H. N. C. Maui.

Zu Ergänzungen
und Berichtigungen

Beilage
zur
Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen
Alpenvereins
1878.

Anleitung
zu
wissenschaftlichen Beobachtungen
auf
Alpenreisen.

Herausgegeben
vom
Deutschen und Oesterreichischen Alpenverein.

Erste Abtheilung:

Orographie und Topographie. Hydrographie, Gletscherwesen, von Generalmajor **C. von Sonklar.**

Kurze Anleitung zu geologischen Beobachtungen in den Alpen von Oberbergrath Professor **Dr. C. W. Gümbel.**

Vorwort.

Die Tendenz des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins, wie sich dieselbe nach dem Wortlaute der Statuten ergibt und nach der Thätigkeit des Vereins im Laufe der Jahre erwiesen hat, ist keine rein wissenschaftliche. Abgesehen von den vorhandenen praktischen Zielen besitzt dieselbe offenbar auch eine ästhetische Seite, die nicht weniger als jene unserer aufmerksamen Pflege bedarf. Denn in der Gleichbetheiligung wissenschaftlicher und künstlerischer Interessen dürfte gerade für die Meisten das eigenthümlich Anziehende der Alpenreisen, in ihrer gleichmässigen Berücksichtigung somit die Aufgabe eines grösseren Alpenvereins zu finden sein.

Damit ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen, dass die eine oder andere Unternehmung eines solchen Vereins einmal lediglich auf das eine Gebiet, wie z. B. im gegenwärtigen Falle auf das wissenschaftliche, sich erstrecken könne; nur gebietet in dieser Hinsicht der Zweck des Vereins, allzutiefes Eindringen in fachwissenschaftliche Einzelheiten zu vermeiden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass durch die

folgenden Arbeiten nicht Naturforscher im Alpengebiete gebildet werden wollen. Eine solche Absicht liesse sich hier aus naheliegenden Gründen nicht realisiren; es bedürfte hiezu selbstverständlich ganz anderer Einrichtungen, als sie einem Alpenverein zu Gebot stehen.

Obwohl dies aber von vornherein klar liegt, so steht doch unserer Ansicht nach der Werth des gegenwärtig Dargebotenen ausser Frage.

Wir erblicken in diesem Unternehmen einen Versuch — in neuer Form — zur Popularisirung derjenigen Wissensgebiete, welche zur Kenntniss der Alpen in besonderer Beziehung stehen.

Vielleicht könnte man daher gegen dasselbe alle jene Einwendungen erheben, die gegen populäre Darstellungen bestimmter Wissensbereiche überhaupt vorgebracht zu werden pflegen. In diesem Falle würden sich aber auch diejenigen Vertheidigungsmittel gebrauchen lassen, welche dort mit vollem Recht geltend gemacht werden.

Die Wissenschaft ist nun einmal in unserer jetzigen Weltauffassung nichts vom öffentlichen Leben und vom Gedankenkreise des Einzelnen so abseits liegendes, bezüglich der Förderung der Cultur nichts so untergeordnetes, dass es möglich oder räthlich wäre, dieselbe für eine besondere Klasse von Gebildeten, die eigentlichen Forscher, zurückzubehalten, selbst auf die Gefahr hin, dass die letzteren über mangelhafte Auffassung ihrer Lehren, ja über manche Missverständnisse sich zu beklagen hätten.

In zahlreichen Fällen besitzt schon der blosse Wille, der sich in bestimmter Richtung äussert, einen hohen Werth, insbesondere wenn derselbe bei Vielen gleichzeitig sich kundgibt; auch die wissenschaftliche Geistesrichtung vermag erst dann zu ihrem wahren Einfluss auf das Staatsleben und auf die Entwicklung unserer Gesellschaft zu gelangen, wenn ihre Bedeutsamkeit von einer erheblichen Zahl von Menschen anerkannt und nöthigenfalls in Schutz genommen wird.

Alle höheren geistigen Leistungen sind so sehr vom Willen und Vermögen des Individuums abhängig, dass sie niemals erzwungen, nur in einzelnen Fällen absichtlich herbeigeführt werden können. Jeder Universitätslehrer wird sich in der Regel damit begnügen müssen — und in Anbetracht der Verhältnisse auch begnügen können —, auf seine Zuhörer anregend gewirkt zu haben; um wie viel mehr wird dies bei Abhandlungen der Fall sein, die auf ein grösseres und verschiedenartig vorgebildetes Publicum zu wirken bestimmt sind.

In diesem Sinne möchten wir das gegenwärtige Unternehmen beurtheilt wissen. Wir hegen die Ueberzeugung, dass die nachfolgenden Arbeiten guten Erfolg haben werden, und glauben es als einen erfreulichen Fortschritt der Thätigkeit unseres Vereins bezeichnen zu können, wenn es, wie wir hoffen, gelingt, bei einem grösseren Theile unserer Vereinsmitglieder Interesse für wissenschaftliche Thätigkeit im Bereich der Alpenkunde, bei einem kleineren Theile derselben, und vielleicht gerade bei solchen, die ohnehin

den Naturwissenschaften nicht ferne stehen, lebendige Antheilnahme an der wissenschaftlichen Erforschung des Alpengebietes neu erweckt und mannigfaltige Anregung gegeben zu haben.

Allen jenen hochgeschätzten Männern der Wissenschaft, welche in so entgegenkommender und aufmunternder Weise unser Unternehmen durch Beiträge ermöglicht haben und fördern, sei hiermit Namens des Vereins der wärmste Dank ausgesprochen.

München, im August 1878.

Der Central-Ausschuss
des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins.

Orographie und Topographie.

Hydrographie. Gletscherwesen.

Von

Generalmajor C. von Sonklar.

Mit 6 Figuren.

Orographie und Topographie.

Unter der Orographie versteht man die Lehre vom Gebirge, d. i. die Beschreibung seiner erhöhten wie seiner vertieften Formen.

Zur orographischen Kenntniss des Gebirges gehört einerseits die klare Einsicht in seine horizontale Ausbreitung und Gliederung und anderseits die Bekanntschaft mit seinen vertikalen Abmessungen, d. i. mit seiner Höhe. Derjenige der den Zwecken der Orographie dienen will, bedarf bei seinen Reisen eines Quecksilber- oder eines Aneroidbarometers und, für den Fall als er Besonderes leisten will, eines Winkelmess-Instrumentes, welches in portativer Form nicht schwer zu finden ist.

Die horizontale Ausbreitung und Gliederung des Gebirges zeigt die Karte; diese lehrt die Zahl, Streichrichtung, Länge und den Zusammenhang der Ketten, aus denen das Gebirge besteht. Ist die Karte richtig gezeichnet, so wird sich dem Reisenden in dieser Beziehung nicht leicht eine Gelegenheit zu besonderen Bemerkungen darbieten. Immerhin aber wird es vorkommen können, dass in der Karte die Verbindung zweier Ketten unrichtig dargestellt ist. Dies wird z. B. dann der Fall sein, wenn die Karte als den Knotenpunkt zweier Ketten nicht den wahren sondern einen anderen nahestehenden Gipfel angibt. Hier wird die entsprechende Bemerkung am Platze sein.

Bei den vertikalen Abmessungen unterscheiden wir die der Kämme und jene der Thäler. Aus der Art wie diese Abmessungen von einem Orte zum anderen sich verändern, entsteht der ganze unermessliche Formenreichthum des Gebirges.

Was die Höhenmaasse in den Gebirgskämmen anbelangt, so werden die noch nicht gemessenen Höhen von Gipfel- und Sattel-

punkten willkommen sein. In den meisten Theilen unserer Alpen ist die Zahl der gemessenen Gipfel sehr gross, namentlich ist dies in Tirol der Fall, wie aus der neuen Generalstabskarte dieses Landes zu ersehen ist. Weiter gegen Osten hin ist die Menge der gemessenen Gipfelhöhen relativ geringer, obwohl auch hier durch die Arbeiten der k. k. geologischen Reichsanstalt, der Landesvereine und Einzelner Namhaftes geleistet worden ist. Dennoch gibt es in allen Theilen unserer Alpen noch gar manchen Gipfel, dessen absolute Höhe noch nicht eruirt ist, und gerade auf diese wäre von den Reisenden ein besonderes Augenmerk zu richten.

Weit geringer ist jedoch die Zahl der eruirten Sattelhöhen und doch sind diese für weitere orometrische Höhenrechnungen eben so wichtig als die Gipfelhöhen. Die Ursache dieses Mangels liegt offenbar darin, dass die Sattelpunkte gewöhnlich von der Ferne minder gut gesehen und von den Geometern deshalb auch nicht berücksichtigt werden können. Die Messung der Sattelhöhen wird deshalb den reisenden Mitgliedern besonders warm empfohlen.

Diese Messungen können beim Ueberschreiten der betreffenden Sättel theils auf barometrischem, theils auf trigonometrischem Wege geschehen. Barometrisch geschehen sie durch Ablesung des Barometerstandes oder der Anzeigungen des Aneroids, unter Angabe des Tages und der Stunde der Beobachtung sowie der Temperatur von Luft und Quecksilber; trigonometrisch aber durch Messung des Vertikalwinkels, den die Visur nach einem ausgezeichneten nahegelegenen Gipfelpunkte mit dem Horizonte des betreffenden Sattels einschliesst. Ist noch ein zweiter oder dritter Gipfelpunkt dieser Art in Sicht, so wäre der Vertikalwinkel auch für diesen Punkt zu messen.

Hat der Reisende irgend einen Gipfel von genau ermittelter absoluter Höhe erstiegen und ist er im Besitze eines Instrumentes zur Messung von Höhenwinkeln, so kann er durch Visuren auf die in den gegenüberliegenden Gebirgskämmen eingeschnittenen Sättel, vorausgesetzt, dass die wirklichen Sattelpunkte von seinem Standorte aus genau erkennbar sind, zur Bestimmung der Höhen dieser Sättel gelangen.

Jedoch ist hier die grösste Vorsicht sowohl bei der Visur selbst als auch bei der richtigen Bezeichnung der betreffenden Sättel nothwendig. Der eigentliche Sattelpunkt ist nicht immer gut sichtbar und es kann leicht die perspectivische Verschneidung zweier Abdachungen als Sattelpunkt angesehen werden; ist anderntheils die Angabe des pointirten Sattels unrichtig oder unklar, so kann es leicht geschehen, dass die für die Höhenrechnung erforderliche Länge der horizontalen Coordinate zwischen Standort und Sattel irrig bestimmt und dadurch die Höhe des letzteren unrichtig erhalten wird.

Die Ausführung der betreffenden Höhenrechnungen könnte entweder durch den Beobachter selbst geschehen, oder es würden die eingesendeten Rechnungselemente von der Vereinsleitung einem mit diesen Dingen vertrauten Mitgliede zur weiteren Verarbeitung übergeben werden.

In beiden Fällen wären jedoch bei der Publikation der Rechnungsresultate die Beobachtungsdaten anzuführen.

Bei der Messung der Thalhöhen sind die Bestimmung des Thalausganges sowie des Thalanfanges, dann die das Thalprofil bestimmenden Punkte erforderlich. Der Thalausgang ist die Ausmündung des Thales in das Flachland oder in ein anderes grösseres Thal. Der Thalanfang ist jener Punkt, an welchem sich die Sohle des Thales mit seinem Hintergehänge verschneidet.

Die Höhenbestimmung der zwischen Thalanfang und Thalausgang liegenden Thalpunkte ist für die Kenntniss der Thalbeschaffenheit im Sinne seines Längenprofiles wichtig. Umstehende Zeichnung wird dies versinnlichen.

Der Thalanfang ist nicht immer deutlich in der Natur erkennbar, was dann der Fall ist, wenn das Hintergehänge mit sanftem Fall in die Thalsohle übergeht. Findet dies statt, so lässt sich, nach unserer Ansicht, der Anfangspunkt des Thales dadurch leicht bestimmen, dass man aus einiger Entfernung etwa über einen geraden Bergstock und über die Thalsohle hinweg, gegen das Hintergehänge visirt und auf diesem den Punkt ins Auge fasst, wo die Visur den Boden berührt. Dieser Vorgang stösst in der Natur nur selten auf Schwierigkeiten.

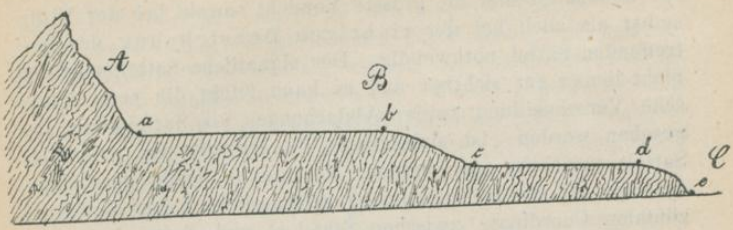


Fig. 1.

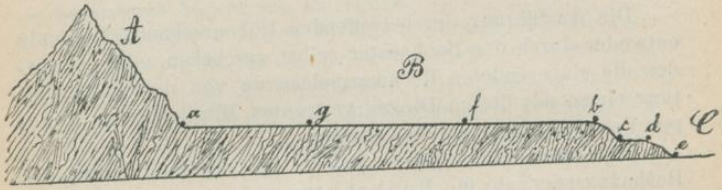


Fig. 2.
A ist das Hintergehänge, *B* das Längenprofil des Thales, *C* ist das Flachland oder das Hauptthal, in welches das Thal *B* ausmündet, *a* ist der Thalanfang, *e* der Thalausgang, *b*, *c* und *d* sind Thalpunkte, deren Höhen das Thalprofil bestimmen.

