Neujahrsblatt

herausgegeben von der

Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

auf das Jahr 1913.

115. Stück.

Über Karrenbildungen.

von

P. Arbenz.

Mit 5 Tafeln nach 16 Originalaufnahmen.

Zürich
In Kommission bei Beer & Cie.

Verzeichnis der bisher erschienenen Neujahrsblätter. Preis Fr. Rp.

1. H. C. Hirzel: Einleitung zu den Neujahrsblättern. Zweck der Gesellschaft, Beschreibung ihrer Sammlungen, Nutzen der Naturwissenschaften. Auf 1799 ... -.25
2. - Die Verwüstungen des Landes durch die kriegerischen Ereignisse des Jahres 1799. Auf 1800 ... -.25
3. H. R. Schinz: Leben des Pfarrers Rudolf Schinz, Sekretär der Gesellschaft. Auf 1801 ... 1.80
4. J. C. Escher (?): Ueber die Gletscher. Auf 1802 ... -.60
5. J. J. Römer: Aus Afrika. Auf 1803 ... -.60
6. --- Aus Australien. Auf 1804 ... -.60
7. H. R. Schinz: Der Lämmergeier. Auf 1805 ... 1.20
8. J. C. Escher (?): Reise auf den Gotthard. Auf 1806 ... -.60
9. - Ueber die Bergstürze in der Schweiz. Auf 1807 . Vergriffen ... -.-
10. H. R. Schinz: Die Murmelthiere. Auf 1808 ... 1.20
11.-17. J. J. Römer: Beschreibungen und Abbildungen merkwürdiger Insekten. Auf 1809-15 ... à 1.20
18. — Der Bär in der Schweiz. Schweizerische Schmetterlinge und Käfer. Auf 1816 ... 1.20
19. H. R. Schinz: Entdeckungsreisen in Neuholland. Auf 1817 ... 1.20
20. J. J. Römer(?): Biographie von Prof. David Breitinger. Abbildung und Beschreibung der Tollkirsche. Auf 1818 ... 1.80
21. - Conrad Gessner. Auf 1819 ... 1.20
22.-38. H. R. Schinz: Der Steinbock. Die Gemse. Der Luchs. Der Bär. Der Wolf. Die Elephantenreste der Schweiz. Geier und Adler. Der Seeadler. Die Eulen. Der Kukuk. Der Storch. Die Schwalben. Die Nattern. Die Vipern. Der Alpenhaase. Die Mäuse. Das Wiesel. -- Der Preis dieser Neujahrsblätter, auf 1820-36, variiert per Nummer von .
Mk. -. 60 bis 1.20
39. Ferd. Keller: Ausflug nach dem Lägernberg. Auf 1837 ... 0.60
40. - Ueber Meteore. Auf 1838 ... 0.60
41. - Wetterlöcher und Windhöhlen. Auf 1839 ... 1.20
42. - Die Karren (Lapies) in den Kalkgebirgen. Auf 1840 ... 1.20
43. H. R. Schinz: Das Renntier. Auf 1841. : ... 1.20
44. - Der Biber. Auf 1842 ... 1.20
45. - Der Fuchs. Auf 1843 ... -.60
46. - Die Mäuse. Auf 1844 ... 1.20
47. O. Heer: Ueber die obersten Grenzen des pflanzlichen und thierischen Lebens in unsern Alpen. Auf 1845 ... 1.80
48. R. Wolf: Johannes Gessner. Auf 1846 ... 1.20
49. H. R. Schinz: Die Forellen. Auf 1847 ... 1.20
50. - Die Lachse. Auf 1848 ... 1.20
51. A. Menzel: Die Spinnen. Auf 1849 ... 1.20
52. A. Mousson: Tarasp. Auf 1850 ... 1.80
53. J. J. Siegfried: Torf-, Schiefer- und Braunkohlenlager des Kantons Zürich mit ihren Tierresten. Auf 1851 ... 1.80
54. O. Heer: Die Hausameise Madeira's. Auf 1852 ... 1.80
55. - Der botanische Garten in Zürich. Auf 1853 ... -.60
56. G. v. Escher: Die Quellen überhaupt und die Bäder von Saxon. Auf 1854 ... 1.20
57. -- Die Mineralquellen der Schweiz. Auf 1855 ... 1.20
58. Chr. Heusser: Das Erdbeben im Visperthal i. J. 1855. Auf 1856 ... 1.20
59. A. Menzel: Die niedere Lebenswelt des Wassers. Auf 1857 ... 1.20
60: - Forscherleben eines Gehörlosen (Joh. Jakob Bremi). Auf 1858 , ... 1.20
61. J. M. Ziegler: Ueber die neuesten Reisen u. Entdeckungen in Inner-Afrika. Auf 1859 ... 1.20
62. M. Ulrich: Der Hüfi-Firn und die Clariden. Auf 1860 ... 1.20
63. J. M. Ziegler: Die Mineralquelle Pfäfers. Auf 1861 . ... 1.20
64. O. Heer (?): Uebersicht der Geologie des Kantons Zürich. Auf 1882 ... 1.20
65. H. Locher-Balber: Rud. Heinrich Schinz. Auf 1863 ... -.60
66. U. Stutz: Ueber die Lägern. Auf 1864 ... 1.20
67. A. Menzel: Zur Geschichte der Biene und ihrer Zucht. Auf 1865 ... 1.20

Über

Karrenbildungen.

Von
P. Arbenz.

Mit 5 Tafeln nach 16 Originalaufnahmen.

Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1913.
115. Stück.

Druck von Zürcher & Furrer in Zürich.
In Kommission bei Beer & Cie. in Zürich.

(leer)

Zu den auffallendsten und merkwürdigsten Bildungen, die dem Alpenwanderer vor die Augen treten, gehören die Karren. Spalten und Rinnen durchziehen hier den Felsboden, tiefe Löcher hemmen den Fuss und mahnen zur Vorsicht. Manchmal sind die Rinnen in grosser Zahl parallel angeordnet. Manchmal steht man in einem Labyrinth von wirren Gräten, Zacken und Kämmen, zwischen denen metertiefe Spalten klaffen. Der Graswuchs ist spärlich, ja in höhern Regionen hört er in Karrenfeldern ganz auf. Überrascht uns der Nebel, so wird die Orientierung schwierig, da die verschiedenen Partien eines Karrenfeldes einander zum verwechseln ähnlich sehen und die endlose Wiederholung gleicher Einzelformen das Auffinden von Anhaltspunkten ungemein erschwert. Die Wegspuren verlieren sich leicht, das Gehen wird immer beschwerlicher und schliesslich kann der Tourist, ja sogar der Älpler, in Karrenfeldern alle Orientierung verlieren und am Ende im Kreise herum laufen, ohne dass er es merkt.

Wohl jeder Naturfreund, der. die Karren und Schratten von seinen Wanderungen her kennt, hat sich gewiss gefragt, wie diese merkwürdigen Formen der Felsoberfläche entstanden sein möchten. Laien vergleichen häufig Karrenflächen mit einem Gletscher. Manchmal erinnern die tiefen Spalten im Fels an Gletscherspalten. Man hört ferner auch häufig die Vermutung aussprechen, die Karrenfelder müssten doch wohl ihrer Entstehung nach mit den Gletschern und ihrer Tätigkeit in Zusammenhang stehen.

In der Tat liegen die grössten Karrenfelder unserer Alpen in Gegenden, die in jüngster geologischer Vergangenheit von Gletschern oder Firnflächen bedeckt waren. Sie finden sich in schöner Ausbildung insbesondere in der alpinen Region, weil hier der Pflanzenwuchs die Formen des Felsbodens am wenigsten verhüllt. Wir würden aber fehlgehen, wollten wir annehmen, die Karren oder Schratten seien in ihrer Verbreitung auf die alpine Region beschränkt. Es gibt Karren am Strande des Meeres, in Gegenden, die von Gletschern niemals erreicht wurden; wir finden sie auch in den Tropen, wir finden sie überall da, wo Kalkfels auf grösseren Flächen zutage tritt und den Wirkungen der Atmosphärilien ausgesetzt bleibt. Wenn auch karrenähnliche Formen in Sandstein, ja selbst in Granit auftreten können, so ist. doch der reine Kalkstein und Dolomit die eigentliche Heimat der Karrenfelder. Diese Tatsache, sowie noch viele Einzelheiten, die in diesen Zeilen geschildert werden sollen, kannte bereits F. Keller (24), dem wir die älteste gründliche und zutreffende Beschreibung

der Karren verdanken. Das Neujahrsblatt unserer Gesellschaft auf das Jahr 1840 enthält diese wichtige Arbeit.

Je nach der Art des Gesteins zeigen die Karren etwas verschiedenen Habitus. Es ist besonders interessant, die vielfältigen Formen im gleichen Gestein, innerhalb eines beschränkten Gebietes zu studieren. Die beigegebenen Abbildungen 1) stammen sämtliche aus Karrenrevieren in Malmkalk, dem bekannten Vertreter der obern Juraformation in den Schweizeralpen. Er führt auch den Namen Hochgebirgskalk. Auf dem frischen Bruch zeigt dieses Gestein eine dunkelgraue bis blauschwarze Farbe ; angewittert erscheint es dagegen weissgrau..

Die meisten Bilder stammen aus den Karrenfeldern Obwaldens, insbesondere aus der Umgebung der Frutt am Melchsee. Nur die Bilder 2-4 auf Tafel IV wurden in den Karren südlich der Bannalp in der Gruppe der Wallenstöcke aufgenommen.

Betrachten wir nun zunächst an Hand unserer Bilder die Karrenformen im einzelnen.

