfenster als Durchlöcherung, Durchschlag schmaler Landmassen.

Das sind die eigentlichen „Pertuis“. Sie unterscheiden sich genetisch von den zwei vorausgegangenen Abteilungen in dreifacher Beziehung: Sie haben keine Hohlform zur Voraussetzung, sind unabhängig von der Gesteinsart und erscheinen als direkte Durchdringungen, Perforationen von Felsen, bald einseitig, häufiger mit opponiertem und gleichartigem, mehr oder weniger horizontalem Angriff bis zu einem Durchschlag wie in einem künstlichen Tunnel. Nach den vorherrschenden Agentien verteilen sie sich auf zwei charakteristische Gebiete:

a) Ozeanische Cliffküsten.	b) Luftmeer-Inseln und Klippen.
Agentien: 1. Brandungswelle d. Abrasion; 2. Abfuhr durch Wind- und Gezeitenwellen; 3. Verwitterung.	Agentien: 1. Verwitterung; 2. Absturz; 3. Brandung und Abfuhr durch Luftwellen.

Abrasionsküsten, Hochgebirgsformen und Rippen von Tafelländern sind darnach am reichsten an diesen Kleinformen.

A. Als Küstengebilde.

Sie beginnen mit der Bildung von Nischen, Caves, Grotten (Gloup, Glup, Kiln, Kirn auf Orkney, Shetlands), Cliffhöhlen, Untergrabungshöhlen (*Penck*, *Morph.*, II, 450) in und über dem Niveau des Meeres mit sanft landwärts ansteigender Sohle als Verlängerung der Abrasionsplatte. Um es einmal zu bemerken, möchte ich den Namen „Höhle“ auf solche blinde Einstülpungen in den Kontinentalblock beschränken und davon die „Tunnel“ oder „Durchgangshöhlen“ der Autoren trennen.

An schweizerischen Seen sind mir entsprechende Formen nicht bekannt. An Meeresküsten sind sie als Schmuck und treffliche Landmarken überaus häufig wie alle Seekarten und Segelanweisungen lehren und zwar wieder unter folgenden Bezeichnungen:

a) Naturbrücke, selten; relativ dünne Decken überspannen eine bis mehrere aufeinanderfolgende grosse Durchgänge, z. B. die auf 4 Pfeilern ruhende Felsbrücke am Kilken an der irischen Küste (Abb. *F. Kraus*, l. c., S. 91), der natural Archway am SW-Ende der South Island (South America Pilot, 4 ed., 1893, Part. I, 419), der Pont naturel von Ross in

- Irland (Abb. in Atlas Larousse illustré, p. 165), die grossartige, mit Macquis bedeckte Naturbrücke von Santa Cruz in Kalifornien etc.
- b) Sehr verbreitet sind die Felsentore, Küstentore (*Ratzel*, die Erde, I, 378—85), Arcaden, arch, arco, Portale, Pointe de la Percée, deren Namen bereits auf den Wasserweg unterhalb des häufig sehr mächtigen Bogenschlusses hinweist. Sie sind jedermann aus Abbildungen bekannt von Helgoland, der französischen, englisch-schottischen Küste (Temple arch am Horn Head in Donegal, Irland) etc. Man vergleiche *Ratzel*, l. c., S. 378 u. 385, *F. Kraus*, l. c. Die Insel Bouvet im antarktischen Meere hat ein Felsentor. Der Bäderer belehrt über Arco naturale auf Capri, bei Sorrent; die Shetlands Inseln haben an ihrer Westküste den Dore Holm, d. h. Torinsel (Abb. in Segelhandbuch der Nordsee, II, Heft 2, 2. Aufl., 1897, S. 54).
- c) Inseln können so stark durchlöchert sein, dass sie als Torinseln, perforated Islands, Portalinseln, Triumphbogen erscheinen, indem die den Durchschlag umschliessende Masse zurücktritt, z. B. Tegadon (Neu Seeland, Abb. *Sievers*, Länderkunde von Australien), die Apostelinseln im Lake superior (*Sievers*, l. c., Nordamerika, S. 203). Der Cathedral Rock bei San Diego im südlichen Kalifornien ist eine Torbogen-Insel, ebenso der perforated Rock in der Franklin Bay (*Franklin*, Sea-Exp. 237), die Capella in der Einfahrt zu Amoy, die nach einem Holländer benannte Insel Papenberg bei Nagasaki.
- d) Wie die Roche percée auf der krystallinen Belle Ile südlich Lorient als ein Felsenfenster er-