Wie wichtig die Höhenbestimmung der zwischenliegenden Punkte *b*, *c*, *d* in den obigen Profilen, ist aus den vorstehenden Zeichnungen ersichtlich. Sie geben ein auf numerischen Daten ruhendes klares Bild von dem Stufenbau des Thales (wo er vorkommt), von der Höhe und der Steilheit der Stufen und von der Mittelhöhe des ganzen Thales, mit allem was davon abhängt. (Bewohnbarkeit, Culturfähigkeit etc.).

Ist irgend eine sanft abfallende Thalterrasse (*a*, *b* und *c*, *d* in den beiden Zeichnungen) von namhafter Länge, so wird die Höhenbestimmung von noch einem oder zwei Punkten (*f*, *g*) nützlich sein.

Was die Formenverhältnisse des Gebirges betrifft, so ist es, bei der ausserordentlichen Mannichfaltigkeit derselben, wohl etwas schwierig, die interessanteren Objecte der Gebirgsplastik näher zu bezeichnen. Ein Kenner der Alpen weiss es ja ohnehin, welche Formen seltener und deshalb einer beson-

deren Aufmerksamkeit würdig sind. Ich will es indess versuchen, einige dieser Formen speciell anzuführen.

1) Sehr auffällige, durch Zierlichkeit, Regelmässigkeit, extravagante Gestalt, grosse Steilheit und dergl. ausgezeichnete Gipfelbildungen, wie z. B. gewisse Hörner, Thürme, Krummhörner, Schneiden u. dergl. (Siehe Allgem. Orographie von C. v. Sonklar, pag. 59.) Hier wären leicht gezeichnete Skizzen, unter Anführung des Punktes, von welchem sie aufgenommen, wünschenswerth.

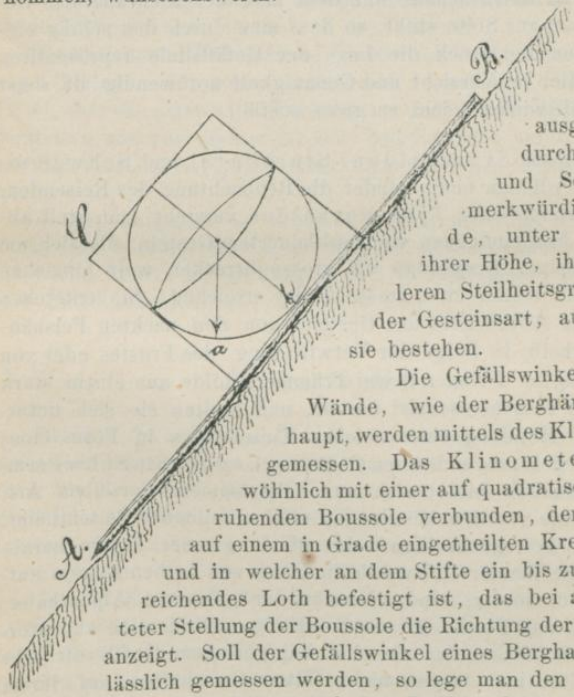


Fig. 3.

2) Sehr ausgedehnte, durch Höhe und Schroffheit merkwürdige Wände, unter Angabe ihrer Höhe, ihres mittleren Steilheitsgrades und der Gesteinsart, aus denen sie bestehen.

Die Gefällswinkel solcher Wände, wie der Berghänge überhaupt, werden mittels des Klinometers gemessen. Das Klinometer ist gewöhnlich mit einer auf quadratischer Basis ruhenden Boussole verbunden, deren Nadel auf einem in Grade eingetheilten Kreise spielt und in welcher an dem Stifte ein bis zum Kreise reichendes Loth befestigt ist, das bei aufgerichteter Stellung der Boussole die Richtung der Lothlinie anzeigt. Soll der Gefällswinkel eines Berghanges verlässlich gemessen werden, so lege man den (geraden) Bergstock derart auf den Boden, dass seine Lage möglichst genau mit der allgemeinen, d. h. mittleren Richtung des Berghanges übereinstimmt. Durch Aufsetzen des Klinometers auf den Bergstock und Abzählen der Grade des

Bogens, den das Loth mit dem senkrecht auf den Bergstock stehenden Diameter des Kreises einschliesst, erhält man den gesuchten Gefällswinkel.

Es sei in der Figur 3 (Seite 7) *A*, *B* der auf dem Berghange liegende Alpenstock, *C* das Klinometer, so ist das Gradmaass des Bogens *a*, *b* der Neigungswinkel des Berghanges. Handelt es sich um die Eruirung des Abfallswinkels einer nicht leicht beschreitbaren Felswand, so ist es nothwendig, einen Standpunkt aufzusuchen, auf dem man der Richtung des Gefälls genau zur Seite steht, so dass man durch den schräg eingerammten Bergstock die Lage der Gefällslinie repräsentiren kann. Hier ist Vorsicht und Genauigkeit nothwendig, da sonst der Gefällswinkel leicht zu gross ausfällt.

3) Grosse Sturzhalden, Sturzkegel und Schwemmkegel verdienen nicht minder die Beobachtung des Reisenden. Unter Sturz- oder Trümmerhalden versteht man steil abfallende Ansammlungen von verkleinertem Gestein, die sich am Fusse felsiger Berghänge oft grosse Strecken weit hinziehen und nicht selten eine grosse Höhe erreichen. Sie entstehen durch das Abbröckeln des Gesteins von den nackten Felshängen oberhalb, in Folge der Verwitterung, des Frostes oder von Blitzschlägen. Dringen derlei Trümmergebilde aus einem stark geneigten Felseneinschnitt hervor, und breiten sie sich unterhalb der Mündung eines solchen Einschnittes in Form eines halben Kegels aus, so heissen sie Sturzkegel. Ein Schwemmkegel endlich bildet sich aus Felstrümmern derselben Art, nur dass sie vor den Mündungen steil abfallender Seitenthäler, durch die bewegende Kraft des oft in grosser Menge herabstürzenden Wassers, ebenfalls in Form von halben Kegeln aufgeschüttet worden sind. Manche der grösseren Alpenthäler, wie z. B. das Etsch-, Drau-, Innthal u. a. sind reich an interessanten Schuttkegeln; sie sind bei geringem Gefäll oft sehr ausgebreitet und tragen nicht selten Ortschaften auf ihrem Rücken. Kleine Exemplare fallen nicht selten mit grosser Steilheit ab, und wenn dies der Fall, dann ist auch die Ausmittlung des mittleren Neigungswinkels ihrer Oberflächen gegen den Horizont von Werth.

4) Von noch grösserem Interesse ist die Beschreibung recenter Bergbrüche oder Bergschlipfe. Ein Bergbruch ist der Absturz einer grösseren Partie des Berggehänges zu Thal, was natürlich oft von grossen Verwüstungen der Thalsohle und der auf dem Wege des Bergbruches liegenden Wälder und Culturen begleitet ist. Ein Bergschlipf hingegen ist das Abgleiten der mit Gras und Bäumen bewachsenen und desshalb mehr oder minder fest zusammenhaltenden Vegetationskrume über die glatte, felsige Unterlage eines Thalhanges. Beide Erscheinungen gehören zu den seltenen.

5) Auch neue Murbrüche, durch welche sich neue Schuttkegel bilden, oder schon bestehende vergrössern, in beiden Fällen aber die plastischen Verhältnisse der betreffenden Gegend verändern und zuweilen sogar neue Seebildungen auf dem Thalgrunde veranlassen, sind einer umständlichen Beschreibung werth.

6) Neu aufgefundene Höhlen wären mit aller Umständlichkeit zu beschreiben. Aber auch bei schon bekannten Höhlen wären neuere Entdeckungen und Veränderungen mit gleicher Umständlichkeit zu schildern u. s. w.

Hydrographie.

Bei den Quellen im Gebirge ist, wenn sie nicht durch besondere Eigenschaften eine erhöhte Aufmerksamkeit ansprechen, die Ermittlung ihrer Temperatur ein Gegenstand von Wichtigkeit. Doch haben diese Daten nur dann Werth, wenn zugleich die absolute Höhe der Quelle, der Tag der Beobachtung und die Lage der Quelle gegen die Sonne angegeben ist. — Die Kenntniss der Quellentemperaturen dient zur Ermittlung der mittleren Bodenwärme. Es versteht sich von selbst, dass bei diesen Temperaturbestimmungen die Ablesung der Grade des eingetauchten Thermometers erst dann geschehen darf, wenn die Anzeigung desselben constant geworden ist.

Manche Quellen sind durch ihren grossen Wasserreichthum merkwürdig. Sehr starke Quellen werden am häufigsten

in den Kalkgebirgen gefunden, doch kommen dieselben auch in Schiefergebirgen vor.

Um den Wasserertrag einer Quelle zu bestimmen, ist es nothwendig, an einer geeigneten Stelle des von der Quelle gebildeten Flüsschens oder Baches den Flächeninhalt seines Querprofiles und die Laufgeschwindigkeit des Wassers aufzufinden.

Den Flächeninhalt des Querprofiles erhält man durch Messung der Wassertiefe in bestimmten gleichen Abständen. Das Mittel aus den Wassertiefen multiplicirt mit der Breite des Gewässers gibt die gesuchte Grösse. — Die Laufgeschwindigkeit des Wassers hingegen wird gefunden, wenn man die in Secunden angegebene Zeit aufsucht, welche ein auf dem Wasser schwimmender Körper benöthigt, um eine im Voraus abgemessene Strecke zurückzulegen. Die Division der Länge dieser Strecke durch die gefundene Secundenzahl gibt die Geschwindigkeit des Wassers pro Secunde. Multiplicirt man sofort das Querprofil mit der Geschwindigkeit, so erhält man die Wassermenge, welche die Quelle in einer Secunde liefert. Ein Beispiel wird dies erläutern.

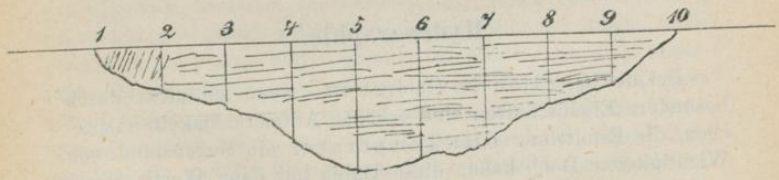


Fig. 4.

Es seien in dem vorstehenden Querprofile eines Quellenabflusses die Punkte 1—10 je 20 cm von einander und von den Ufern entfernt und die gefundenen Wassertiefen seien

für 2 . .	12.6 cm	für 6 . .	33.3 cm
„ 3 . .	15.8 „	„ 7 . .	29.6 „
„ 4 . .	21.7 „	„ 8 . .	27.6 „
„ 5 . .	37.8 „	„ 9 . .	18.4 „

so ist das arithmetische Mittel 24.8 cm.

Da nun die Breite des Baches 180 cm beträgt, so ist der Flächeninhalt des Querprofiles 24.8 cm. × 180 cm. = 4464 qcm. = 0.4464 Q.-Meter. Man habe nun am Ufer des Baches eine Linie von 30 Metern abgesteckt und gefunden, dass ein in die Mitte des Baches geworfenes Stückchen Holz 10 Secunden benöthigt, um diese Strecke zurückzulegen, so ist 30 m : 10 = 3 m die Geschwindigkeit und demnach 0.4464 × 3 = 1.3392 Cubikmeter, das ist die Wassermenge, welche die Quelle in einer Secunde oder

1.3392 × 3600 = 4821 Cubikmeter,

die Wassermenge, die sie in einer Stunde liefert.

Bei grösseren Gebirgsbächen gewährt es oft ein besonderes Interesse, die Temperatur derselben an einem und demselben warmen Sommertage an verschiedenen Stellen ihres Laufes zu messen. Aus den gewonnenen Daten lassen sich Schlüsse auf die Erwärmungsfähigkeit des Wassers durch die Sonne unter gewissen Umständen ziehen. Der wichtigste dieser Umstände ist das Gefäll des Baches. Denn es ist begreifich, dass, wenn das Gefälle stark ist und das Wasser dabei, über das unebene Bett hinschiessend, sich häufig zertheilt und mit der Luft, sowie mit den Wärmestrahlen der Sonne in eine innigere Berührung tritt, die Erwärmung eine grössere sein wird, als wenn der Bach ruhig dahinfliesst. Auch der Zustand des Wassers mit Beziehung auf seine Klarheit ist hierbei von Belang, wesshalb anzumerken ist, ob der Bach klares oder trübes und in welchem Grade trübes Wasser führte.

Der Bach muss jedoch, wie gesagt, ein grösserer sein, da sonst seine Temperatur durch die Temperatur der in ihn einfallenden Nebenbäche allzusehr alterirt wird.

Bei Wasserfällen sind, wenn dies nicht schon geschehen, die absoluten Höhen ihrer oberen und unteren Endpunkte zu messen.

Bei Seen wären die Tiefen wo möglich an mehreren Punkten, und die Temperaturen des Wassers in verschiedenen Tiefen zu ermitteln. Derlei Operationen bedürfen jedoch besonderer Vorkehrungen und besonderer Instrumente, wesshalb sie nicht leicht von Laien ausgeführt werden können.