Tafel I, Fig. 1 zeigt uns eine Felspartie am Wege, der von Melchtal nach der Frutt führt. Die Waldgrenze liegt bereits weit unter uns. Sowie der Weg in den anstehenden Kalkfelsen kommt, begegnen uns die ersten Karrenformen. In mannigfaltiger Gestalt begleiten sie uns, bis wir wenige Minuten, bevor wir die Frutt erreichen, vor diesem gleichsam gekämmten Felsen stehen. Zahlreiche, dicht beieinander liegende parallele Rinnen sind in den Fels eingeschnitten. Sie erreichen hier eine Tiefe von 80 cm, an andern Stellen sind sie dagegen zwei und drei Meter tief. Sie verlaufen alle ziemlich genau in der Richtung des Gefälles der Felsoberfläche und sind von der Schichtung des Kalks, die im Vordergrund und oben sichtbar ist, unabhängig.

In andern Fällen, besonders wenn die Gesteinsoberfläche sanft geneigt ist, sind die Rinnen nicht gerade, sondern schlängeln sich hin und her, wie auf Tafel III, Fig. 1 deutlich zu sehen ist. Sie vereinigen und verzweigen sich wieder, so dass einzelne Zapfen stehen bleiben können, wie z. B. im Vordergrund des genannten Bildes. Auffallend ist ferner, wie sich in der grossen Rinne noch eine kleine hinzieht. Geschlängelte seichte Karrenrinnen sieht man auch auf Tafel IV, Fig. 1.

Neben solchen Rinnen, die immerhin eine beträchtliche Grösse besitzen, treten an den Kämmen der Karrenrippen nicht selten feine Kannelierungen auf,

1) Mit Ausnahme der Bilder 3 und 4 auf Tafel IV, die ich Herrn E. Ganz in Zürich verdanke, wurden alle Aufnahmen vom Verfasser gemacht. Die Klischees der Tafeln I bis III und V sind Eigentum der „Deutschen Alpenzeitung" (München) und wurden in dieser Zeitschrift im Jahrgang 1909 (Juni- Juli) bereits abgedruckt. Die Tafel V ist dagegen neu. Einige Aufnahmen fanden in anderer Ausführung auch Verwendung in: Arn. Heim ,und P. Arbenz, Karrenbildungen in den Schweizeralpen, Geolog. Charakterbilder, herausgegeben von H. Stille, 10. Heft, 1912,

die uns durch ihre Regelmässigkeit und Zierlichkeit überraschen. Jedes Gräbchen misst etwa Fingersbreite und ist höchstens 2 cm tief. Bei guter Beleuchtung erhält man Bilder, die wie Fig. 2 auf Tafel II ein Gebirge im Kleinen vortäuschen. Wir sehen hier, wie die Gräbchen alle im Sinne des Gefälles gerichtet sind, wie sie an den Kämmen häufig am tiefsten sind, an den Flanken dagegen verschwinden. Auch Tafel II, Fig. 1 zeigt solche Kannelierungen. Sie finden sich überhaupt ausser an Karrenrippen nicht selten auch an runden, steilabgeschnittenen Schichtköpfen, z. B. auf Tafel III, Fig. 3. Auch auf Tafel IV, Fig. 3 und 4 sehen wir diese Kannelierung aufs Schönste ausgebildet.

Zwischen den grossen Rinnen und diesen feinen, stets in grosser Zahl auftretenden Gräbchen gibt es auch Zwischenformen. Die Felspartie auf Tafel II, Fig. 4 zeigt uns ein solches Rinnensystem aus der Nähe gesehen. Auch auf diesem Bild sieht man, wie die Schichtfugen auf die Richtung der Rinnen keinen Einfluss haben.

Diese Formen führen uns nach und nach zu komplizierteren Bildern. Die Karrenpartie, die auf Tafel I, Fig. 2 wiedergegeben ist, ebenso diejenige auf Tafel IV, Fig. 1 stammt aus einer Gegend, wo der Kalk deutlich gebankt ist. Wie über eine Treppe mit grossen, ungleich hohen Stufen steigt man hier langsam an. Überall sind die Schichtflächen von einem Chaos seichter geschlängelter Rinnen durchzogen, die bald, runde, bald scharfe Kämme zwischen sich lassen. Die Schichtköpfe, die Steilränder bilden, sind prachtvoll kanneliert. Merkwürdig ist noch, wie die Schichtfugen ausgehöhlt sind. Die Karren auf den Schichtflächen setzen sich den ausgehöhlten Schichtfugen entlang in den Fels hinein fort. Tafel III, Fig. 3 zeigt ebenfalls Karrenbildungen auf Schichtfugen.

Schon die beiden Partien auf Tafel I, Fig. 2 und Tafel IV, Fig. 1 sehen recht unwirtlich aus. Welchen Grad der Zerrissenheit Karrenfelder aber annehmen können, ersieht man deutlich aus Tafel II, Fig. 3. Die einzelnen Karren-rinnen sind nicht mehr deutlich zu unterscheiden. Ein wildes Chaos von Gräten und Spalten ist übrig geblieben. Im ganzen betrachtet zeigt dieses Karrenfeld eine gleichmässige Oberfläche. Dies rührt daher, dass die Terrainoberfläche mit einer Schichtfläche zusammenfällt.

Aus allen diesen Bildern sehen wir mit grosser Deutlichkeit, dass die Karren in ihren typischen Formen dem Wasser ihre Entstehung verdanken Die Anordnung der Rinnen im Sinne des Gefälles führt uns zu diesem Schlusse..

In verschiedener Weise kann das Wasser auf den festen Felsen einwirken. Es kann auf Klüften und Spältchen eindringen und, wenn Frost eintritt, das Gefüge der Felsen lockern, die Felsen langsam sprengen. Wenn sich das Wasser zu Rinnsalen sammelt, beginnt seine Tätigkeit in anderer Weise. Es schwemmt

lose Teile weg, beladet sich auf seinem Laufe mit Schlamm, Sand und Geschiebe. Diese mitgeführten Geschiebe sind das Instrument, mit denen es sich in die festesten Felsen einschneiden kann. Es gräbt Schluchten und Täler, und seine nagende Tätigkeit hört nicht auf, solange das Gefälle gross genug ist. Schliesslich muss aber das fliessende Wasser seine mitgeschwemmten Massen irgendwo ablagern. Es ist dann wohl noch imstande, den feinen Schlamm mitzuführen, seine erodierende Arbeit ist aber zu Ende.

Da die Karrenrinnen in so vielen Fällen an Flusstäler im Kleinen erinnern, muss man sich fragen, ob die Entstehung der Karren nicht etwa der gewöhnlichen mechanischen Tätigkeit des abfliessenden Wassers zuzuschreiben sei. Dem ist aber nicht so. Erosionskessel fehlen in den Rinnen, Schlagspuren von Geröllen sind nicht zu finden. Gerolltes Geschiebe sucht man in den Karren vergebens. Höchstens trifft man zusammengespülten Humus und feinen Sand an. Die Form und Grösse der Rinnen steht in keinem Zusammenhang mit der Grösse des Sammelgebietes. Wenn die mechanische Wirkung in Frage käme, müssten die tiefsten Rinnen die grössten Sammelgebiete haben. Kurze Furchen können hier jedoch so tief sein, wie lange weitverzweigte.

Wir müssen den Schluss ziehen, dass die Karren unmöglich allein auf die mechanische Tätigkeit des Wassers zurückzuführen sind. Sie sind auch nicht von der gewöhnlichen Verwitterung erzeugt, denn sie sind meist ganz unabhängig von Schichtfugen und Klüften, von denen aus die Verwitterung zu arbeiten pflegt.

Das Wasser ist aber auch imstande, chemisch zu wirken, ganz besonders dann, wenn es Kohlensäure enthält. In reinem, kaltem Wasser ist Kalkstein sozusagen unlöslich. Enthält das Wasser dagegen Kohlensäure, so löst er sich in geringem Masse auf unter Bildung des löslichen doppelt-kohlensauren Kalks, $Ca(HCO_3)_2$. In 1000 Teilen Wasser lösen sich bei 15° C ungefähr 0,4 — 1 Teile dieses Bikarbonats. Regen- und Schneewasser enthalten Spuren von Kohlensäure, die sie aus der Luft aufgenommen haben. Sie sind daher auch imstande, Kalk aufzulösen und wegzuführen, wenn auch nur in kleinen Mengen. In der Tat findet sich gelöster Kalk in Form von Bikarbonat in allen Gewässern, ganz besonders in Quellen, die aus einem kalkreichen Terrain stammen. Ausser der Kohlensäure können auch mitgeführte sog. Humussäuren die Lösungskraft des Wassers erhöhen.

Schon seit Jahrzehnten schreibt man die Entstehung der Karren im wesentlichen der chemischen Wirkung des kohlensäurehaltigen Wassers zu. Tau, Nebel und Regen, sowie auch das rieselnde Schmelzwasser des Schnees nehmen überall, wo sie hinkommen, etwas Kalk weg. Ihre Wirkung ist da am stärksten, wo der Fels kahl daliegt und wo das Wasser langsam über glatte Flächen rieseln kann. Kleine Unregelmässigkeiten in der Zusammensetzung des Kalkes mögen den Anstoss zur ersten Anlage einer Rinne geben. Ist einmal eine kleine Furche

oder Vertiefung geschaffen, so wird das Wasser stets diesen Weg einschlagen und immer mehr Gestein auflösen. Aus einer kleinen, unscheinbaren Rinne wird im Laufe der Zeit eine tiefe schmale Kluft.