scheint, so zeigt sich auf Butt of Lewis (Insel westlich Schottland) ein noch höher gelegenes „Pertuis“ dem Schiffer als das Auge der Insel (Eye of Butt); ebenso fassten die Normannen die Öffnung des etwa in halber Höhe der 250 m hohen Insel Torghatten (nördlich Drondheim) mündenden und 290 m langen Meertunnels als das eine Auge eines Kopfes auf, dem ein breitkrämpiger Hut (hat), d. h. das Profil eines Rundhöckers aufgesetzt ist. Die ganze Insel ist zugleich ein Beweis für die Hebung oder negative Strandverschiebung (Abb. bei *S. Ruge*, Norwegen, S. 113 = Nr. 3 von *Scobel*, Land und Leute, 1899).

In Anlehnung an Schnee- und Lawinenbrücken könnte hier auf Perforationen in Eisbergen aufmerksam gemacht werden.

B. Als Landformen.

Die in allen möglichen Beschreibungen auftretenden Bezeichnungen überbieten sich an Ungenauigkeit. Die schon oben erwähnten Pertuis, Pertusa etc., Pierre percée, Sex Perica, Roc troué, Pizzo forato, Pedra furada, natural Holes, Fenêtre, Finestra, Tor, Tür, Törl, Porte, Porta, Lücke, Loch sind viel häufiger Scharten, Verwitterungsbreschen, die oft dem Verkehr dienen als eigentliche Felsentore, Felsenlöcher mit Abschluss nach oben (Verwitterungshöhlung; *Penck*, Morph. II, 451). Das Sprachgefühl unterscheidet über Anwendung von „Tor“ oder „Fenster“, je nachdem die Durchlöcherung zugänglich und für den Verkehr gebraucht werden kann.

a) Felsentore, z. B. Kuhstall und Prebischtor (keine Naturbrücken), Abb. in *S. Ruge*, Dresden und die

sächsische Schweiz, l. c., 1903, Porte de Mycène in Montpellier-le-Vieux (vgl. *Martel, Kraus*).

- b) Felsenfenster, Verwitterungslöcher an schmalen gegen den Raum als Licht absperrende Wand wirkenden Felsen, meist in halber Höhe oder jedenfalls schwer bis nicht zugänglich und die die Öffnung umschliessende Masse ungleich grösser als sie selbst. Von den zahlreichen Beispielen nur einige: Westkante Marwies, V. und VI. Kreuzberg, Rossmad (*A. Heim* etc., Das Säntisgebirge, „Beiträge“, N. F. XVI, 1905, S. 277—78), das im top. Atlas, Bl. 264 verzeichnete „Stockloch“ in der nördlichen Malmkante des Mürtschenstocks, nach freundlicher Mitteilung von *A. Heim* im Eocän der Teufelshörner an den Clariden, das Hohlloch in Kreide des Kistenpasses. Schöne Malmfenster haben nach *A. Favre* die Aiguilles rouges (Abb. in *Neumayer*, Erdgesch., 1887, I, 444). Den Kientalern ist die „Stube“ an der Höchstfluh auf der östlichen Talseite (top. Atlas, Bl. 395) bekannt, durch welche am kürzesten Tag die Sonne scheint.