Die Betten der Gebirgsbäche bieten nicht selten Gelegenheit zu interessanten Notizen dar. Bei Hochwässern werden sie nicht selten mit neu herbeigetragenen grossen Felsblöcken erfüllt, aus deren Volum sich Schlüsse auf die Transportfähigkeit des Wassers, sowie umgekehrt aus der durch die Grösse der Blöcke eruirten Transportfähigkeit desselben auf die bei jenen Hochwässern vorgekommenen Wassergeschwindigkeiten ziehen lassen. — An manchen Orten haben sich die Bäche, besonders die rasch fallenden Seitenbäche, tiefe Schlünde durch festes Gestein ausgenagt, Schlünde, die bei grosser Engheit eine oft bedeutende Tiefe erreichen. Sind solche Erosionsschlünde überbrückt, so kann ihre obere Breite und ihre Tiefe mit einem Bindfaden leicht gefunden werden. Ich erinnere diesfalls an den Einschnitt des Tuxer Baches bei Finkenberg und an den der Goritnica bei der Flitscher Klause.

Da über die Höhe der Schneegrenze in den verschiedenen Theilen unserer Alpen bis jetzt eine auffallend geringe Zahl von Beobachtungen vorliegt, so sind neue verlässliche Messungen in hohem Grade wünschenswerth. Der Erfahrene weiss jedoch, dass die Sache ihre grossen Schwierigkeiten hat, weil die Schneegrenze in der Natur eine ausserordentlich unklar sich aussprechende Linie darstellt und desshalb an Ort und Stelle mit Sicherheit nicht zu erfassen ist. Es würde hier zu weit führen, wenn wir die Art und die Ursachen dieses unsicheren Auftretens der Schneegrenze auseinandersetzen wollten. Es genüge die Bemerkung, dass es nicht zum Verwundern wäre, wenn die von zwei Beobachtern in derselben Gegend gefundenen Höhen der Schneegrenze um 1000 oder mehr Fuss von einander abwichen.

Auf directem Wege lässt sich demnach die Höhe der Schneegrenze nicht leicht bestimmen, aber auf indirectem Wege mag dies gelingen. Jedermann weiss, dass sich die untere Grenze des ewigen Schnees von der Ferne angesehen als eine durchaus gerade und dabei auch ziemlich scharf markirte Linie zu erkennen gibt. Es wäre demnach die fragliche Messung von der Ferne aus etwa wie folgt zu versuchen. Es sei in dem nebenstehenden Diagramm (Fig. 5) A ein Hochkamm und b, c die Schneegrenze, deren Höhe man zu messen beabsichtigt; B sei ein dem

Kamme *A* gegenüberliegender und von ihm etwa zwei Meilen entfernter zweiter Hochkamm, und *C* das Thal zwischen beiden, welches die freie Aussicht von *B* nach *A* ermöglicht. Der Beobachter beabsichtigt nun, den Kamm *B* zu ersteigen und ist, nebst einem Barometer oder Aneroid, noch mit einem künstlichen

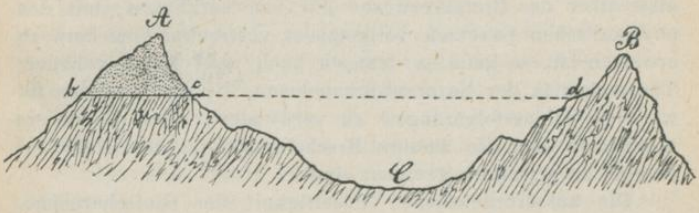


Fig. 5.

Horizont (etwa mit einem Nivellir- oder einem genau construirten Winkelmess-Instrumente) versehen. Durch mehrmalige Aufstellung seines Instrumentes wird es ihm in vielen Fällen mit aller Leichtigkeit gelingen, jenen Punkt *d* aufzufinden, von welchem die Visur nach der Schneelinie *b*, *c* eine horizontale Linie gibt. Hat er diesen Punkt gefunden, so ist die barometrisch oder, wenn dieser Punkt sich in der Karte genau bezeichnen lässt, die trigonometrisch eruirte Höhe dieses Punktes auch die Höhe der Schneegrenze auf dem Kamme *A*.

Der Umfang oder vielmehr die Reste grosser, die Sohlen der Thäler oft noch im Spätsommer bedeckender Schnee- und Eislawinen, so wie die dabei mit unterlaufenen Verwüstungen und besonderen Vorfälle böten zuweilen den Stoff zu interessanten Notizen.

Gletscherwesen.

Es wird gewiss nicht vielen unserer Mitglieder unbekannt sein, dass das eigentliche Wesen der Gletscher, d. h. die allmähliche Bildung des Eises aus dem Firn der Hochregion, die Entstehung der Structur der Gletscher aus abwechselnden Lagen weissen und blauen Eises, so wie die Ursache der Glet-

scherbewegung, d. h. der unablässigen langsamen Wanderung jedes materiellen Punktes im Eise von der Höhe zur Tiefe, zu jenen Dingen gehört, die nichts weniger als endgiltig erkannt und entschieden sind, und die demnach noch ziemlich offene naturwissenschaftliche Fragen bilden.

Wenn nun auch eine ausgiebige Förderung unserer Kenntnisse über das Gletscherwesen nur von wirklichen, mit den physikalischen Gesetzen vollkommen vertrauten Forschern zu erwarten ist, so kann es dennoch auch wohl Laien gelingen, Thatsachen in der Natur wahrzunehmen, die als Prämissen für wichtige Schlussfolgerungen zu verwenden, oder die unsere Kenntnisse über die äussere Erscheinungsform der Gletschergebilde zu erweitern geeignet sind.

Die ausserordentliche Vielseitigkeit des Gletscherphänomens macht es uns nicht leicht, Dasjenige zu bezeichnen, was wir hier der Aufmerksamkeit des Reisenden speciell empfehlen möchten. Die Ermittelung vieles Wünschenswerthen setzt auch in dem Beobachter eine umfassende Kenntniss des Gletscherwesens (bei welcher diese Anleitung ohnehin überflüssig) oder einen längeren Aufenthalt auf einem bestimmten Gletscher voraus. Ich will hier desshalb nur jene Beobachtungen bezeichnen, die von dem Reisenden gleichsam en passant gemacht werden könnten.

1) Die Messung der actuellen Höhe des Gletscherendes, gleichviel ob hierüber ein Datum bekannt ist oder nicht. Diese Höhen sind ja von Jahr zu Jahr in kleineren und in längeren Zeitperioden in grösserem Maasse veränderlich.

2) Die Angabe, ob das Gletscherende im letzten Jahre oder in den letzten Jahren vorwärts geschritten oder zurückgewichen ist.

Das Vorschreiten wird aus den durch das Zusammenschieben entstehenden wulstartigen, an das Gletscherende dicht anschliessenden Anhäufungen des Moränenschuttes, das Zurückweichen aber durch den Abstand des Eises von dem letzten Moränenwulste zu erkennen sein. Das Maass des Zurückweichens kann allenfalls mit Schritten (längs der Mittellinie des vom Eise entblössten Raumes oder längs dem Bache) gemessen werden.

Auch über ältere Oscillationen der Gletscher wären verlässliche Angaben sehr willkommen. Denn ausser jenen Schwankungen in der Lage des Gletscherendes, welche durch den Gegensatz von Winter und Sommer hervorgebracht werden, gibt es, innerhalb längerer Perioden, Oscillationen höherer Ordnung, die sich durch das Vorrücken oder Zurückweichen der Gletscher im Ganzen aussprechen und von der meteorologischen Beschaffenheit gewisser Jahresreihen abhängen. Es hat Zeiten gegeben, in denen die Gletscher im Allgemeinen weit länger, und wieder andere, in denen sie weit kürzer waren, als sie es gegenwärtig sind. In der Gegenwart scheinen die meisten Gletscher seit etwa 20 Jahren im Rückgange begriffen.

Einschlägige Daten können durch Befragen älterer, vertrauenswürdiger Leute gesammelt werden, doch wären dabei die betreffenden Jahreszahlen mit Sorgfalt zu eruiren und die angegebenen Dimensionen des Gletschers, in so weit dies möglich an Ort und Stelle zu verificiren, was durch die Moränenreste in vielen Fällen möglich ist.

Auch wäre auf alte Frontal- und Randmoränen zu achten. Derlei Moränen finden sich zuweilen in bewohnten Thalgegenden, oft mehrere Meilen weit unterhalb des Gletschers, dem sie ihre Entstehung verdanken, und sind dann nicht selten mit Wald und allerlei Culturen bedeckt. Die Frontalmoränen überspannen das Thal von einer Bergwand zur anderen in einem flachen, mit der concaven Seite thalaufwärts gekehrten und vom Bache durchbrochenen Bogen, der aus einem unregelmässigen mehr oder minder breiten und ungleich hohen Erdwulste besteht und bei näherer Untersuchung eine nicht geschichtete Masse von ungerollten Felstrümmern jeder Grösse, von Erde und Sand darstellt. Derlei Moränen grösserer Art sind immer das Zeichen, dass der alte Gletscher an dieser Stelle eine lange Zeit hindurch stationär geblieben. Wer eine grosse Frontalmoräne der Jetztzeit aufmerksam betrachtet hat, wird die analoge Bildung der Vorzeit, sei sie auch noch so verunstaltet oder durch Vegetation verhüllt, meist ohne Mühe erkennen. — Die alten Randmoränen ziehen sich am Berggehänge hin und sind theils durch ihre Form, theils durch die Verschiedenheit des Gesteines, aus dem sie bestehen, verglichen mit dem Ge-

stein des Bodens, auf welchem sie lagern, zu erkennen. Bei den erratischen Erscheinungen wird von ihnen des Näheren die Rede sein.

3) Die Wassermenge des Gletscherbaches, auf die oben angegebene Weise eruirt, unter Angabe der Lufttemperatur und Witterung.

4) Die Form und die Dimensionen des Gletscherthors nebst Angabe der Zeit der Beobachtung.

5) Die Messung der Temperatur des Gletscherbaches am Gletscherthor, sowie der über die Gletscheroberfläche hinwegfliessenden Wasserfäden.

6) Grosse Gletschermühlen und Gletschertische, schöne Sandkegel u. dgl. wären vorzumerken. Unter Gletschermühlen versteht man bekanntlich jene, die ganze Dicke des Gletschers durchsinkenden Löcher, durch welche die Bäche der Gletscheroberfläche auf den Gletschergrund hinabstürzen. Gletschertische sind die durch grosse Felsblöcke oder Felsplatten und durch das Wegschmelzen des Gletschereises rund um diese Felstrümmer entstehenden pilzartigen Formen. Ist der Felsblock sehr gross, so erreichen die Eissäulen, auf denen sie liegen, zuweilen eine Höhe von 3 bis 4 Meter. Die Sandkegel bilden sich auf ähnliche Weise. Hat sich nämlich in einer Gletscherwanne eine dicke Schicht von Sand angesammelt und bringt später das fortdauernde Abschmelzen des Eises die Wanne zur Entleerung ihres Wasserinhaltes, so schützt nun das kleine Sandlager das unter ihm liegende Eis vor weiterem Schmelzen, wodurch das also geschützte Eis allmählich scheinbar in die Höhe wächst und kegelförmige, sandbedeckte Erhöhungen bildet.

Bei Gletschertischen, die durch besonders grosse und im folgenden Jahre leicht wieder auffindbare Felsstücke gebildet werden, ist es interessant, ihre damalige Lage entweder durch eine genaue Beschreibung oder durch Messung gewisser Linien und Winkel so zu fixiren, dass der betreffende Punkt in späterer Zeit auf dem Gletscher wieder aufgefunden werden kann. Aus dem Abstande dieses Punktes von dem Orte, auf welchem dieser Felsblock etwa im nächsten oder einem folgenden Jahre gefunden wird, und aus der inzwischen abgelaufenen Zeit liesse

sich die jährliche Bewegung des Gletschereises für die betreffende Gegend des Gletschers ermitteln. — Die Art, wie die Lage eines solchen Felsblockes zu fixiren wäre, ist ungefähr folgende.

Es sei in der untenstehenden Zeichnung G der Gletscher und A der betreffende Felsblock; m, n seien zwei hervorspringende, durch die Beschreibung leicht erkennbare Felsvor-

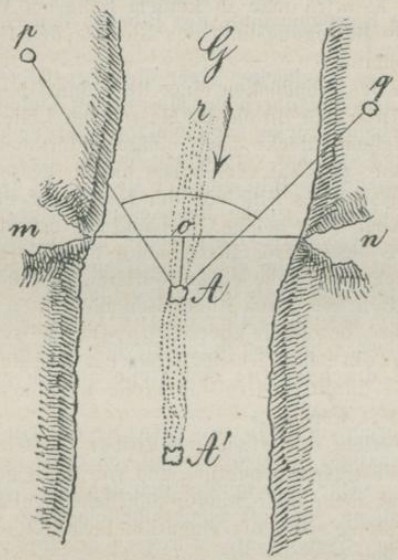


Fig. 6.

sprünge und p, q zwei eben so leicht erkennbare Felsspitzen; so kann die gegenwärtige Lage des Felsblockes A leicht durch seine Entfernung $A\,o$ von der Linie $m\,n$, oder durch Messung des Winkels $p\,A\,q$ mit annähernder Richtigkeit festgestellt werden. Soll etwa im folgenden Jahre, da der Felsblock sich in A' befindet, das Maass der Vorrückung in der Zwischenzeit ausgemittelt werden, so wird man zunächst die Lage der Linie mn auf dem Gletscher ausfindig machen und

dann von dieser Linie weg die Länge $A\ o$ auftragen müssen. $A\ A'$ gibt dann den Betrag der Vorrückung.*) Oder man rückt von A' so lange aufwärts, bis man den früher beobachteten Winkel $p\ A\ q$ erhält. Die Richtung, nach welcher man von der Linie $m\ n$ gegen A zu messen, oder von A' gegen A vorzurücken hat, wird sich durch die Moräne, welcher der Felsblock angehört, gewöhnlich von selbst ergeben. Liegt der Block weit ab von der Moräne, so wird man in keinem Falle um Vieles fehlen, wenn man die Bewegungslinie des Blockes den Gletscherufern parallel annimmt.