In einer Karrenrinne erstreckt sich die Wirkung des durchfliessenden Regen- oder Schneewassers soweit, als die Oberfläche des Gesteins nass wird. Ein ganz geringfügiger Wasserfaden genügt aber, um den ganzen Boden einer Rinne zu benetzen, da das Wasser in der dünnen hellgebleichten Haut des Kalkes, die etwas porös ist, auf kapillarem Wege seitwärts gesogen wird. Von verschiedener Seite wurde betont, dass Humussäuren, auch Organismen, wie kleine Flechten und Pilze bei der Karrenbildung eine bedeutende Rolle spielen. Allein die ausgeprägtesten Karren finden sich gerade da, wo der Humus und die Pflanzenwelt am allerspärlichsten sind. Ebenda ist das Gestein den Atmosphärilien am meisten ausgesetzt, und diese sind es, denen wir die Hauptrolle zuschreiben müssen.

Wir haben somit gesehen, wie das abfliessende Regen- und Schneewasser den reinen Kalkstein angreift und Rinnen in der Richtung des Gefälles der Gesteinsoberfläche gräbt. Je reiner und kompakter der Kalk ist, um so typischer sind die Karrenformen. Unregelmässigkeiten machen sich leicht bemerkbar. Schwerlösliche Einschlüsse, z. B. Hornsteinknollen, bilden vorspringende Zapfen und Leisten, wie wir auf Tafel I, Fig. 2 links vorn deutlich sehen. Umgekehrt werden leichter angreifbare Stellen rasch zu Vertiefungen. Den Schichtfugen entlang spielt sich die chemische Wasserwirkung häufig sehr deutlich ab. So sehen wir ausgelaugte Schichtfugen neben der vertikal verlaufenden Kannelierung auf Tafel II, Fig. 1 und 4. Die Schichtfugen werden sehr ungleich erweitert, schliessen sich an der einen Stelle, klaffen wieder nicht weit davon. Ausgezeichnet instruktiv ist in dieser Hinsicht Tafel III, Fig. 3. Dort ist eine Schichtfuge so stark ausgeweitet, dass das Regen- und Schneewasser sogar in der Schichtfuge Karren erzeugt hat.

Ausser den Schichtfugen spielen die Adern und Klüfte bei der Karrenbildung eine grosse Rolle. Sie werden durch das einsickernde Wasser rasch ausgeweitet. Tafel II, Fig. 2 zeigt mehrere von rechts nach links verlaufende tiefe Klüfte, an denen die eigentlichen Karrenrinnen absetzen. Auch in den wilden Karren Tafel II, Fig. 3 erkennen wir ausser vertieften gewöhnlichen Karrenrinnen tiefe Klüfte. Die Klüfte sind also Stellen, die vorzugsweise angegriffen und ausgeweitet werden. Wenn sie zahlreich sind, so geben sie einem Karrenfeld einen ganz bestimmten Charakter. Sie fallen dann viel mehr auf als gewöhnlich. Man könnte in solchen Gegenden glauben, die Auflösung des Kalkes den Klüften entlang sei das Wesentliche an der Karrenbildung. Dies ist aber nicht der Fall. Als typische Karren müssen wir stets die im Sinne des Gefälles orientierten Rinnensysteme bezeichnen, wie sie auf unsern Abbildungen wiederholt dar-gestellt sind.

In den Kalkgebieten sind ausser gewöhnlichen Klüften häufig auch Verwerfungen, d. h. Brüche vorhanden, denen entlang Verschiebungen, und zwar vertikale oder schräge stattgefunden haben. Solche Flächen, die wie Schnitte durch die Felsen hindurchgehen, erleichtern das Eindringen und die Zirkulation des Wassers in hohem Grade. Häufig entstehen an der Oberfläche den. Brüchen entlang bald einzelne, bald in Reihen angeordnete Löcher und Trichter von charakteristischer Gestalt. Tafel V, Fig. 2 zeigt eine Reihe solcher trichterförmiger Vertiefungen, die einer deutlichen Bruchfläche entlang angeordnet sind. Sie verdanken ihre Entstehung nicht der mechanischen Tätigkeit eines in die Tiefe stürzenden Baches, sondern der auflösenden Wirkung des Regen- und Schneewassers, das sich hier einen Weg in die Tiefe schafft. Manchmal ist die Ursache für die Bildung eines solchen Trichters oder Karrenschlotes nicht so leicht einzusehen. So finden wir auf Tafel V, Fig. 1 einen Karrenschlot wiedergegeben, der an eine unbedeutende Verbiegung der Schichten, nicht an einen Bruch oder eine grosse Kluft gebunden ist. Auch ist seine Mündung nicht trichterförmig erweitert, er stürzt vielmehr als vertikaler Kanal mit ziemlich glatten Wänden ca. 30 m tief hinab. Am Grunde verzweigt sich der Schlot. Meistens liegt hier unten auch im Hochsommer noch Schnee.

So sehen wir in den Karrenfeldern ausser den eigentlichen Karrenrinnen auch noch Kluftkarren und Trichter. Damit haben wir im grossen und ganzen den Formenschatz der Karren, soweit es sich um die grossen Formen handelt, erschöpft. Betrachten wir aber beim Durchwandern irgend eines Karrenreviers die einzelnen kleinen Formen, so sind wir von der ungeheuern Mannigfaltigkeit erstaunt. Die vielen kleineren und grösseren Unregelmässigkeiten des Gesteins, der Charakter der Zerklüftung, auch die Schichtlage, spielen hier eine massgebende Rolle.

Die ausgedehntesten Karrenfelder unseres Landes liegen in der Alpenregion. Hier finden sich die grössten kahlen Kalkflächen, hier sind auch die Niederschläge bedeutend. Wie schon oben gesagt wurde, ist für die Entstehung der Karren nicht nur das Regenwasser, sondern auch das Schneewasser in Betracht zu ziehen. In der Tat findet man in Vertiefungen der Karrenfelder, an Stellen, wo der Schnee lange liegen bleibt, die Felsen am intensivsten zernagt. Der Kalk erscheint hier häufig nur noch als ein schwammiges Gewebe, voll von Löchern und Rissen. Am Grunde der Vertiefung liegt nicht selten ein Versickerungstrichter. Ohne Zweifel ist der Fels auch an Stellen, wo der Schnee überhaupt stets liegen bleibt, von karrenähnlichen Auslaugungsformen durchsetzt, insbesondere in den Vertiefungen und den Klüften entlang. Dass aber eigentliche Karren mit allen ihren so auffallenden Merkmalen unter dem ewigen Schnee entstehen, wurde noch nirgends beobachtet,

Von grossem Interesse ist das Studium des Verhaltens der Gletscher zu den Karrenfeldern. Wir sahen, dass sozusagen alle grössern Flächen, die durch das Auftreten von Karren ausgezeichnet sind, in Regionen liegen, die in jüngster geologischer Vergangenheit von Firnen und Gletschern bedeckt waren. In den hier abgebildeten Karrenfeldern bei der Frutt stossen wir nicht selten auf Moränen der ehemaligen Gletscher. Von den Kämmen des Rothorns und des Glockhaus brachten sie Gesteine des braunen Jura (Dogger), die durch ihre rostige Anwitterungsfarbe und ihren reichen Gehalt an Sand und Ton stark vom weiss gebleichten Malmkalk abstechen. An Stellen, wo bei Wegbauten oder andern Grabungen die Moräne entfernt wurde, zeigten sich unter der Moräne ebenfalls Karren, jedoch keine regelmässig geformte, vielmehr verworrene Systeme von kurzen Kämmen und Rinnen und dazu ausgelaugte Klüfte. Die Gesteinsoberfläche fühlt sich sehr rauh an, viel rauher als an den Felsen, die dem Regen ausgesetzt sind. An einigen Stellen bei der Frutt gelang es mir auch unter der Moräne Gletscherschliffe zu finden. Auch hier zeigte der Fels unregelmässige karrenförmige Rinnen und Kämme. Alle Vorragungen waren aber im gleichen Niveau abgeschliffen und zeigten blanke Politur auf den Schlifflächen. Wie schon Heim betont hat, ist der Gletscher ein Feind der Karren. Er schleift die schroffen Formen ab. Die Auswaschung beschränkt sich auf Klüfte und tiefe spaltenförmige Rinnen, die das Wasser rasch im. Innern des Felsens verschwinden lassen.

In der allgemeinen Form unserer alpinen Karrenfelder ist die Tätigkeit der Gletscher häufig sehr deutlich zu erkennen. Betrachtet man ein solches Karrenfeld aus einiger Entfernung, so verschwinden die schroffen Einzelformen und das Ganze erscheint meistens als eine mehr oder weniger wellige, sanfter oder stärker geneigte Platte. Rundliche Buckel, die darin auftreten, erweisen sich bei genauerer Untersuchung häufig als eigentliche, vom Gletscher zurechtgeschliffene Rundhöcker (Roches moutonnées). Unser Bild Tafel V, Fig. 3 zeigt ein paar typische Rundhöcker in den Karren dicht bei der Frutt. Der Gletscher kam von rechts her und deponierte in Vertiefungen Moränenschutt, wie z. B. im Vordergrund des Bildes zu erkennen ist. Das Eis stiess gegen die aufragenden Schichtköpfe und rundete sie ab. Die Oberfläche dieser Höcker ist ganz glatt gescheuert. Junge Karrenrinnen laufen in der Richtung des Gefälles an den Flanken herunter. Sie sind oben ganz seicht und werden gegen unten tiefer. Ausser diesen normalen Rinnen zeigen die Rundhöcker auch noch unregelmässige Spalten, auch häufig kleine runde Löcher und Schlote, die in ein kompliziertes Gewebe von Hohlräumen im Felsen hineinführen. Meistens setzen diese Löcher und Spalten gegen die Felsoberfläche ganz scharf ab. Sie erscheinen wie abgeschnitten. Deutlich sieht man, wie die Kannelierung im Sinne der Böschung jünger ist als der Gletscherschliff. Die angeschliffenen Löcher und Spalten sind Zeugen einer Verkarrung im Innern des Felsens, die entstand, bevor der

Gletscher die Rundhöcker anschliff, oder die sich noch unter dem Eis durch die Wirkung des reichlich fliessenden Schmelzwassers weiter entwickelt hatte.