Bereits *Scheuchzer* erwähnt in seiner *Itinera alpina* 1723, S. 482, das „Foramine pertusus“, Martins- oder Heiterloch (!) am Hörnli, dem östlichen Teil des Eiger, durch welches nach freundlicher Mitteilung des Gletscherpfarrers die Sonne zur Mittagszeit am 25. oder 26. November und am 17. oder 18. Januar auf Kirche und „Talhaus“ von Grindelwald scheint und der Mond gelegentlich seinen Scheinwerfer arbeiten lässt. Elm, im Winter wochenlang eine Camera obscura, erhält am 13. März und 11. Oktober ein Lichtbündel aus dem Martinsloch, welches nach dem trefflichen „Wetterwart“ Weiss

in einem 10 m breiten Querschnitt Kirche und Pfarrhaus erhellt, nachdem es 14 Tage früher bei geringerer Kulminationshöhe die Kärpfgruppe beleuchtet hat. Der Mond versucht auch hier seine Projektionen. Das Martinsloch, wie dasjenige am Eiger nach dem hl. Martin benannt, welcher beide mittels eines Stockes durchstossen, liegt in 2636 m SW vom Segnes-Pass (auf top. Atlas, Bl. 401, eingezeichnet!) auf einer kleineren Verwerfungsspalte innerhalb der scharf abgrenzende Verrucanodecke unterteufenden Lochseiten- und Eocänkalkes und ist etwa 16 m hoch und 20 m breit.

Zwischen den Kleinformen des Salz- und Luftmeeres besteht noch eine weitere Parallele. Küsten- und Landformen tönen als Zerfall des Festlandes in ähnlicher Weise aus:

- α) Von den Vorgebirgen kommt man in mehr oder weniger geradliniger Fortsetzung derselben ins Salzmeer zu immer niedrigeren Inseln und Klippen mit und ohne Toren und Fenstern, oder einzelne Pfeile deuten die Aussenkante des Landes an. Diese Cliffpfeiler sind charakteristisch für horizontal geschichtete Sandsteine und Kalke, Basaltdecken, beispielsweise die zahlreichen Stacks (Schober, Schornsteine) des Paläozoicums der englisch-schottischen Küsten („Old Man“ auf Hoy in den Orkneys-Inseln) oder die vielen Chimney Rocks oder Chimney tops, d. h. Schornsteinfelsen Grossbritanniens (*A. v. Lasaulx*, Irland, 1878, S. 137 und 160, Basalt), die Needles und Aiguilles (z. B. d'Etretat bei Hâvre, Li Faraglione von Capri etc.).

β) In ähnlicher Weise zerfallen mehr oder weniger horizontale, parallelepipedisch zerklüftete Sand- und Kalksteintafeln auf dem Festlande. Erst Platte, dann Zeugenlandschaft, endlich isolierte Felsen als Vertikalschnitte aus dem Ganzen in Form von „Naturmauern“ (Castel Rocks von Camp Douglas Wisc. U.S.A.), wofür beispielsweise die passende Bezeichnung „Quadersandstein“ aufgekommen ist. Sie wirken so eindrucksvoll wie menschliche Ruinenstädte in Syrien, Persien, Nordafrika und geben *Martel* Veranlassung, eine Auflösungsform der Causse noir „Montpellier-le-Vieux“ zu taufen („Cevennes“). Solche steinerne Vertikal-Lamellen haben gelegentlich Tore und Fenster und zerfallen wie Quadermauern in „natürliche Säulen“ (Prebischkegel des Elbsandsteingebirges, vgl. *Neumayer*, Erdgeschichte, I), welche oft so dicht vergesellschaftet sein können, dass das Volk einen „Steinwald“ vor sich sieht (z. B. Adersbach etc.). Isolierte Torbogen haben ihr Analogon in zertrümmerten Aquæduktbogen, z. B. im Arco Felice von Cumæ. Heult der Wind durch diese Ruinen, so werden die Natursäulen in die „Pilzfelsen“ der regenarmen Gebiete (Colorado, Arizona etc.) umgeformt.

Den Herren Gebrüder Simon in Ragaz, Herrn B. Lichtensteiger in Neu St. Johann und dem tit. Verkehrsverein Rapperswil spreche ich auch an dieser Stelle und zugleich im Namen der Naturw. Gesellschaft St. Gallen den herzlichsten Dank aus für die extra besorgten Originalaufnahmen.