7) Durch das Abpflöcken einer über den Gletscher geworfenen Querlinie und durch das Messen der Linien, um welche sich alle einzelnen Pflöcke nach einigen oder mehreren Tagen in der Richtung zu Thal verschoben haben, liesse sich freilich ein viel umfassenderes Bild von der Bewegung des Gletschers gewinnen. Aber eine solche Beobachtung erfordert Zeit und das Mitführen besonderer Instrumente und Werkzeuge, kann also nicht leicht die Sache eines Touristen sein und muss desshalb den Leuten vom Fach überlassen bleiben.

8) Grössere, besonders aber doppelte und sich kreuzende Spaltensysteme im Eise der Gletscher müssten genau beschrieben und durch an Ort und Stelle aufgenommene Zeichnungen erläutert werden.

9) Der Verlauf der blauen Bänder des Gletschers, wie er sich bei günstiger Beleuchtung und von einer gewissen Höhe aus angesehen, mehr oder minder deutlich offenbart, die Zahl der Curvensysteme, die oft eigenthümliche Lage der Bänder innerhalb solcher Systeme etc. wären zu beschreiben.

10) Auf dem Firnfelde bieten grosse Klüfte, Höhlen oder Eisabbrüche die erwünschte Gelegenheit dar, die Dicke der einzelnen Firnlagen zu messen.

---

*) Die Bestimmung eines oder zweier Punkte in einer Geraden, deren Endpunkte unzugänglich sind, geschieht bekanntlich dadurch, dass sich zwei Personen durch successives Vorrücken solange gegenseitig auf die Endpunkte der Linie einrichten, bis jede dieser Personen mit der anderen Person und dem Endpunkte auf der äusseren Seite der letzteren genau alignirt ist. In unserem Falle kann eine dieser Personen ihre erste Aufstellung bei dem Blocke A nehmen und dann in der Richtung gegen o vorschreiten.

11) Wichtig wäre die Höhenbestimmung der Firnlinie, d. i. jener Linie, an welcher auf dem Gletscher das im Sommer schneefreie Eis aufhört und der Firn beginnt. Auch hier ist es gleichgiltig, ob für einen gegebenen Gletscher eine solche Höhenbestimmung vorliegt oder nicht. Die Höhe der Firnlinie ist von einem Jahre zum anderen veränderlich, nach Maass der Menge des im Winter gefallenen Schnees und der Wärme des darauf folgenden Sommers.

12) Noch gibt es eine Zahl anderer Vorkommnisse im Bereiche der Gletscher, über welche unter Umständen verlässliche Mittheilungen von den Kundigen mit Dank aufgenommen würden, wie z. B. schöne Radialspalten an den Enden der Eiszungen, — Theilungen der Gletscher durch Felsrippen, die sich in ihren Weg stellen, — steile und hohe Seitentalus der Gletscher, besonders breite und tiefe Gletscherspalten und Firnschründe — Aufblähungen der Gletschermasse zu breiten Buckeln oder langen Kämmen auf der einen oder anderen Seite — die Grösse der Gletscherkörner in verschiedenen Höhen — das Vorkommen von Eisseen, d. h. von stehenden Wasseransammlungen zwischen Ufer und Eis, so wie das Vorkommen von Bächen, welche, ohne unter den Gletscher zu versinken, in der Rinne zwischen Eis und Ufer fliessen, alles dies unter Angabe der absoluten Höhen, — ungewöhnlich mächtig entwickelte Moränen u. s. f.

13) In den Bereich des Gletscherwesens gehören noch die Gletscherschliffe und die erratischen Erscheinungen.

Unter Gletscherschliffen versteht man die Abnützungen und Glättungen der Oberflächen von Felsmassen durch die unmittelbare Einwirkung des Gletschereises bei seiner Bewegung zu Thal.

Unter den Gletscherschliffen unterscheidet man 1. die sogenannten Roches moutonnées oder die durch den Gletscherschliff hervorgebrachten Felsbuckeln, und 2. die Gletscherschliffe schlechtweg.

Die Roches moutonnées sind eigenthümlich aussehende Felspartien im Thalgrunde oder auf Terrassen in dessen Nähe, welche durch die Einwirkung des Gletschers, der sie einst bedeckte, eine eigenthümliche, aus halbkugelförmigen oder länglichen

Buckeln zusammengesetzte Gestalt erhalten haben. Die Oberflächen dieser Buckel sind mehr oder minder glatt, und es kommt auf den Grad der Verwitterbarkeit des Gesteines an, ob diese Oberflächen die weiter unten beschriebenen Zeichen des Gletscherschliffes noch erkennen lassen. In jedem Falle aber sind sie von den durch das fliessende Wasser hervorgebrachten Erosionen augenscheinlich unterschieden, was besonders dann der Fall ist, wenn solche Felspartien auf der Leeseite steil absetzen, wo dann die Flächen dieser Seite keine Spur von Abnützung zeigen.

Die gewöhnlichen Gletscherschliffe kommen an den Felsoberflächen der Thalhänge vor, und offenbaren sich zunächst durch eine, bei grösserer Ausdehnung der Schliffflächen oft schon aus der Ferne erkennbare allgemeine Glättung der Felshänge, die nach Oben, entlang einer meist sehr geraden sanft zu Thal fallenden Linie, plötzlich absetzt. Durch spätere Felsabbrüche oder durch überliegende Trümmergebilde ist diese obere Grenzlinie oft auch undeutlich geworden. Besteht nun das Gestein aus einem der Verwitterung gut widerstehenden Material (Serpentin, Hornblendgneiss, Hornblendschiefer, Granit, Syenit, Grünstein, fester Gneiss etc.), so sind die Schliffflächen oft so glatt wie Glas, und dann zeigen sich auf denselben auch jene charakteristischen, mehr oder minder feinen Ritzen, die unter sich meist parallel laufen und gegen den Horizont in der Regel nicht stärker geneigt sind, als die Sohle des Thales. Diese Ritzen sind offenbar durch harte Quarzkörnchen entstanden, welche vom Eise gegen das Felsufer gepresst und, bei der Bewegung des Gletschers langsam fortgeschoben, jene feinen Einschnitte in das Gestein hervorbringen mussten.

Auffallende Erscheinungen dieser wie der vorigen Art werden hiermit der Aufmerksamkeit der Reisenden empfohlen.

Unter dem Erratismus versteht man das Vorkommen von Felstrümmern an Orten, die nicht ihre ursprünglichen Lagerstätten sind, und wohin sie nur durch die Thätigkeit der diluvialen Gletscher gelangen konnten. So werden z. B. in den flachen Gegenden der Schweiz, von Schwaben, Baiern, Oesterreich, in Oberitalien etc., ja sogar auf den Berghängen des

Jura, Felsblöcke gefunden, die aus dem Inneren der Alpen stammen. So werden z. B. bei dem Dorfe Campi, unfern Riva, in einer Höhe von 1950 F. über dem Spiegel des Gardasees, auf dem dortigen Kalkgebirge in grosser Menge Felsblöcke aus Tonalgranit angetroffen, deren Heimath einst der Stock des Adamello-Gebirges war, und die nur als Moränenbestandtheile des einst von dort ausgegangenen diluvialen Gletschers nach Campi transportirt werden konnten. Aehnliche Erscheinungen sind auch in allen anderen Theilen der Alpen anzutreffen.

Es ist hier nicht der Ort, die erratischen Erscheinungen auf der germanischen und sarmatischen Tiefebene zu erläutern.

Die erratischen Vorkommnisse in den inneren Theilen unserer Alpen sind bisher nur sehr wenig erforscht und bekannt. Noch bestehen keine sicheren Nachweise über die Höhen, welche die diluvialen Gletscher unserer grösseren Alpenthäler zur Zeit ihrer grössten Entwicklung erreicht haben, während von den Forschern der Schweiz diese Nachweise für den diluvialen Gletscher des Rhonethals mit genügender Vollständigkeit erbracht sind. Es ist begreiflich, dass durch die höchstgelegenen Gletscherschliffe und erratischen Blöcke, wenn die absoluten Höhen derselben ermittelt sind, die Mächtigkeit, Ausdehnung und Configuration jener alten Gletscher festgestellt werden kann.

Es fehlen demnach die wichtigsten Daten über die Ausdehnung des Gletscherphänomens zur Zeit des Diluviums.

Wir möchten daher auch in dieser Richtung den guten Willen unserer Vereinsmitglieder in Anspruch nehmen. Denjenigen Herren, die sich auf Petrographie verstehen, wird vorkommenden Falles die erratische Natur eines Felsblockes nicht entgehen und ihr Interesse besonders dann anregen, wenn dieser Block hoch über dem Grunde des Hauptthales angetroffen wird.

Kurze Anleitung

zu

geologischen Beobachtungen in den Alpen.

Von

C. W. Gümbel.

Einleitung.

Bei dem nachstehenden Versuche, eine kurze Anleitung zu geologischen Untersuchungen in den Alpen zu geben, muss, um Missverständnissen vorzubeugen, gleich von vorn herein darauf hingewiesen werden, dass es hier nicht in der Absicht liegt, eine Anweisung für eigentliche Fachleute, noch auch für streng wissenschaftliche Forschungen zu geben, bei welchen es sich um die Lösung schwieriger geologischer Probleme handelt. Es wird vielmehr in den nachfolgenden Blättern angestrebt, Denjenigen, welche etwa bei wissenschaftlichen Arbeiten in anderen Zweigen der Naturkunde z. B. der Botanik, Zoologie, Archäologie, Topographie u. s. w nebenbei und vielleicht, um mit den eigenen Untersuchungen auch geologische Verhältnisse in Verbindung zu bringen, oder jene durch diese zu erläutern, sich gerne entsprechende Kenntnisse von der Beschaffenheit der Felsen und Berge, des Bodens und Untergrundes innerhalb ihres Beobachtungsfeldes verschaffen möchten, insbesondere aber den nur aus Lust und Freude an der erhabenen Alpenwelt das Hochgebirge Besuchenden zweckentsprechende Winke zu geben, auf welche Weise sie sich in den ihnen bei ihren Wanderungen entgegentretenden geologischen Verhältnissen Einsicht und rasche Orientirung verschaffen können, wie sie hierbei zu verfahren haben, und was überhaupt zu thun nöthig ist, um die sich darbietende Gelegenheit zu geologischen Beobachtungen möglichst gut auszunützen.

Es kann den zahlreichen oft in die schwierigst zugänglichen oder entlegensten Theile des Hochgebirgs vordringenden Alpenreisenden nicht dringend genug an's Herz gelegt werden, auch

diesen Zweig der Naturkunde, welcher so vielfache Aufschlüsse über die wichtigsten Verhältnisse der Gebirgsgestaltung, des Bodens und der auf ihm lebenden organischen Welt zu geben verspricht, nicht ausser Augen zu lassen. Man glaube ja nicht, dass es immer eigentlich speciellwissenschaftliche Beobachtungen sein müssen, welche dazu dienen können, der Wissenschaft förderlich zu sein. Oft gewinnen anscheinend geringfügige Angaben im Zusammenhalte mit anderen Beobachtungen grossen Werth und oft gibt ein kleines Stück Gestein, das man ohne weitere Mühe von einem Felsen abschlägt und mitbringt, dem Kundigen sehr interessante und wichtige Aufschlüsse. Mag auch eine oder die andere Beobachtung nutzlos sein, das eine oder andere mitgebrachte Gesteinsstück sich nachträglich als nicht weiter verwerthbar erweisen, man kann dies ohne weiteren Schaden einfach bei Seite legen; versäumte Beobachtungen und unterlassene Aufsammlungen jedoch sind nicht leicht wieder einzubringende Verluste!