An vielen Stellen trifft man auf alten Gletscherschlifflächen die schönsten Karren. So ist die Karrenpartie, die auf Tafel I, Fig. 1 wiedergegeben ist, auf einer geschliffenen Fläche entstanden. Die Glättung ist im ganzen noch gut erkennbar. Durch die Mitte der Wand führt eine von links nach rechts langsam ansteigende flache Kehle, die ich der Tätigkeit des Eises zuschreibe.

Der Gletscher ist somit zwar ein Feind der scharfen Einzelformen der Karren, er schafft aber durch seine scheuernde Tätigkeit glatte, kahle Felsflächen, die für die Bildung von Karren besonders günstig sind. Unter Eis und Schnee werden wohl Klüfte und Spalten, auch Trichter durch das Wasser auf chemischem und mechanischem Weg geschaffen und ausgeweitet, die eigentlichen Karren-formen können aber erst dann entstehen, wenn Firn und Eis verschwunden sind und der Fels jedes Jahr längere Zeit hindurch offen daliegt.

Es ist auffallend, wie in den höchsten Regionen der Kalkalpen, wo die Firn- und Eisbedeckung erst in den letzten Jahrzehnten gewichen ist, die Karren spärlich sind. In der Innerschweiz treten sie erst von 2500 m an abwärts reichlich und typisch auf, im allgemeinen ausserhalb der Schnee- und Gletschergrenzen des vergangenen Jahrhunderts.

Die Karrenfelder erscheinen uns da am unwirtlichsten und Wildesten, wo die Vegetation Äusserst spärlich ist, d. h. in der obern Alpenregion. Tiefer unten fehlt es nicht an ausgedehnten Karrenflächen, so z. B. bei der Frutt, von wo unsere Bilder stammen. Die Vegetation verhüllt aber schon auf dieser Höhe vieles. Gehen wir vollends in die Waldregion hinab, so sind wir erstaunt, auch hier, soweit Kalk ansteht, Karren von solcher Wildheit anzutreffen, dass ein Durchqueren dieser Reviere äusserst beschwerlich Wird. Als Beispiel solcher bewaldeter Karren sei der Wald im Hintergrunde des Melchtals (bei der Keselen- und Beten-Alp), ferner der Bödmerenwald zwischen Muotatal und der Silberen erwähnt.

Mit dem Überhandnehmen der Vegetation sammelt sich auch mehr und mehr Humus und feiner Schutt in den Vertiefungen der zerfurchten Felsfläche an. Das Karrenfeld wird langsam begraben. Wie Schutt und Moränen die Karren nachträglich verhüllen können, so führt auch die Vegetation, wenn auch viel langsamer, zum gleichen Ziel.

Überall aber, wo wir in tieferen Zonen Karren unter Vegetation, in Wäldern oder unter Schutt verborgen antreffen, müssen wir den Schluss ziehen, dass diese Gegenden einst kahl gewesen sind, denn wir sahen ja mit aller Deutlichkeit, dass die eigentlichen Karren nur auf nacktem Fels entstehen können. Wohl werden vorhandene Karren durch die ätzende Wirkung von Humussäuren

und Sickerwasser unter Schutt und Vegetation ab und zu weiter gebildet, nirgends aber ist eine Neubildung von wirklichen Karren unter solcher Bedeckung nachgewiesen worden. Im Gegenteil verlieren die Karren unter dem Schutt ihre Formen ; die Felsoberfläche erscheint zwar im einzelnen oft wie angeätzt, die Karren als Ganzes leiden aber. Die Karren unter Vegetation und Schutt, die wir in tiefern Regionen häufig antreffen, sind somit älter als das Überhandnehmen der Vegetation, älter als die Schuttdecke. Handelt es sich um Moräne, wie z. B. in den künstlich abgedeckten Karren beim Hotel Axenstein und bei Brunnen, so müssen wir die Bildung der Karren in die Zeit vor dem letzten Gletschervorstoss, in eine sogenannte letzte Interstadialzeit (an andern Orten eventuell in eine weiter zurückliegende Interglazialzeit) versetzen. In der Tat sind eben die Zeiten nach dem Zurückweichen der Gletscher, sei es in höhern Regionen heutzutags, sei es in tieferen in der Vergangenheit, für die Entstehung von Karrenbildungen auf den abgeschliffenen und kahlen Kalkflächen besonders günstig. Den zurückweichenden Gletschern und Schneeflächen folgen die Karrenbildungen langsam nach, und allmählich siedelt sich je nach den örtlichen Bedingungen die Vegetation schneller oder langsamer an.

Wie lange es dauert, bis auf einer kahlen Kalkfläche deutliche Karren entstehen, darüber weiss man noch sehr wenig. Heim erwähnt in seiner grundlegenden Studie „Über die Karrenfelder“, Jahrbuch des S. A. C., 1878, dass Mousson in den römischen Steinbrüchen von Aix (Savoyen) kleine Karrenfurchen entdeckt hat, die sich im Laufe von 1800—1900 Jahren auf den seinerzeit frischen Bruchflächen gebildet hatten. Lose, abgestürzte Felsblöcke, erratische Blöcke zeigen nicht selten Karrenfurchen. Doch sind bis anhin keine exakten Erhebungen über die Schnelligkeit der Karrenbildung an solchen Blöcken oder an Karrenfeldern überhaupt gemacht worden.

Bäche sind in den Karrenfeldern äusserst selten. Alles Meteorwasser verschwindet in den Spalten und Trichtern. Wasserläufe, die aus einem Gebiet mit undurchlässigem Untergrund kommen, verschwinden in der Regel rasch in Trichtern, sobald sie das mit Schratten durchsetzte Kalkterrain erreichen. Der Abfluss des Melchsees, dessen Boden noch im Tonschiefer der Oxfordstufe liegt, stürzt nach kurzem oberflächlichem Lauf im Stäubiloch in die Tiefe, an einer Stelle, wo der Bach eine Bruchkluft antrifft. So verschwinden auch die Abflüsse des Seefeldsees im kleinen Melchtal und des Lutersees bei Engelberg in Karren-löchern.

Die Arbeit, die das Wasser im Innern der Kalkmassen leistet, ist gewaltig. Auf allen Klüften und Spalten wird besonders in der Nähe der Oberfläche Fels aufgelöst. Kleinere und grössere Höhlen entstehen, in denen das Wasser sich sammelt und unterirdisch seinen viel verschlungenen Weg durch den Kalk

nimmt. Ganze Bäche können so stundenweit unterirdisch fliessen, ja in den grossen Kalkregionen des Karst verschwinden ganze Flüsse auf weite Strecken. Am Fusse der Kalkberge, ganz besonders am Fusse der Karrenfelder, treten in der Regel mächtige Quellen aus, so die Fläschlochquelle im Hintergrund des Wäggitales, die mächtige Bachquelle am Ausgang des Bisitales bei Muotatal, die aus der grossartigen Höllochhöhle stammt und ihr Wasser aus den Karrenfeldern der Silbern und des Bödmerenwaldes erhält. Am Fuss der Karrenfelder der Frutt, im Hintergrund des Melchtals, treten ein paar grosse Quellen aus, von denen die sog. Aaquelle als der Ausfluss des Melchsees, der im Stäubiloch oben verschwindet, angesehen wird. Auch bei der Tannen- und Engstlenalp fliessen mächtige Kalkquellen. Alle diese dem klüftigen Kalk der Karrenfelder entströmenden Quellbäche schwanken in ihrem Ertrag stark. Sie sind infolge der grossen Durchlässigkeit des Kalkes schlecht filtriert und schlecht reguliert. In diesen Quellwassern ist reichlich doppeltkohlensaurer Kalk vorhanden. In den Höhlengängen kommt es besonders in den tiefern Lagen zu Absätzen von Kalksinter (Tropfstein), aber die grösste Menge des gelösten Kalkes wird weiter weggeführt und gelangt in die Flüsse und Seen.

Viele unserer Kalkgebiete sind oberflächlich abflusslos, viele sind sogar auch rein topographisch geschlossene Becken. Die Oberfläche wird nur von den Meteorwassern in weitem Umkreise gleichmässig bearbeitet, gleichmässig abgespült unter Auflösung des Kalkes und Bildung von Karren. Grössere Wasserläufe können sich nicht bilden. Die einzelnen Wasseradern versickern zu rasch. Daher ist die Erosionstätigkeit des Wassers in den Karrenfeldern fast ganz lahmgelegt. Die allgemeine Oberflächenform der Kalkmassen bleibt deshalb länger bestehen als in tonigem oder kieseligem Material. Dafür ist aber die Tätigkeit des Wassers in Kalkgebieten nicht nur auf die Oberfläche beschränkt wie in den undurchlässigen Gesteinen, sondern arbeitet im Innern des Gebirges auf unzähligen Gerinnen weiter. Undurchlässige Massen werden nur von aussen angegriffen und abgetragen, die durchlässigen Kalkregionen aber auch im Innern. Der Gesamtabtrag ist daher trotz der Konservierung der allgemeinen Oberfläche auch hier sehr bedeutend.