Es erwächst dieser unserer Aufgabe, für ein Laienpublikum Brauchbares zu liefern, eine grosse Schwierigkeit durch die Verpflichtung auf dem verhältnissmässig engen Raum, der für eine derartige Anleitung zulässig erscheint, um sie bequem auf Reisen mit sich führen zu können, alles Wesentliche zu berühren und dabei auch für Nichtfachleute allgemein verständlich zu bleiben. Trotz möglichster Kürze der Darstellung dürfte es gleichwohl unvermeidlich sein, solche allgemeine Verhältnisse der geologischen Wissenschaft vorauszuschicken und zu erläutern, ohne welche eine Einsicht und ein Verstehen der nachfolgenden Einzelheiten an sich nicht möglich ist. Wir werden daher zunächst einen Ueberblick über das Gesammtgebiet der Geologie mit besonderer Berücksichtigung der wichtigsten Verhältnisse, die zu beachten sind, voranstellen, um daran diejenigen Bemerkungen anzuschliessen, welche insbesondere auf das Alpengebiet eine nähere Anwendung finden. Indem diese Blätter bloss für Reisen in das Hochgebirge bestimmt sind, könnte es scheinen, als sei dadurch die Aufgabe, möglichst kurz zu sein, wesentlich erleichtert. Es muss jedoch dagegen schon im Voraus bemerkt werden, dass die Eigenartigkeit der geologischen Verhältnisse der Alpen ihrer geologischen Erforschung die grössten Schwierig-

keiten entgegensetzt, und Erläuterungen nothwendig macht, die eingehender zu berühren in anderen Gebieten kein Bedürfniss ist. Wenn wir uns auch der Hauptsache nach auf das deutsche Alpengebirge, nach dem Umfassungsgebiete unseres Vereins beschränken, so erscheint es doch des besseren Verständnisses wegen als zweckdienlich und bei den vielfach auch ausserhalb dieses engeren Gebietes unternommenen Hochgebirgsreisen als wünschenswerth, wenigstens noch die benachbarten Gebirgsstücke in der Schweiz und Norditalien sowie die den Alpen in Nord und Süd vorliegenden Ebenen wenn auch nur flüchtig zu berühren, um einen möglichst natürlichen Abschluss für das Ganze zu gewinnen.

Allgemeiner Theil.

I. Geologische Ausrüstung.

Jeder, der geologische Beobachtungen in der Natur anstellen will, mögen diese nun streng wissenschaftliche oder bloss die eines Liebhabers sein, muss sich mit gewissen zweckentsprechenden Werkzeugen und Hülfsmitteln versehen. Begreiflicher Weise beschränken wir diese hier nach dem näheren Zweck dieser Anleitung für Nichtfachleute auf das zulässig geringste Maass des Nothwendigen. Als unbedingt erforderlich sind zu bezeichnen:

1) der Hammer. Bei demselben ist weniger Gewicht auf seine Form zu legen, als auf seine Schwere und auf gute Beschaffenheit seiner Bahnen. Man wird sich zwar im Nothfalle mit jeder Art von Hammer z. B. einem Schmiedhammer, der oft nicht zu verachten ist, begnügen müssen, ja selbst sich eines härteren Gesteins bedienen, um von einer weicheren Felsmasse ein Stückchen abzuschlagen. Das soll aber doch nur in Ausnahmsfällen vorkommen. In der möglich besten Beschaffenheit empfiehlt sich und ist für die allermeisten Fälle vollständig ausreichend ein Hammer von etwa 1 kg Gewicht und etwa 12 cm

Länge; vorn mag derselbe entweder keilförmig zugespitzt sein, um ihn vorherrschend zum Graben zu benützen, oder eine senkrecht zum Stiel stehende Schneide besitzen, wenn er besonders zum Zuschlagen und formatisiren der Gesteinsstücke dienen soll; nach hinten läuft er gleichseitig ein wenig zu einer etwa 2 cm langen und breiten Bahn zu. Er soll gut gestählt und gehärtet sein. Der ca. 0.3 m lange ovale Stiel von Eschenholz ist mit oder ohne Eisenzwingen an dem Hammer befestigt. An Stöcken angebrachte Hämmer, zumal wenn sie nur angeschraubt sind, müssen als durchaus verwerflich bezeichnet werden. Man trägt den Hammer am bequemsten in einem Ledergurt an der Seite. Derselbe dient zum An- und Zerschlagen der Gesteine und wird sehr häufig dazu benützt, um kleine Aufräumarbeit behufs Blosslegens der Schichten für das Bestimmen des Streichens u. s. w. vorzunehmen.

2) ein Meissel von gutem Eisen und gut verstählt, oder ganz stählern, etwa 0.1 m lang, in eine etwa 2 cm breite scharfe Schneide zulaufend, wird neben dem Hammer befestigt und getragen. Ein zweiter kleinerer Meissel etwa von den halben Maassen des ersteren leistet oft sehr gute Dienste beim Herausschlagen von Mineralien und Versteinerungen. Den Meissel wendet man übrigens theils zum Zerspalten, theils zum Absprengen oder Herausarbeiten von Gesteinsstücken, Mineralien und Versteinerungen an.

3) Compass zugleich mit einem Gradbogen versehen und in Form einer Uhr — Taschencompass — hergestellt, bei dem zugleich der Ost- und West-Punkt auf dem Theilkreis umgetauscht ist*) — Bergcompass — ist das zweckmässigste Orientirungsinstrument. Seine Eintheilung in fortlaufend bezeichnete 24 Theile oder Stunden (St. oder h.), jede Stunde in 15 Theile oder Grade (...°), also der ganze Theilkreis in 24 . 15 = 360 Theile d. h. 360 Grade ist jeder anderen vorzuziehen, weil sie

*) Dieses Umsetzen von O. und W. auf dem Theilkreis hängt mit dem weiter unten angeführten Verfahren bei dem Anstellen einer Beobachtung mit directer Ablesung zusammen, bei welcher während der Drehung der N — S Linie in die zu bestimmende Richtung die Magnetnadel unverändert in der Richtung des magnetischen Meridians stehen bleibt. Die Drehbewegung erfolgt demnach in einer umgekehrten Richtung, als diejenige ist, welcher die Bewegung der Magnetnadel folgen würde.

den Vortheil einer gröberen und feineren Theilung in sich vereinigt. Hierbei entspricht St. oder h. (Stunde, hora) 6 der Weltgegend Ost; St. 12 = S.; St. 18 = W., und 24 oder 0 = N.;

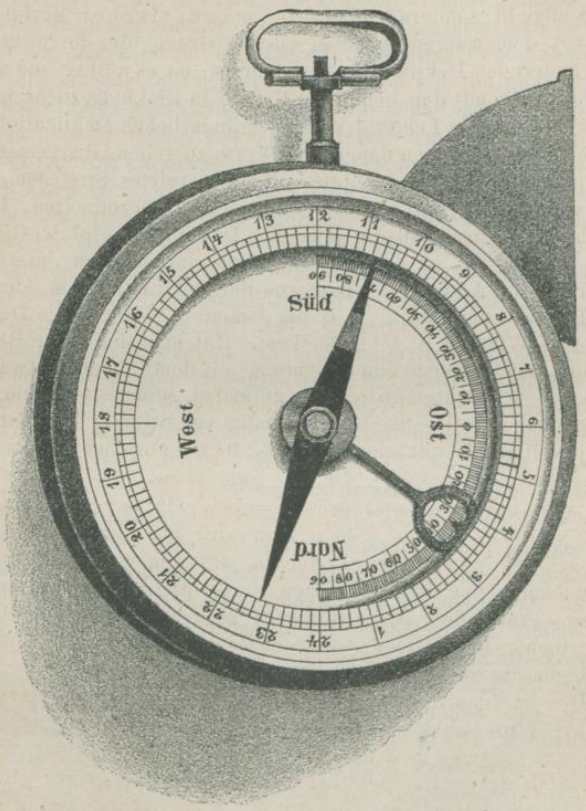


Fig. 1.

St. 3 = NO. u. s. w. Behufs der Beobachtung oder der Bestimmung einer Richtung mit dieser Art von Compass bringt man die N—S Linie (Ausgangspunkt der Theilung) in die zu be-

stimmende Richtung und liest da am Theilkreis die Stunden und Grade ab, wo das Nordende der Magnetnadel einspielt. Da aber die Magnetnadel nicht die Richtung des wahren Meridians angiebt, sondern jene des sog. magnetischen Meridians, der von dem wahren Meridian um die Grösse der fortwährend sich ändernden Deklination abweicht, so ist es nöthig, um eine Beobachtung mit den benützten Karten in Einklang zu bringen, dieselbe von dem Fehler der stets veränderlichen Deklination zu befreien und ihr einen dauernden Werth zu geben, die gemachte Bestimmung (sog. beobachtetes oder observirtes Streichen) auf den wahren Horizont (sog. wahres Streichen) zu reduciren. Dies geschieht, je nachdem die jeweilige Deklination eine westliche oder östliche ist, im ersten Falle durch ein Abziehen, im zweiten Falle ein Addiren des Betrages der Deklination von oder zu den Beobachtungsdaten. Z. B. im Januar 1878 betrug die Deklination in Wien = 10° 15′ nach West. Hat man nun durch Beobachtung das Streichen einer Richtung mit dem Compass etwa zu St. 5, 13° (beobachtetes Streichen) gefunden, so muss man, um das wahre oder reducirte Streichen zu finden von St. 5, 13° den Betrag der jeweiligen Deklination also z. B. 10° 15′ abziehen, also wirkliches Streichen = 5, 13° — 10° 15. Nun ist St. 5, 13° = 5, 12° 60′ oder auch in Graden ausgedrückt = 75° + 13° = 88°; davon ab 10° 15′ = 77° 45′ = St. 5,2° 45′. Man wird gut thun, bei jeder Beobachtung gleich diese Reduction auf den wahren Horizont vorzunehmen und in die Notizen diese erhaltene Ziffer einzutragen. Ausserdem ist es durchaus nothwendig der Aufzeichnung immer beizusetzen: obs. (observirt) z. B. St. 5,13° (obs.) im Gegensatz zu St. 5,2° 45′ (red.).

Der im Innern des Compassgehäuses angebrachte Gradbogen mit Senkelvorrichtung dient zur Bestimmung des Neigungswinkels z. B. eines Gehänges oder einer nicht horizontal gelagerten Schichtfläche. Beim Gebrauche arretirt man die Compassnadel und hält die N. — S.-Linie der Kreistheilung genau parallel mit der Linie, deren Neigung man bestimmen will, lässt dann das Senkel spielen, und liest, wenn es ruhig geworden ist, an der mittleren Spitze (oder Haar) des Senkels die Grade auf der kleinen inneren, jetzt vertikal stehenden Bogentheilung ab. Um diese Beobachtung zu erleichtern,

besitzt der Compass in der Regel einen ausziehbaren Ansatz, dessen Rand parallel ist mit der N.—S.-Linie. Indem man diesen Rand des vollständig ausgezogenen Ansatzes nun auf die zu bestimmende geneigte Linie oder Fläche setzt, erhält man ebenso den Neigungs- oder Fallwinkel. Statt in Taschenform sind manche Compasse auf kleinen quadratischen Platten befestigt.

Hat man keinen Bergcompass (mit vertauschtem O.- und W.-Punkt) zur Verfügung, sondern einen gewöhnlichen Compass, so muss man auf andere Weise verfahren. Man dreht nämlich in diesem Falle den Compass so lange, bis die Magnetnadel auf N.—S. genau einspielt, d. h. das Nordende der Nadel über dem Nullpunkt (St. 24) der Theilung steht und denkt sich nun die Richtungslinie, deren Lage gegen die Himmelsgegend oder Richtung d. h. ihr Streichen man bestimmen will, oder eine mit derselben Parallele durch die Mitte des Compasses gezogen. Die Stelle, an welcher diese den Theilkreis schneidet, bezeichnet nunmehr die Richtung oder Weltgegend jedoch ohne die oben besprochene Correctur auf den wahren Meridian, die man auf gleiche Weise, wie vorher angegeben wurde, vornehmen muss. Dieses Verfahren ist indess weit unbequemer und giebt vielfach zu ungenauen oder falschen Bestimmungen Veranlassung, daher die Benützung des Bergcompasses dringend anzuempfehlen ist.

4) Säurenfläschchen. Wenn der Mineraloge oder Geologe vom Fach vielleicht einen ganzen sog. tragbaren Löthrohrapparat mit auf Reisen nimmt, so genügt für unsere Zwecke ein mit Salzsäure gefülltes Fläschchen von starkem Glas mit eingeriebenem und zum Betupfen in eine verlängerte Spitze ausgezogenem Stöpsel. Das Glas ist zur grösseren Sicherheit in eine Holzkapsel mit aufzuschraubendem Deckel verwahrt. Die Säure dient zum Erkennen der kalkigen Felsarten, welche beim Befeuchten mit der Säure lebhaft aufbrausen, während Dolomit nur schwach, andere Gebirgsarten ohne Kalkgehalt (einige seltene, aus anderen Carbonaten z. B. Spätheisenstein, Magnesit oder Talkspath u. s. w. bestehende Gesteine abgerechnet) bei gleicher Behandlung gar nicht brausen.

5) Aufbewahrungs- und Transportmittel. Hierher gehört Papier zum Einwickeln der gesammelten Stücke — Mineralien, Felsarten, Versteinerungen. Am besten eignet sich hierzu das leicht zu erhaltende weiche Zeitungspapier. Sehr feine, zarte und leicht zerbrechliche Gegenstände — Krystalle, kleine Versteinerungen, zumal manche Pflanzenüberreste umwickelt man zuerst mit Seidenpapier oder Watte, und dann mit Zeitungspapier oder verwahrt sie am besten gleich in Cigarrenkistchen und Schächtelchen. Vor dem Einwickeln muss auf jedes einzelne Stück eine in dem Notizbuch zu bemerkende Nummer oder ein Zettelchen mit einem bestimmten Zeichen geklebt werden. Hat man Muse, so ist es gut, an Ort und Stelle gleich die Fundstücke vollständig zu etiquettiren, d. h. neben den Nummerzettelchen noch mit einem grösseren losen Zettel zu versehen, auf dem die betreffende Nummer, dann aufs genaueste Fundort und Datum, vielleicht noch ein mit bezüglichen Bemerkungen im Notizbuch correspondirendes Zeichen geschrieben wird. Ist es nicht thunlich an Ort und Stelle auf diese Weise zu etiquettiren, so versäume man ja nicht, dies etwa bei einer nächsten Rast, oder am Abende vorzunehmen. Schwierigkeiten macht der Transport der Steine sowohl wegen ihrer relativ beträchtlichen Schwere, als desshalb, weil man sie nicht ohne feste Verpackung z. B. in den Rücksack legen darf. Sie würden hier bei jeder Bewegung sich hin und her schieben, das Papier zerreiben, schliesslich selbst zu Grunde gehen und ihre ganze Nachbarschaft zerfetzen. Zweckdienlich ist eine starke lederne Seitentasche mit mehreren Abtheilungen oder ein steifer Ranzen. Will man Steine im Rücksack transportiren, so muss man sie erst in feste Schachteln oder Cigarrenkistchen legen oder in grösseres starkes Papier zusammenpacken und mit Bindfaden fest umwickeln. Es ist räthlich, sich für alle Fälle mit Schächtelchen zu versehen. Für kleinere Tagesexcursionen sind mit Papier gut ausgefüllte Blechbüchsen, sog. Botanisirkapseln zulässig, als minder empfehlenswerth müssen Netze aus starkem Bindfaden bezeichnet werden.

6) Schreib- und Zeichenmaterial. Bei geologischen Untersuchungen ist es dringend zu empfehlen, die gemachten Beobachtungen sofort niederzuschreiben. Dies geschieht theils

durch Eintragen von Bemerkungen in das Notizbuch, theils durch Profilzeichnungen, landschaftliche Skizzen und kartistische Darstellungen. Die Erfahrung lehrt es als sehr zweckdienlich, einen Bleistift an einem Gummischnürchen in dem Rockknopfloch befestigt zu tragen und sich reichlich mit Reservebleistiften zu versehen. Farbige Stifte, um verschiedene Gesteinsarten in Profilen, Zeichnungsskizzen und auf den Karten gleich auch durch verschiedene Farben anzudeuten, sind ganz besonders für geologische Zwecke nützlich. In Ermangelung farbiger Stifte hilft man sich bei Verwendung gewöhnlicher Bleistifte mit verschiedenen Zeichen, Linien, Strichen u. s. w., die man statt der verschiedenen Farben anbringt, z. B.

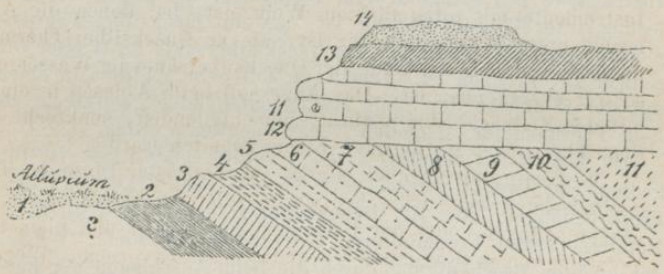


Fig. 2. Profil-Zeichnung.

1) Alluviale Ueberdeckung; 2) dünngeschichteter rother Lettenschiefer; 3) schwarzer weissaderiger Kalkstein; 4) dünngeschichteter schwärzlicher Mergelschiefer; 5, 6, 7) verschiedene Lagen bald mehr kalkiger, bald mehr dolomitischer Gesteine von weisslicher Farbe; 8) grauer, klotziger versteinerungsreicher Mergel; 9) grauer Kalk; 10) Mergel mit Gypsbeimengen; 11) grauer und gelblichweisser Dolomit; 12) weisser Kalk, der sehr zahlreiche *Nummuliten* einschliesst; 13) weicher, grauer Mergel mit Versteinerungen; 14) grünlicher, glauconitischer Sandstein u. s. w.

7) Mit Messinstrumenten der einen oder anderen Art pflegt sich der vorsichtige Bergsteiger gewöhnlich bei jeder Bergfahrt, so mindestens mit Meterstab, Schnur und Aneroid zu versehen. Bei geologischen Beobachtungen macht sich das Bedürfniss des Messens sehr häufig geltend, nämlich bei Bestimmung der Mächtigkeit der Schichten, Lager oder Felsmassen. Ebenso gewinnt hierbei die Ermittelung der Höhen vermehrtes Interesse. Doch sind die hierzu dienlichen Instru-

mente keine anderen, als die allgemein für solche Zwecke gebräuchlichen, daher hier nicht weiter im Einzelnen zu erörtern. Für speciell geologische Ermittelungen wäre nur noch weiter ein Messband von etwa 100 m Länge zu empfehlen. Uebrigens kann auch ein immer nützlicher Vorrath von Bindfaden aushelfen.

8) Quellenthermometer. Dieselben sollen nur geringe Länge, etwa 10 cm haben, mit einer Theilung von —10° C. bis ~+40° und mit einer Untertheilung in $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{5}$° versehen sein; sie werden in Holzbüchsen verwahrt getragen und dienen hauptsächlich zur Bestimmung der Quellentemperatur. Da es hierbei nicht auf minutiöse Genauigkeit ankommt, so empfehlen sich Instrumente mit rothgefärbtem Weingeist, bei denen die Ablesung unter Wasser leichter ist, als an Quecksilber-Thermometern, weil hier das Ende der Quecksilbersäule im Wasser oft schwer zu erkennen ist. Das Auge soll beim Ablesen in einer mit der Endfläche der Säule zusammenfallenden, senkrecht zu dem Thermometer stehenden Ebene gehalten werden.

9) Lupe mit ziemlich stark vergrössernder Linse ist für geologische Zwecke wünschenswerth, z. B. zum Erkennen feiner Einsprengungen, oder der Beimengungen kleiner und kleinster Versteinerungen (Foraminiferen, Ostracoden, Bryozoen). Wegen der leichten Beschädigung durch die beim Anschlagen der harten Steine und Felsen abspringenden Splitter ist es nicht räthlich Cylinderlupen ohne Verschluss an der Schnur zu tragen; zweckdienlicher sind Lupen zum Zusammenklappen in Horngehäuse gefasst.

10) Karten. Wenn möglichst genaue Karten eines der ersten Erfordernisse für Alpenreisende sind, so müssen solche für geologische Zwecke noch ganz insbesondere als unentbehrlich bezeichnet werden. Man soll jederzeit genau wissen oder auf der Karte ermitteln können, an welcher Stelle diese oder jene Beobachtung angestellt wurde, um die Ergebnisse auf die Karte richtig eintragen und den Ort des Fundes oder der Beobachtung auch Anderen genau bezeichnen zu können. Je grösser der Maasstab der Karte ist, desto zweckdienlicher erweist sich die letztere für Detailuntersuchungen. Das äusserste Maass der Verwendbarkeit der Karten für geologische Einzeich-

nungen möchte der Kartenmaasstab 1:150,000 sein. In manchen Fällen wird es nothwendig werden z. B. bei Mangel genauerer Karten, selbst kleine Kartenskizzen zu entwerfen, um in denselben die geologisch interessanten Einzelheiten einzutragen. Daher ist es als Vorbereitung zu Reisen immer rathsam, sich einige Uebung im Entwerfen von Karten anzueignen.

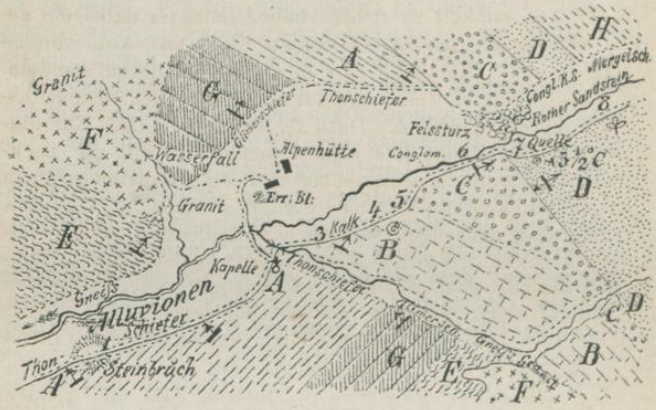


Fig. 3. Kartenskizze.

A dünngeschichteter Thonschiefer mit nordwestlich einfallenden Schichten; *B* schwarzer, dickbankiger Kalk mit zahlreichen Versteinerungen bei Punkt 4, die Schichten fallen nach NO. in St. 3 mit 45° (red.) ein; bei Punkt 5 beginnt eine Conglomeratbildung mit zwischenliegenden Bänken rothen Sandsteins bis Punkt 7, wo sich fast seiger aufgerichtete Dolomitschichten einstellen, deren Schichten nach St. 9 (red.) streichen. Bei Punkt 7 eine reichlich fliessende Quelle, deren Temperatur 5½° C. beträgt u. s. w.

Im Uebrigen ist die Ausrüstung des geognosirenden Alpenreisenden ganz die gleiche wie die eines anderen zweckdienlich ausgestatteten Hochgebirgswanderers und wie es an dieser Stelle nicht wiederholt zu werden braucht.

II. Geognostische Orientirung.

Soll eine geologische Beobachtung, auch wenn sie nur nebenbei angestellt wird, ihrem Zweck entsprechen, so muss derjenige, welcher sie anstellt, doch im Allgemeinen darin unterrichtet sein, auf welche besondere Erscheinungen er seine Aufmerksamkeit zu richten habe. Es muss dabei ein gewisser Grad von geognostischen Kenntnissen vorausgesetzt werden. Hier kann es sich wohl nicht darum handeln, diese Vorkenntnisse, wenn auch nur in der bescheidensten Ausdehnung lehren zu wollen. Dazu fehlt es an Raum. Nur hinweisen auf die Hauptsätze der Wissenschaft will die nachfolgende übersichtliche Darstellung und nur die Erinnerung an früher Gelerntes oder Gelesenes wieder auffrischen. Das Eingehendere mag derjenige, welcher ein Bedürfniss hierfür empfindet, in bekannten guten Lehrbüchern*) aufsuchen.

Wir wissen, dass die Erde, soweit sie unserer directen Beobachtung zugänglich ist, aus verschiedenen theils festen, theils tropfbar flüssigen oder gasartigen Massen besteht. Diese Massen zusammengenommen bilden theils in den verschiedenen Gesteinen die feste Erdrinde als Grundlage und relativ tiefste Region, theils die Gewässer in und über dem Rindentheil als der Hauptsache nach zweite Region und endlich die Luft als dritte äusserste und oberste Hülle des Erdkörpers. Sie alle sind wesentliche Theile des Erdganzen, die näher kennen zu lernen und deren Beziehungen zu einander und zur Erde festzustellen, Aufgabe der Geognosie ist. Diese Wissenschaft legt sich hierbei die Beschränkung auf, nur die wesentlichsten dieser Theile näher ins Auge zu fassen und diejenigen ausser Betracht zu lassen, die nur spärlich und in untergeordneter Weise sich am Aufbau der Erde betheiligen.

*) Unter der grossen Anzahl vortrefflicher Lehrbücher der Geologie und Geognosie mag es genügen, auf einige wenige aufmerksam zu machen: Naumann's Lehrb. d. Geognosie 2. Aufl.; Credner, H., Elemente der Geologie 3. Aufl.; G. Leonhard, Lehrb. d. Geognosie u. Geologie 3. Aufl.; v. Hochstetter, die Erde nach ihrer Zusammensetzung; kurzer Leitf. d. Geologie 1875; Zittel, Aus der Urzeit 2. Aufl.; Emmerich, Geolog. Gesch. d. Alpen aus Schaubach's d. Alpen 2. Aufl.; Peters, Die Donau und ihr Gebiet, Geol. Skizze; insbesondere F. v. Hauer, d. Geologie d. österr.-ung. Monarchie 2. Aufl. 1878.

Unter den Luftarten ist es fast ausschliesslich die atmosphärische Luft, die an der Zusammensetzung der äussersten Hülle wesentlich Antheil nimmt. Dazu gesellt sich noch in geringer Menge Kohlensäure, Wasser- und Sumpfgas. Die tropfbar flüssigen Erdmassen sind fast ausschliesslich durch das Wasser repräsentirt. Untergeordnet tritt nur noch eine zweite Flüssigkeit, das Erdöl (Petroleum) auf. Endlich sind es die verschiedenen Boden- und Erdarten, die Felsmassen oder Gesteine, welche die feste Kruste vorzugsweise ausmachen.

Gesteinselemente und Gesteine.