In den Schweizeralpen finden wir die bedeutendsten Karrenfelder in den nördlichen Ketten, wo- Kalkmassen von grosser Ausdehnung auftreten. Der Jurakalk der Alpen (Malmkalk oder Hochgebirgskalk) ist nicht nur das Muttergestein der Karren Obwaldens, sondern auch grosser Karrenreviere, wohl der grössten in der Schweiz, im Hintergrund des Bisitales (Muotatal). In helleuchtenden Flächen dehnen sich dort die zerfurchten Felsfelder der Glatten- und Karrenalp aus. Heim (19) und Becker (5) haben im Band XIII des Jahrbuchs des S. A. C. diesen imposanten Gegenden eingehende Beschreibungen gewidmet. Im gleichen

Gestein kommen auch zwischen dem Brienzersee und dem Faulhorn Karrenfelder vor.

Nicht minder öde und zerschrundene Karrenflächen treten im Schrattenkalk , dem markantesten, 100-300 m mächtigen Kalkhorizont in der mittleren Kreideformation auf. Dahin gehören das Desert de Platé in Savoyen, die Karren von Zanfleuron, die schimmernde Schrattenfluh, die von ihrem mächtigen Karrenfeld den Namen bekommen hat; ferner das ebenso grosse als wilde Karrengebiet der Silbern, das in den genannten Arbeiten von Heim (19) und von Becker (5) besprochen wird, sowie zahlreiche kleinere Felder bei Morschach, in der Axenkette, im Hintergrund des Wäggitals, am Nordhang der Rautigruppe, in den Churfirsten, am Mattstock und im Säntisgebirge. Schliesslich gehört hieher auch das von Eckert (17) sehr detailliert untersuchte Gottesackerplateau am Hohen Ifen im Allgäu.

Unbedeutendere Karrenfelder finden sich im Seewerkalk (obere Kreide), so z. B. in den Churfirsten, in dem kalkigen mittleren Dogger (Echinodermenbreccie) und im Rötidolomit.

Sehr ausgedehnte, wenn auch manchmal wegen der intensiven Zerklüftung und des raschen Zerfalls des Gesteins nicht typische Karrenreviere finden wir in den Dolomitbergen Graubündens und Österreichs. In neuerer Zeit wurde das Plateau des Zahmen Kaisers von Distel und Scheck (12) kartographisch im Masstab 1 : 25,000 aufgenommen

In den grossen Kalkdistrikten des Karst, im Apennin, in den Cevennen, in Kentucky, in Hinterindien etc. kommen überall Karrenbildungen vor. In imponierendem Masstabe treten ausserdem alle jene andern Erscheinungen auf, die durch Zerstörung grosser Kalkmassen auf chemischem und im Gefolge auch auf mechanischem Wege zustande kommen Charakteristisch für solche Gegenden sind verschwindende und unterirdische Flüsse, Höhlen, Dolinen, d. h. ovale Vertiefungen von grösserer oder kleinerer Dimension, temporäre Seen etc. Alle diese Bildungen hat man als Karstphänomen zusammengefasst.

Wie wir gesehen haben, finden wir auch bei uns in den Karrenfeldern solche Karsterscheinungen im Kleinen. Die Karrenbildungen selbst gehören aufs engste zu diesen. Sie können aber auch selbständig auftreten, und es ist gar nicht gesagt, dass die grösseren Kalk- und Karstflächen mit typischeren Karren ausgestattet sind als die kleinen. Das kleine Karrenfeld am Mattstock ob Amden gehört trotz seiner Kleinheit zu den allerschönsten Beispielen seiner Gattung. Arnold Heim hat ausgezeichnete Bilder 'dieser Karren publiziert, insbesondere im Atlas zu seiner Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe (siehe Literaturverzeichnis 21).

Es ist nicht zu verwundern, dass eine so auffällige Erscheinung wie die Karren schon häufig beschrieben worden ist. Auch fehlt es nicht an mannig-
faltigen Versuchen, diese Bildungen auf irgend eine Art zu erklären,

Schon J. J. Scheuchzer und Saussure haben die Karren gesehen. Letzterer schrieb ihre Entstehung grossen Strömen zu, die über die Felsflächen geflossen seien.

Ebel (13, 14) erwähnt Karren vom Gemmipass. Er schreibt in seinem Werke „Über den Bau der Erdrinde in den Alpengebirgen", die Karren seien als einen Beweis für das Vorhandensein früherer grosser Gletscher anzusehen.

Eingehender behandelt Hirzel-Escher (23) in seinen „Wanderungen in weniger besuchte Alpengegenden" die Karrenfelder. Er sieht die Atmosphärilien bereits als das Hauptagens für ihre Entstehung an.

Schon in dieser älteren Literatur treten uns zwei Auffassungen entgegen, die in den spätem Jahrzehnten des Jahrhunderts einander ziemlich schroff gegenüberstanden. Auf der einen Seite sah man die Karren als Bildungen der Atmosphärilien an, auf der andern Seite schrieb man sie direkt oder indirekt der Tätigkeit alter grosser Gletscher zu.

Die eine Gruppe von Autoren stand offenbar unter dem Einfluss des ausgezeichneten Beobachters Arn. Escher v. d. Linth, der zwar selbst nichts Zusammenhängendes über Karren geschrieben hatte, aber doch, wie aus beiläufigen Angaben und handschriftlichen Notizen zu ersehen ist, die Karren bereits der chemischen Tätigkeit des Wassers zuschrieb. Wohl nicht ganz unbeeinflusst von diesen Anschauungen Eschers entstand die ausgezeichnete Studie von Ferd. Keller (24) (Neujahrsblatt 1840), die als erste gründliche Beschreibung der alpinen Karren von besonderer Bedeutung ist. Keller unterscheidet fünf verschiedene Formen von Karren, die in unseren Bildern leicht wiederzufinden sind. Seine erste Art von Karren entspricht unseren Kluftkarren, die zweite der inneren Verkarrung und den Löchern, die dritte den eigentlichen Karrenrinnen. In seiner vierten Art von Karren erkennen wir unsere Kannelierung leicht wieder, und seine fünfte Art repräsentiert schliesslich unregelmässige Formen, die ihre Ursache in verschiedenartiger Zusammensetzung des Kalks haben. Auch die trichterförmigen Vertiefungen (Schlote etc.) kannte er schon. Keller schreibt die Karren gänzlich der nagenden Wirkung des Wassers zu.

Auch B. Studer (31) vertritt in seinem Lehrbuch der physikalischen Geographie (1847) diese Auffassung.

Eine andere Gruppe von Forschern legte das Hauptgewicht bei der Deutung der Karren auf das Vorhandensein ehemaliger Gletscher, deren Schmelzwasser in erster Linie als Karrenbildner angesehen wurden. Da wären aus älterer Zeit Agassiz (1, 2), Charpentier (10) zu nennen, aus neuerer Simony (30), Ratzel (27) und Renevier.

Nun erschienen in grosser Anzahl auch Studien über den Karst und die dortigen Karrenformen. Zippe (33) und Hassert (18) verdankt man vor allem grundlegende Arbeiten. Aus diesen Beobachtungen ging deutlich hervor, dass die Karren keineswegs an ehemals vergletscherte Gebiete gebunden sind. Die

vortreffliche Abhandlung von Cvijik (11) über das Karstphänomen gibt eine Übersicht über die von den Karstforschern ausgesprochenen Ansichten.

Eine wichtige Rolle spielte in der Geschichte der Karrenforschung ein Aufsatz von Alb. Heim (19), „Über die Karrenfelder" (1878), in dem die typischen Karren ausgezeichnet geschildert sind und von den Kluftkarren unterschieden werden. Heim schreibt die Karren gänzlich der chemischen Erosion des Wassers zu und erkennt in den Gletschern einen Feind der scharfen Karrenformen. Dieser Arbeit von Heim schliessen sich im wesentlichen auch Penck (Morphologie und andere Arbeiten) und Rollier (28, 29) an, der die Karren im Jura insbesondere studierte.

Eine etwas andere Deutung finden wir ausser z. T. bei Simony (30) bei Eckert (15-17), Lapparent und de Martonne (26). Man geht vielleicht zu weit, wenn man die ganze Karrenbildung der rein chemischen Wirkung des Wassers zuschreibt. Die genannten Autoren heben die mechanische Wirkung neben der chemischen hervor. De Martonne (26) beschreibt Karrenformen in einem groben Sandstein aus den rumänischen Karpathen. Auch aus Granit sind Karrenformen bekannt geworden (vergl. Bauer (4) und Kayser , Lehrbuch der Geologie, 3. Aufl., Bd. I, S. 293). Es handelt sich hier um Regenrillen, wie sie auch in losen Sanden entstehen können. Die mechanische Wirkung des abfliessenden Regenwassers kann offenbar in einzelnen Fällen für die Formung von Karren genügen. Das Gros der Karren verdankt jedoch der chemischen Tätigkeit die Entstehung, wie Heim (19) und Cvijik (11) ausführten. Es ist allerdings nicht die chemische Wirkung stagnierenden, sondern die des rieselnden und abfliessenden Wassers, bei der sich Lösung und mechanischer Transport die Hand reichen.

Inwieweit Humussäuren auf die Karrenbildungen Einfluss haben, weiss man noch gar nicht genau; auch nicht, welche Art die Auflösung des Kalkes unter einer Schuttdecke ist. Genaue Untersuchungen unter Zuhilfenahme von exakten Messungen fehlen noch.