Diese Erden und Gesteine sind nun wieder aus einzelnen Theilchen zusammengesetzt, aus den sog. geognostischen Elementen oder Mineralien, deren Kenntniss die Geognosie als bekannt voraussetzt. Diese geognostischen Elemente oder schlechtweg auch Gemengtheile genannt, werden durch einige wenige Mineralien dargestellt, welche man desshalb als gesteinsbildende bezeichnet. Erdarten und Gesteine sind daher Mineralzusammenhäufungen entweder nur ein und desselben Minerals — gleichartige Gesteine — wie z. B. der Marmor oder körnige Kalk, der aus Kalkspaththeilchen zusammengesetzt ist, oder aus mehreren verschiedenen Mineralien — ungleichartige Gesteine z. B. der Granit, der aus den Mineralien Orthoklas, Quarz und Glimmer besteht. Zu diesen Mineralien, die nothwendig vorhanden sein müssen, um eine bestimmte Felsart zu bilden — daher wesentliche Gemengtheile genannt, wie z. B. Orthoklas, Quarz und Glimmer bei dem Granit, — gesellen sich zuweilen noch zufällige Mineralbeimengungen, welche daher als unwesentliche oder accessorische Gemengtheile bezeichnet werden, z. B. Oligoklas, Granat, Turmalin im Granit. Bei wenigen Gesteinsarten besteht die Hauptmasse, aus der sie gebildet sind, aus abgestorbenen und veränderten Resten organischer Wesen — Organolithe — und zwar entweder aus dem Thierreich — zoogene Gesteine, wie gewisse Kalksteine, z. B. Nummulitenkalk, Kreide u. s. w., theils aus dem Pflanzenreich — phytogene Gesteine, z. B. die Diatomeenerde, Stein- und Braunkohle, der Torf.

Diejenigen Mineralien*), die als gesteinsbildende am häufigsten vorkommen, sind: Quarz, die Feldspatharten und zwar die orthoklasischen: Orthoklas und Sanidin, oder die plagioklasischen: Albit, Oligoklas, Andesin, Labrador und Anorthit (die letzteren nennt man daher auch zusammen Plagioklase). Diesen schliessen sich an: Saussurit, Feldstein und Thon (Porzellanerde). Ferner sind zu nennen die Glimmerarten: heller Kaliglimmer oder Muscowit und dunkler Magnesiaglimmer oder Biotit, dann Hornblende oder Amphibol, Augit oder Pyroxen, Bronzit, Diallag, Hypersthen, Turmalin, Granat, Chlorit, Glauconit, Obsidian (Pech- und Perlstein), vulkanisches Glas, Nephelin, Leucit, Olivin oder Chrysolith, Serpentin, Kalkspath, Dolomitspath, Gyps, Anhydrit, Steinsalz, Talk, Apatit, Schwefel, Magneteisen, Titaneisen, Schwefelkies, Mineralkohle, Graphit und Eis.

Diese geognostischen Elemente oder Mineralien sind nun verschiedenartig zu Aggregaten oder Gesteinsarten vereinigt, theils in Kryställchen oder mehr und weniger krystallinischen, deutlich mit blossem Auge noch unterscheidbaren Körnchen — wodurch die sog. deutlich krystallinischen Gesteine oder Eukokkite entstehen, z. B. der Granit — oder in höchst feinen krystallinischen Theilchen zuweilen untermengt mit einer glasartigen Zwischenmasse ein anscheinend gleichartig dichtes Gestein bildend — sog. Kryptokokkite wie z. B. der Basalt, oder aber sie sind vorherrschend glasartig und amorph — Hyalithe wie z. B. Obsidian, viele Laven — oder endlich aus Trümmern, klastischen Theilchen von früher schon vorhandenen Gesteinen enstanden, welche durch eine sie zusammenkittende Zwischensubstanz (Bindemittel) wieder verfestigt wurden — Psepholithe wie Sandstein, Conglomerat, Breccie, Tuff. Ausserdem zeichnen sich noch gewisse Gesteine dadurch aus, dass in einer scheinbar dichten oder glasartigen Hauptmasse einzelne Mineralkryställchen eingestreut liegen — Por-

*) Man sehe Näheres nach in: Naumann's Elem. d. Mineralogie, herausg. von Zirkel; Rosenbusch, microsc. Physiograph. d. Mineral.; Zirkel, die microsc. Beschaffenh. d. Min.; Rammelsberg, Handb. d. Mineralchemie; Quenstedt, Handb. d. Min.; Kobell, Mineral. und dessen Tafeln z. Bestimmung d. Mineralien.

phyre — oder kleine runde Kügelchen in einer sandigen, kalkigen oder mergeligen Masse eingebettet sich wesentlich an der Zusammensetzung des Gesteins betheiligen — Oolithe. Fügen wir noch eine Gruppe von vorherrschend kalkigen Gesteinsarten hinzu, die z. Th. aus feinst krystallinischen z. Th. kleinsten Trümmerchen und z. Th. aus Ueberresten kleinster organischer Wesen oder zertrümmerten grösseren Stückchen zusammengesetzt, als anscheinend dicht sich darstellen. — Pelolithe — so dürfte damit die Reihe der hauptsächlichsten Gesteine oder Felsarten erschöpft sein.

Bezüglich der Art der Raumerfüllung unterscheidet man an den Gesteinen eine compacte, poröse, zellige, blasige, schlackige, gebänderte oder lamellare, bei Abscheidung eines Theils der Gesteinsmasse in rundlichen Knöllchen, eine variolithische oder sphäroidische Beschaffenheit, und in Bezug auf die Art und Natur der Flächen, welche beim Zerschlagen der Gesteine zum Vorschein kommen (Bruchfläche) einen ebenen, unebenen, muscheligen, glatten, körnigen, splitterigen, erdigen Bruch, Verhältnisse, die einer weiteren Erläuterung nicht bedürfen.

Textur, Structur und Form der Gesteine.

Die aus den Elementen theils nur einer Art — homomere oder gleichartige — theils aus mehreren Mineralien — heteromere oder ungleichartige — zusammengesetzten Felsarten sind nun in ihrem inneren Gefüge verschieden ausgebildet — Textur. Bei den einen treten die Gemengtheile zu einer nach allen Richtungen gleichmässig beschaffenen Masse zusammen — massige Gesteine z. B. Granit, Basalt — bei anderen dagegen zeigen sich Absonderungen, welche, durch nahe liegende mehr oder weniger parallele Flächen und platten- oder bankartige Lagen angedeutet, in der Art entstanden sind, dass sich bei der Bildung der Massen Gesteinsmaterial auf Gesteinsmaterial in Folge der sog. Sedimentation aufhäufte, wobei jedoch zeitweise eine Unterbrechung eintrat, oder ein anderes Material zum Absatz geangte — geschichtete Gesteine z. B. Sandstein, Kalkstein, Thonschiefer. Massen- und Schichtgesteine sind die Hauptformen, in denen überhaupt alle am Aufbau der Erdrinde betheiligten Felsarten vorkommen. Bei den Schicht- oder

Sedimentgesteinen nennt man jede durch nahezu parallele Flächen (sog. Schichtflächen) abgesonderte Gesteinsmasse eine Schicht oder Flötz (letztere Bezeichnung hauptsächlich bei nutzbaren Gesteinsarten z. B. Steinkohlen). Sehr dicke, mächtige, in sich gleichartige Schichten bezeichnet man auch als Bänke oder Lagen, während sehr dünngeschichtete Gesteine, bei denen die Gemengtheile schon bei der ursprünglichen Ausbildung in schwache parallele Lagen sich ordneten, Schiefer und — wenn aus krystallinischen Theilen zusammengesetzt — krystallinische Schiefer, wie z. B. Gneiss, Glimmerschiefer genannt werden. Es ist hierbei zu bemerken, um Missverständnissen zu begegnen, dass nicht selten Gesteinsmassen von nahezu parallelen Klüften, Sprüngen oder Rissen in Schichtenähnliche Platten zersprengt, erscheinen — falsche Schichtung z. B. beim sog. Plattenporphyr — oder in sehr dünne Lagen, welche quer zu der ursprünglichen Schichtenabsonderung verlaufen, spaltbar sind — transversale Schichtung oder Schieferung z. B. bei manchem Dachschiefer. Man achte darauf, solche nachträglich entstandene Zerspaltungserscheinungen nicht mit wahrer Schichtung zu verwechseln.

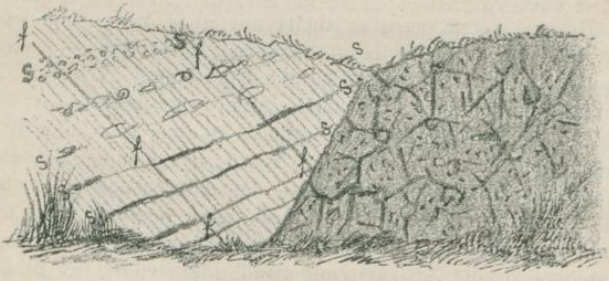


Fig. 4.
In dieser Zeichnung deuten die Buchstaben *S — S* die Richtung der Schichtung, welche durch die Gleichartigkeit in der Beschaffenheit der Gesteinslagen sich bemerkbar macht, und die Buchstaben *f — f* die Richtung der Schieferung an.

Jede Schicht ist von zwei parallelen Schichtflächen begrenzt, nach deren rechtwinkeligem Abstand von einander man die Dicke der Schicht oder deren Mächtigkeit bemisst.

Bei geneigt gelagerten Schichten hüte man sich die senkrecht gezogene Linie, wie so häufig irrthümlich geschieht, als Mächtigkeit anzusprechen. Die augenscheinliche Maassverschiedenheit der Linie $a—b$ (richtige Mächtigkeit der Schicht $ABCD$) gegen die senkrechte Linie $a—d$ in beistehender Zeichnung wird dies ohne weitere Erläuterung deutlich machen.

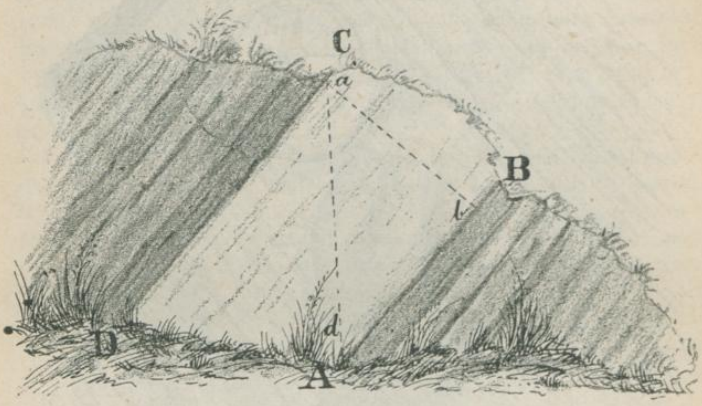


Fig. 5.

Die Schichtenlage kann nun entweder eine horizontale oder söhlige (Zeichen ⌖), oder eine verticale oder saigere (Zeichen ⌖), oder endlich unter irgend einem Winkel zur Horizontalen geneigte sein. Schichten, die im Verhältniss zu ihrer ursprünglichen Lage um mehr als 90° aus ihrer früheren Stellung verschoben wurden, nennt man überkippt oder überstürzt.

Bei geneigten Schichten bezeichnet man die Richtung, welche eine auf den Schichtflächen gezogen gedachte Gerade angibt, als das Streichen (Richtung der Ausdehnung einer Schicht im horizontalen Sinne = Streichrichtung, Streichlinie, Streichwinkel), die Richtung ihrer stärksten Neigung als das Fallen oder Einfallen (Fallrichtung, Falllinie, Fallwinkel). Fall- und Streichrichtung stehen stets senkrecht zu einander

oder bilden einen Winkel von 90° = 6 Stunden (des Compasses) mit einander, daher man leicht aus der Fallrichtung die Streich-

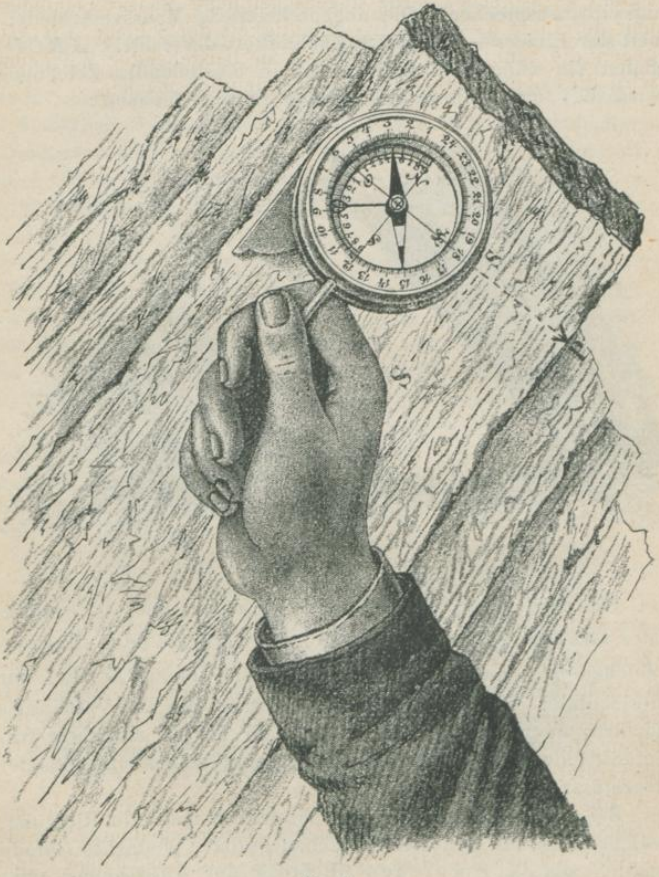


Fig. 6.
In dieser Zeichnung deutet die Linie *S S* die Streichrichtung, *S P* die Fallrichtung an.

richtung direct durch Addiren oder Abziehen von 6 Stunden oder 90° ermitteln kann. Diese Bestimmung ist eine der wichtigsten

Aufgaben der praktischen Gebirgsforschung. Das Bestimmen des Streichens und Fallens wird mittels des Bergcompasses bewerkstelligt (s. oben S. 28). Zu dem Zwecke entblösst man an einer geneigt gelagerten Gesteinsmasse (in Felsen, am Boden, in Gruben) eine Schichtfläche so vollständig glatt, als thunlich (eine Fläche von 0,10—0,15 qm genügt), denkt sich oder zieht sich auf dieser Fläche eine horizontale Linie (Streichlinie), an welche man die *N—S* Linie des Compasses anlegt; das Nordende der Nadel gibt sofort die Streichrichtung (observirtes Streichen s. S. 30) an. Der Winkel, welchen die Nadel jetzt mit der *N—S* Linie der Compasstheilung bildet, ist der Streichwinkel.