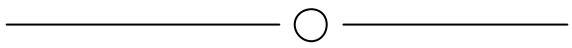
In dieser kleinen Schilderung, bei der die Abbildungen die Hauptsache sein sollen, sowie auch in einem frühern Aufsatz wurde besonders auf Beziehung von Gletschern und Karren hingedeutet. Die Gletscher schaffen für die Karrenbildung günstige, ebene und kahle Flächen. Die Karrenbildungen unserer Voralpen sind daher in den ehemaligen Gletschergebieten am reichsten entwickelt. Die Vegetation bringt die Karrenbildung grösstenteils zum Stillstand. In der höhere Alpenregion vermag sie aber nicht Meister zu werden. Die höchsten Kalkflächen aber, die vor kurzem erst eisfrei geworden sind, zeigen noch keine oder nur untergeordnete Karrenformen.

Wir sehen somit in der Karrenbildung einen fortschreitenden Prozess der Oberflächengestaltung, der durch Klima und Vegetation zum Stillstand gebracht werden kann.

Dass aber nicht Auflösung von Kalk in anderer Weise vor sich gehe, auch da, wo die Vegetation herrscht, soll damit ja nicht gesagt sein. Man trifft auch an solchen Orten mannigfaltige Auflösungs- (Corrosions)-Formen, aber es wäre unrichtig, alle Corrosionsformen als Karren zu bezeichnen.

Einen besondern Typus repräsentieren die hier geschilderten Rundhöcker mit Spuren älterer Verkarrung (Löcherreihen) und einer neuen Rinnenbildung, die jünger ist als der Gletschervorstoss, bei dem die Hügel geschliffen wurden.

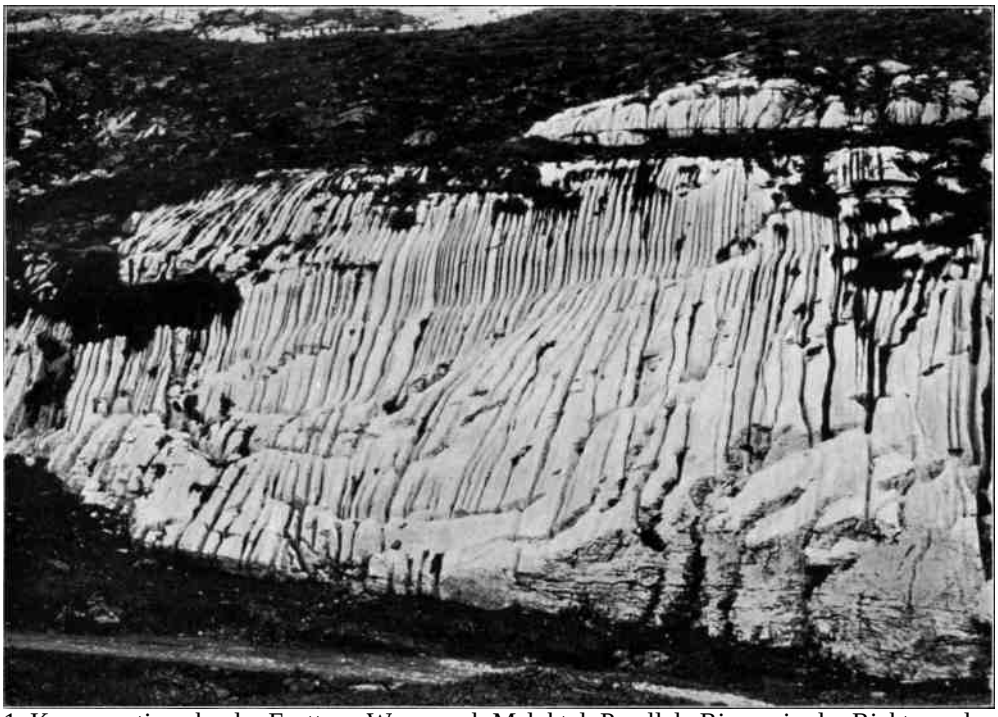
Das Wasser tastet allen, auch den feinsten Unregelmässigkeiten im Gefüge der Gesteine nach. Die Oberflächenformen sind daher bei den Karrenfeldern in hohem Masse von der Gesteinsstruktur, vor allem vom Grade der Zerklüftung und Schichtung abhängig. Jedes Kalkgestein zeigt individuelle Karrenformen. Es ist daher für das Studium der Karren von besonderem Interesse, den Formenschatz in einem und demselben Gestein kennen zu lernen. Aus diesem Grunde mag es gerechtfertigt erscheinen, dass unsere Bilder nur Karren in Malmkalk wiedergeben.



Literatur.

1. Agassiz. Etudes sur les Glaciers (S. 295), 1840.
2. - Système glaciaire (S. 582), 1847.
3. P. Arbenz. Die Karrenbildungen, geschildert am Beispiele der Karrenfelder bei der Frutt im Kanton Obwalden (Schweiz). Deutsche Alpenzeitung, S. 195 u. 224.
4. M. Bauer. Beitrâge zur Geologie der Seychellen. Neues Jahrb. 1898 II, S. 192.
5. Becker. Die Karrenfelder des Exkursionsgebietes. Jahrbuch des S. A. C. XIII, S. 85.
6. E. Chaix. La Topographie du désert de Platé (Haute-Savoie). Le Globe, XXIV, 1895.
7. - Les Lapiés du Désert de Platé. Echo des Alpes, 1896.
8. - Le Silbern (Canton de Schwyz). Contribution à l'étude des Lapiés. Le Globe, XLIV, 1905.
9. E. Chaix et Andre Chaix. Contribution à l'étude des Lapiés en Carniole et au Steinernes Meer. Le Globe, XLVI, 1907.
10. Charpentier. Essai sur les glaciers (S. 101), 1841.
11. Cvijic. Das Karstphänomen. Geogr. Abh. von Penck, V, 1893.
12. L. Distel und F. Scheck. Das Plateau des Zahmen Kaisers. Landeskundl. Forschungen, herausgeg. v. d. Geogr. Ges. München, Heft 11, 1911. (Mit Karte 1:2500 u. Abb.)
13. Ebel. Anleitung, auf die nützlichste und genussvollste Art in der Schweiz zu reisen. 1793 (Artikel Gemmi).
14. - Über den Bau der Erde in den Alpen-Gebirgen (S. 808), 1808.
15. M. Eckert. Das Karrenproblem. Zeitschr. f. Naturwissenschaften, Bd. 68, S. 321, 1896. (Ausführliches Literaturverzeichnis.)
16. - Die Karren oder Schratten. Peterm. Mitt. 1898.
17. - Das Gottesackerplateau im Allgäu. Wiss. Erg.-Hefte z. Zeitschr. d. D. u. Oe. Alpenver. 1902.
18. Hassert. Reise durch Montenegro (S. 134), 1893, u. Beiträge zur phys. Geogr. v. Montenegro. Peterm. Mitt. Erg.-Heft 115, 1895.
19. Alb. Heim. Über die Karrenfelder. Jahrbuch des S. A. C. XIII, S. 421, 1878.
20. — Das Säntisgebirge. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge XVI, 195. Besonders Atlas, Taf. XXII u. XXIII (Phot. Arn. Heim).
21. Arn. Heim. Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe, mit Atlas. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge XX (Erster Teil), 1910. Besonders Atlas (Erster Teil) Taf. VI-IX. (Ausgez. Aufnahmen des Karrenfelds im Schrattenkalk des Mattstock.)
22. Arn. Heim und P. Arbenz. Karrenbildungen in den Schweizeralpen. Geolog. Charakterbilder, herausgeg. von Stille, Heft 10 (7 Tafeln), 1912.
23. Hirzel (Escher). Wanderungen in weniger besuchte Alpengegenden der Schweiz und ihrer nächsten Umgebung (S. 118, 122-128), 1829,

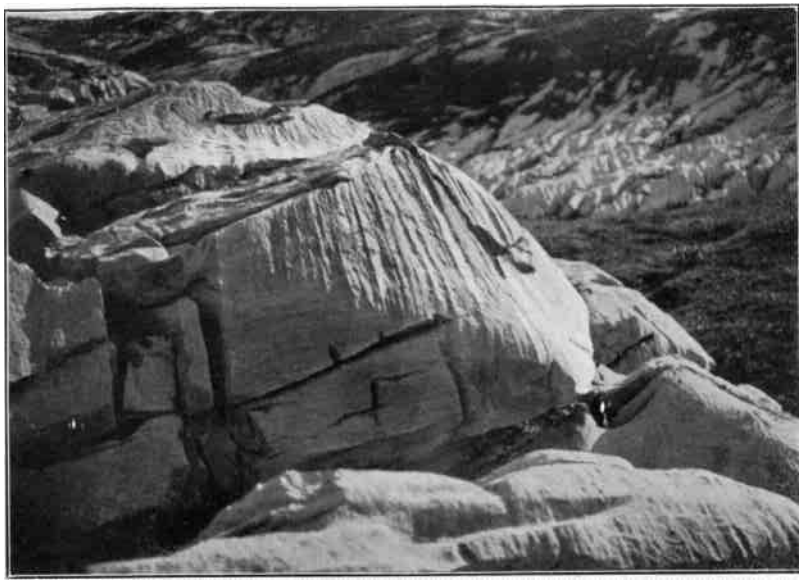
24. (Ferd. Keller). Bemerkungen über die Karren oder Schratten (romanisch Lapiés) in den Kalkgebirgen. (Neujahrsblatt der Naturf. Ges. Zürich 1840.)
25. Martel. L'Oucane de Chabrière (Hautes Alpes). La Montagne II, S. 501, 1906.
26. E. de Martonne. Lapiez dans des grès crétacés (Massif du Bucegiu-Roumaine). Bull. Soc. géol.de France (3), XXVII, 1899, S. 28.
27. Fr. Ratzel. Über Karrenfelder im Jura und Verwandtes. Leipzig 1891 (Dekanatsschrift).
28. L. Rollier. Sur les Lapiés du Jura. Bull. Soc. sc. nat. de Neuchâtel, XXII, 1894.
29. — Les Lapiés dans le Jura français. La Feuille des Jeunes Naturalistes, 1902.
30. Simony. Die erodierenden Kräfte im Alpenlande. Jahrb. d. österr. Alpenvereins, VII, S. 29, 1871. (Ausserdem zahlreiche andere Arbeiten.)
31. B. Studer. Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie, Bd. I, S. 340, 1847 (2. Ausg.).
32. — Notiz über Karrenfelder. Jahrb. d. S. A. C. IX, S. 545, 1874.
33. Zippe. Anhang zu Schmidl, Die Grotten und Höhlen von Adelsberg etc., 1854.



1. Karrenpartie nahe der Frutt am Wege nach Melchtal. Parallele Rinnen in der Richtung des Gefälles.



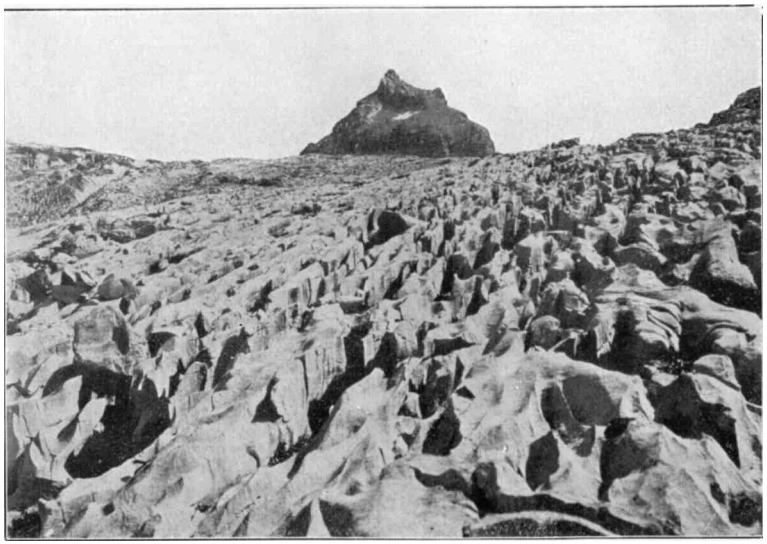
2. Karrenpartie ob der Tannenalp (Obwalden am Wege gegen den Rotsandnollen, 2400 m, in gut gebanktem Kalk. Auf den Schichtflächen unregelmäßige Rinnen und teilweise scharfe Kämme, an den Steilabbrüchen Kannelierung. Sehr spärliche Vegetation.



1. Schichtkopf mit Kannelierung nahe der in Abb. 2 wiedergegebenen Stelle. Auslaugung auf Schichtfugen.



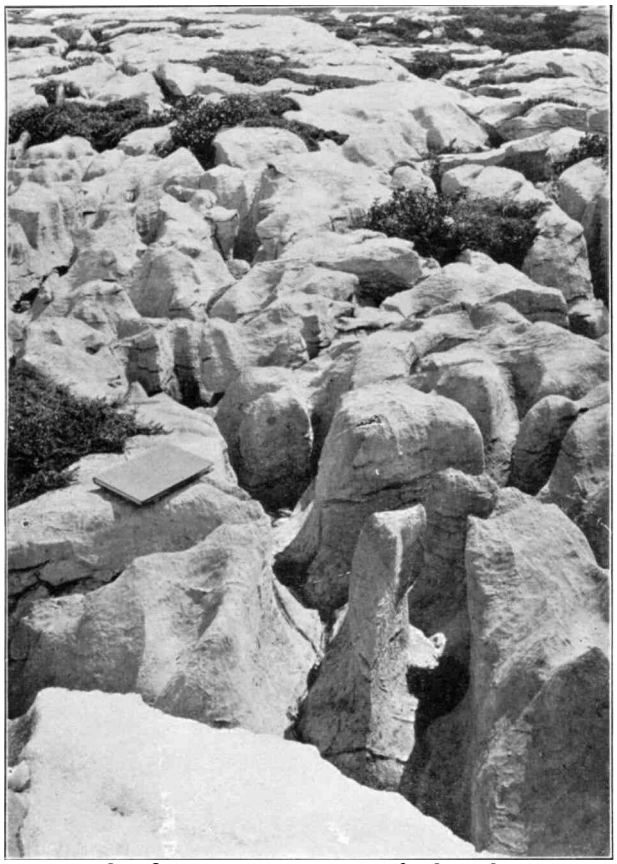
2. Kannelierung an Karrenrippen, nahe der Frutt gegen Dämpfelsmatt. Der Hammerstiel ist 30 cm lang.



3. Wilde Karren östlich der Tannenalp mit dem Graustock, in einer Höhe von etwa 2160 m. Auf schwach geneigter Schichtfläche tiefe, unregelmäßige Rinnen und Spalten.



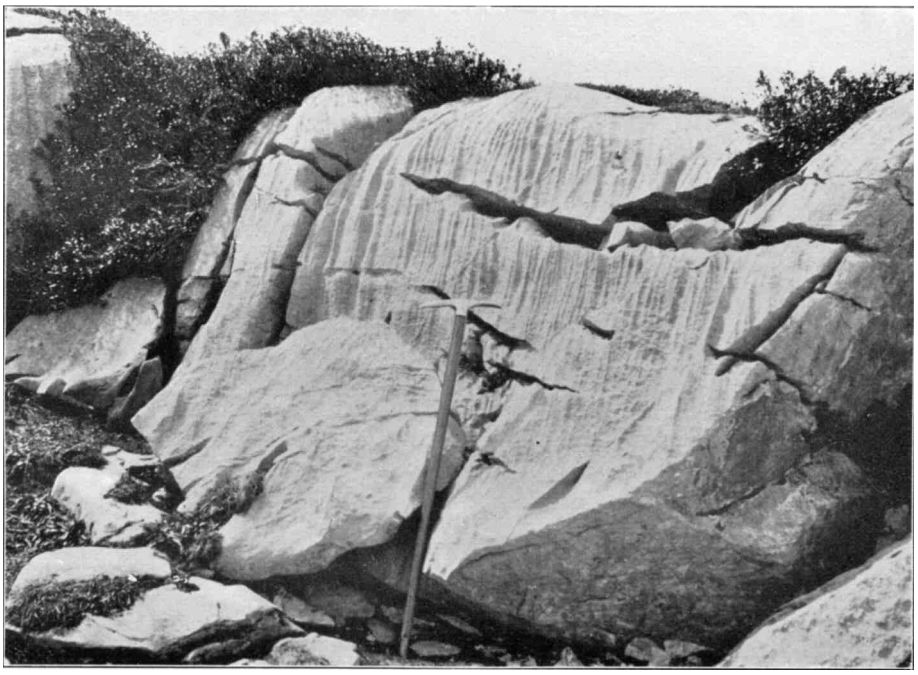
4. Grobe Kannelierung in der Richtung des Gefälles und Auslaugung entlang den Schichtfugen. Höhe der Felspartie 50 cm. Oberhalb der Frutt in den Sehr spärliche Vegetation in den Schratten.



1. Unregelmäßige Rinnensysteme auf schwach geneigter Schicht-Bäche. Ob der Frutt, westlich vom Boni, 2100 m. In den großen Rinnen kleine Sekundärrinnen. Vegetation, z. B. Alpenrosen, in den Löchern. Dar Notizbuch als Maßstab mißt 22×14 cm



2. Karrenpartie bei der Frutt. Unregelmäßige Rinnen mit gerundeten Rippen; zur Hälfte von Vegetation bedeckt.



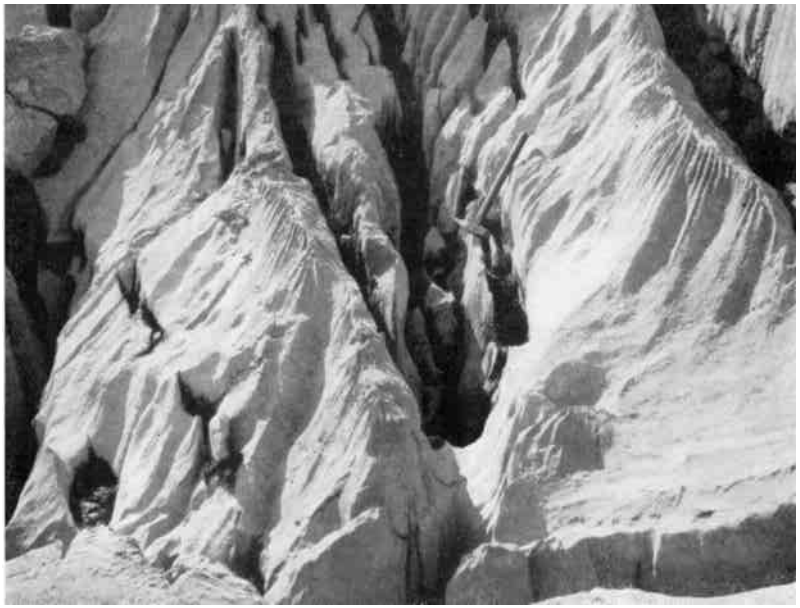
3. Auslaugung auf Schichtfugen und Adern, außerdem Kannelierung. Kleine Karren auf einer Schichtfuge ins Innere des Felsen führend, ferner auf losen Blöcken. Rhododendron hirsutum. Frutt, 2100 m.



1. Karren in gut geschichtetem Malmkalk ob der Tannenalp (Frutt), 2200 m. Auflösung der Bänke in Karrenblöcke.



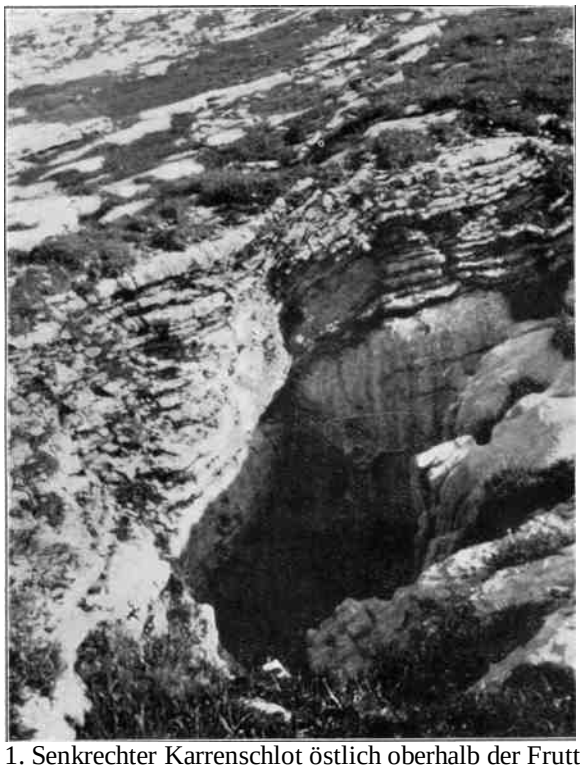
2. Stark geneigtes Karrenfeld in Malmkalk ob der Bannalp (Urirotstockgruppe), 2000 m.



3. Partie aus dem Karrenfeld ob der Bannalp (ca. 2000 m). Siehe Fig. 2. Phot. E. Ganz, Zürich.)



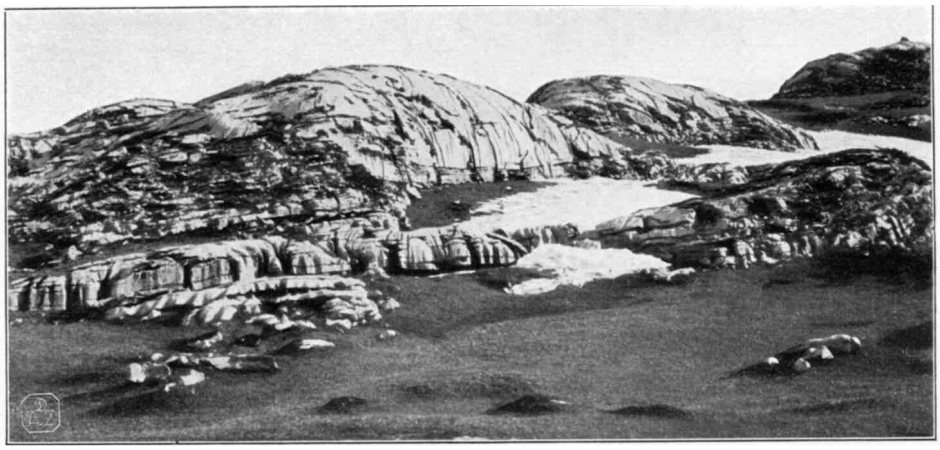
4. Partie aus dem Karrenfeld ob der Bannalp (ca. 2000 m). Siehe Fig. 2. (Phot. E. Ganz, Zürich.)



1. Senkrechter Karrenschlot östlich oberhalb der Frutt in 2030 m Höhe, Durchmesser 3-4 m, Tiefe etwa 30 m.



2. Trichterreihe an einer Bruchfläche östlich der Frutt in 2040 m Höhe. Karrenformen wegen guter Schichtung des Kalkes spärlich.



3. Rundhöcker in den Schratten bei der Frutt, 1940 m Höhe. Stoßrichtung des Eises von rechts nach links, gegen die Schichtköpfe. Angeschliffene, innere Verkarrung (Löcherreihen) älteren Datums, dazu junge Kannelierung. Im Vordergrunde mit Vegetation bedeckte Moräne.

Formales

Format: 22.3 × 28.8 × 0.128 cm, 93 g,
Satzspiegel: 13.6 × 18.6 cm (ohne Seitenzahl)
Bindung: geklammert und geklebt

Umschlag: Blau, gestrichen

Tafeln: weiss, Rasterclichées
Seiten weiss, gestrichen.
Bleisatz, Font: Serifen-Antiqua

Auszeichungen: Sperrung

OCR mit Omnipage 17, beinahe ohne Korrekturen
OCR Seitentreu.

Die Huminsäuren von Seite 6 dürften hauptsächlich als Komplexbildner Wirkung zeigen.

Preis
Fr. Rp.

68. O. Heer: Die Pflanzen der Pfahlbauten. Auf 1866. Als Neujahrsblatt vergriffen. Separate Ausgabe . ..... -.75
69. C. Mösch: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Brugg. Auf 1867 ..... 1.80 .
70. Ed. Gräffe: Reisen im Innern der Insel Viti-Levu. Auf 1868 ..... 1.20
71. A. Menzel: Die Biene. Auf 1869 ..... 1.80
72. G. Schoch: Ein Tropfen Wasser. Auf 1870 ..... -.60
73. A. Escher v. d. Linth u. A. Bürkli: Die Wasserverhältnisse von Zürich. Auf 1871. ..... 1. 80
74. O. Heer: Flachs und Flachskultur. Auf 1872 ..... 1.20
75. R. Wolf : Joh. Feer, ein Beitrag zur Geschichte der Schweizerkarten. Auf 1873 ..... 1.20
76. A. Heim: .Verwitterungsformen der Berge. Auf 1874 ..... 1.20
77. H. Fritz: Kosmische Physik. Auf 1875. ..... 1.20
78. A. Weilenmann: Luftströmungen. Auf 1876 ..... 1.20
79. C. Mösch: Wohin und warum ziehen unsere Vögel. Auf 1877 ..... -.60
80. R. Billwiller: Joh. Kepler. Auf 1878 ..... 1.20
81. C. Keller: Der Farbenschutz in der Thierwelt. Auf 1879 ..... 1.20
82. G. Schoch: Künstliche Fischzucht. Auf 1880 ..... 1:20
83. G. Asper: Gesellschaften kleiner Thiere. Auf 1881 ..... 1.20
84. A. Heim: Ueber Bergstürze. Auf 1882 ..... 1.20
85. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. Auf 1883. Vergriffen ..... -.-
86. J. Jäggi: Die Wassernuss. Auf 1884 ..... 1.20
87. H. Fritz: Die Sonne. Auf 1885 ..... 1.20
88. C. Schröter: Der Bambus. Auf 1886. ..... 1. 80
89. C. Mösch: Der japanische Riesensalamander u. der fossile Salamander von Oeningen. Auf 1887 ..... 1.20
90. R. Billwiller: Die meteorolog. Station auf dem Säntis. Auf 1888 ..... 1.20
91. C. Cramer: Bau und Wachsthum des Getreidehalmes. Auf 1889. Vergriffen ..... -.-
92. Ed. Schär: Das Zuckerrohr. Auf 1890 ..... 1.80
93. A. Heim: Geschichte des Zürichsees. Auf 1891 Vergriffen ..... -. -
94. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde. Auf 1892 Vergriffen ..... --. -
95. A. Forel: Die Nester der Ameisen. Auf 1893 Vergriffen. ..... -.-
96. J. Jäggi: Die Blutbuche zu Buch am Irchel. Auf 1894 ..... 2.40
97. J. Pernet: Hermann von Helmholtz. Auf 1895 ..... 2.40
98. A. Heim (unter Mitwirkung von Léon Du Pasquier und F. A. Forel): Die Gletscherlawine an der Altels am 11. Sept. 1895. Auf 1896 ..... 3.60
99. C. Schröter: Die Schwebeflora unserer Seen (Das Phytoplankton). Auf 1897. Vergriffen ..... -.—
100. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. Auf 1898 ..... 3.60
101. Ulr. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle ..... vom Piz Aul im Bündneroberland. Auf 1899 ..... 2.40
102. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. Auf 1900 ..... 2.40
103. C. Schröter: Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. Auf 1901 ..... 3.-
104. K. Hescheler: Sepia officinalis L. Der gemeine Tintenfisch. Auf 1902 ..... 3. -
105. A. Weilenmann: Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi. Auf 1908 ..... 3. -
106. H. Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz ..... an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. Auf 1904 . ..... 3.60
107. A. Heim.: Neuseeland. Auf 1905 ..... 3.60
108. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. Auf 1906 ..... 3.-
109. M. Rikli: Kultur- und Naturbilder von der spanischen Riviera. Auf 1907 ..... 3.60
110. A. Heim: Der Bau der Schweizeralpen. Auf 1908 ..... 3.-
111. K. Hescheler: Der Riesenhirsch. Auf 1909 ..... 3.-
112. Th. Herzog: Reisebilder aus Ost-Bolivia. Auf 1910 ..... 3.-
113. Arn. Heim: Über Grönlands Eisberge. Auf 1911 ..... 3.-
114. Alfred de Quervain: Aus der Wolkenwelt. Auf 1912 ..... 3.-

Alle diese Neujahrsblatter, mit Ausnahme der vergriffenen Nr. 9 (auf 1807), 13 (auf 1811), 68 (1866), 85 (1883), 91 (1889), 93 (1891); 94 (1892), 95 (1893) und 99 (1897), können durch die Buchhandlung von Beer & Cie. in Zürich bezogen werden.

1913

Druck von Zürcher & Furrer.