Eine zu dieser Streichlinie senkrecht in der Richtung der stärksten Neigung der Schicht gezogene Gerade ist die Falllinie. Um das Fallen zu bestimmen, bringt man die *N—S* Linie des Compasses in die Richtung der Falllinie, das *N* Ende der Nadel nach der Richtung der stärksten Neigung gewendet

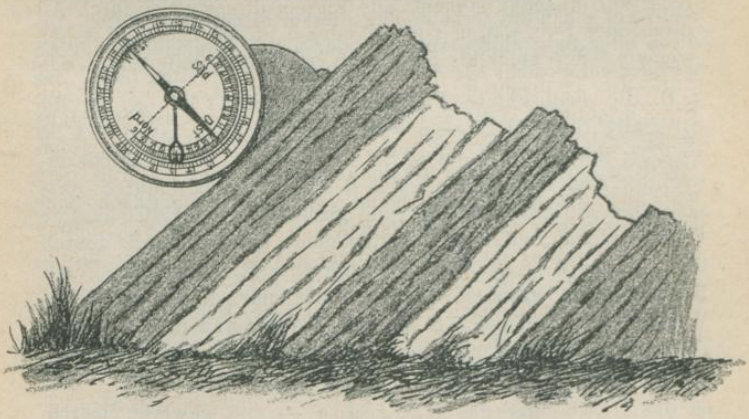


Fig. 7.

und liest an der Nordspitze der Nadel nunmehr direct die Fallrichtung ab. Man arretirt hierauf die Nadel und bringt den Compass nunmehr senkrecht genommen, so dass der kleine Senkel spielen kann, in die Lage der Falllinie, indem man die

N—*S* Linie mit derselben parallel hält, so gibt die Senkelmitte den Grad oder die Grösse des Fallwinkels direct an.

Ist die Compasstheilung der Art, dass die Zählung nur von 1—12 St. geht, so ist es unerlässlich bei der Fallrichtung noch die Weltgegend anzugeben, nach der hin die Schicht einschiesst. Durch Zeichnung wird das Streichen und Fallen in der Weise dargestellt, dass man eine kurze Linie in der Richtung oder Stunde des beobachteten Streichens zieht und senkrecht zu dieser Linie einen kleinen Pfeil nach der Weltgegend des Einfallens beifügt, z. B. ⸜⸝ Man kann diesem Zeichen gleich die beobachteten Daten beifügen, z. B. 45° ⸜⸝ St. 3, d. h. die Schicht streicht in Stunde 3 (NO.—SW.) und fällt in Stunde 9 (nach SO.) mit 45° ein.

Da es bei jeder geneigten Schicht leichter ist, die Richtung der Neigung, als die der horizontalen Streichlinie zu ermitteln, so begnügt man sich in der Praxis durchweg mit der Bestimmung des Fallens, indem, da Streich- und Falllinie senkrecht auf einander stehen, aus diesem direct jene durch Addiren oder Subtrahiren von 90° oder 6 St., je nachdem erstere weniger oder mehr als St. 6 beträgt, sich ableiten lässt. Ist z. B. die beobachtete Fallrichtung in St. 11,10°, so ist die Streichrichtung 11,10° — 6 = St. 5,10° oder es ist St. 11,10° = 175°; daraus 175° — 90° = 85° = St. 5,10°. In der Praxis erleichtert man sich das Auffinden der Fallrichtung dadurch, dass man über die gut entblösste und gesäuberte Schichtfläche eine Kugel, kleine rundliche Rollstückchen, Sand u. dergl. gleiten lässt, deren Weg dann die Falllinie anzeigt. Bei allen diesen Bestimmungen gibt die Beobachtung nur die unreducirten Werthe; die man (nach S. 30) auf das wahre Streichen und Fallen bringen muss.

Jede Schicht hat gewisse Gesteinsmassen über sich — das ist das Dach oder das Hangende — und gewisse Massen unter sich — das ist die Sohle oder das Liegende. Der Theil einer Schicht, mit welchem sie in ihrem Fortstreichen bis an die Erdoberfläche reicht, bildet ihr Ausgehendes oder den Ausbiss (das Ausbeissende). Verschiedene Schichtensysteme liegen zu einander entweder: 1) übereinander — Ueber-

lagerung (Fig. 8, *A* Schicht *b* über Schicht *a* überlagernd) — oder mit einander, Schicht *a* mit Schicht *b* wechselnd — Wechsellagerung (Fig. 8, *B*); — im ersten Falle entweder mit zu einander parallel stehenden Schichtflächen — normale oder gleichförmige auch concordante Lagerung (Fig. 8, *C*), — oder so, dass die Schichtflächen nicht parallel laufen — abnorme, ungleichförmige oder discordante Lagerung (Fig. 8, *D*). Bei abnorm gestellten Schichtencomplexen unterscheidet man weiter übergreifende Lagerung, wenn ein System über das andere hinüberreicht (wie Fig. 8, *E*), oder abstossende Lagerung, wenn die einen Schichten an den anderen plötzlich in mehr oder weniger senkrechter Richtung enden (wie Fig. 8, *F*).

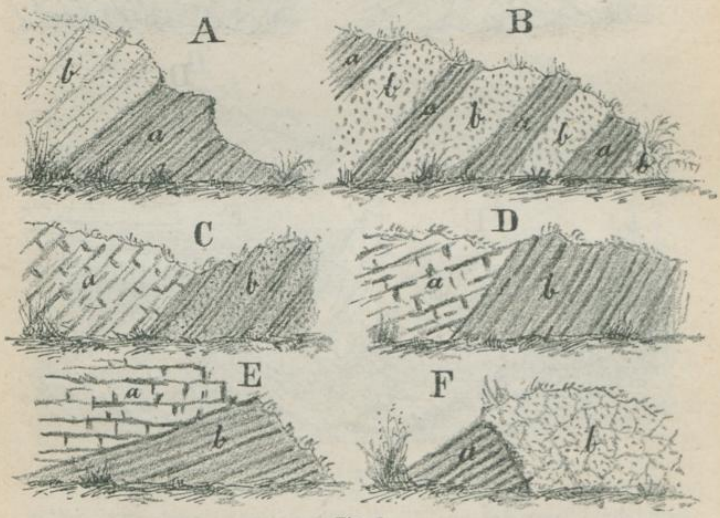


Fig. 8.

Schichten, welche sich nach entgegengesetzter Weltgegend neigen, werden als antiklinal (S. 46. Fig. 9, *A*), solche die sich gegenseitig zuneigen als synklinal (Fig. 9, *B*) bezeichnet. Je nachdem Schichten in gleicher oder in entgegengesetzter Richtung, wie die Berggehänge einfallen, nennt man

sie rechtsinnig fallend (Fig. 9, *C*) oder widersinnig fallend (Fig. 9, *D*). Synklinale Schichten schliessen eine Mulde zwischen sich ein (Fig. 9, *E*), antiklinale bilden an ihrem Zusammenstoss einen sog. Sattel (Fig. 9, *F*). Die Verbindung der tiefsten Muldenpunkte mit einander gibt die Muldenlinie (x—y in Fig. 9, *E*), welche das Muldentiefste

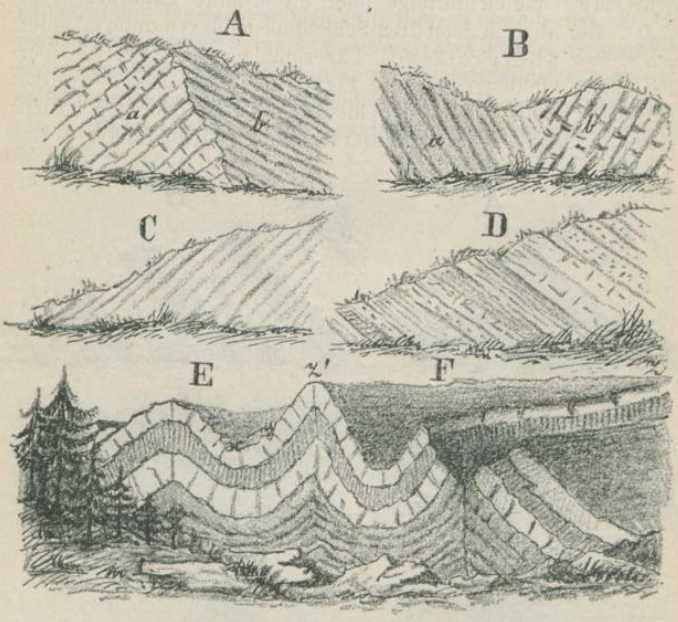


Fig. 9.

bezeichnet, von der aus die Muldenflügel nach zwei Seiten ansteigen. Aehnlich unterscheidet man auch am Sattel die Sattellinie (z—z' in Fig. 9, *F*). Muss man sich den Sattel durch eine Fortsetzung der Schichten in der Luft vervollständigt denken, so nennt man dies einen Luftsattel.

Eine Schichtenlage, bei der die Schichten von einem Mittelpunkte aus allseitig abfallen, nennt man mantelförmig,

und kesselförmig, wenn die Neigung sich allseitig einem Mittelpunkte zuwendet.

Bei massiger Gesteinsausbildung bezeichnet man

1) mit Stock das Auftreten in ausgedehnten mehr oder weniger rundlich abgegrenzten Massen, welche bei kugel- oder glockenartiger Form Kuppen z. B. Basalt, bei colossaler Ausdehnung typhonische Stöcke genannt werden, z. B. bei Granit.

2) mit Lagermasse die einer Schichtung ähnliche Ausbildung in Gesteinsstücke, welche durch mehr oder weniger parallele Flächen abgegrenzt sind und zugleich bei relativ geringer Mächtigkeit grosse Ausdehnung im horizontalen Sinne gewinnen. Dabei unterscheidet man noch besonders als Decken jene lagerartigen Ausbreitungen, bei welchen ein Gesteinsmaterial andere Gesteine in dünnen Lagen weit übergreifend bedeckt.

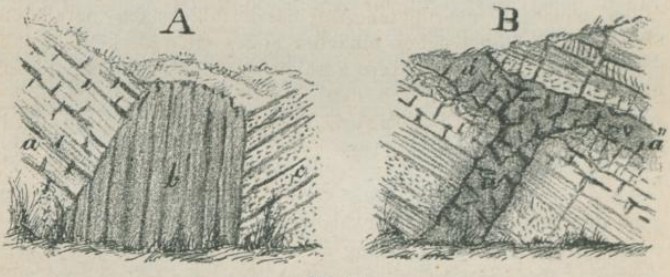


Fig. 10.
In dieser Zeichnung Fig. *B* nimmt der das Nebengestein durchsetzende echte Gang *a* nach Oben in der Ausbreitung *a'*—*a''* die Natur eines Lagerganges an.

3) mit Gang eine verhältnissmässig wenig mächtige, quer zwischen Gestein durchgreifend eingefügte, mehr oder weniger weit fortstreichende Masse mit einer im Vergleiche zum Nebengestein abweichenden Beschaffenheit. Man bestimmt bei den Gängen ihre horizontale Ausdehnung (Streichen) und ihre Neigung (Fallen) genau so, wie bei geneigten Schichten. Eine mit den umgebenden Schichten ganz oder nahe concordant gebildete Gangausbreitung nennt man Lagergang, kleine Gänge — Adern, wenn sie sich vielfach theilen — Trümmer, wenn sie zugleich rasch sich verschmälern und auslaufen — Apophysen oder Ausläufer.

An jedem Gange unterscheidet man die nahe parallelen Begrenzungsflächen als Gangflächen und die Ausfüllung als Gangmasse. Oft ist längs der Gangflächen gegen das umschliessende Gestein eine besondere Masse ausgeschieden — das Salband, oder es zeigt sich hier nur eine dünne Lage von zersetztem Gestein oder Letten — Besteg insbesondere Lettenbesteg.

Die Gangmasse besteht nun entweder aus einer Masse, wie sie bei Gesteinen gewöhnlich vorkommt — Gesteinsgänge — oder aus einer Anhäufung von Mineralien und Erzen — Mineral- oder Erzgänge, welch' letztere wegen des Vorkommens von zahlreichen Erzen für den Hüttenmann und von schönen Mineralien besonders für den Mineralogen von hohem Interesse sind. Auf ihnen finden sich die verschiedenen Mineralien meist in geordneter Aufeinanderfolge nach parallelen Streifen und Lagen neben einander abgesetzt. Es können nun von solchen Gängen mehrere zusammentreffen, und bei dieser Begegnung der eine durch den anderen gleichsam hindurchgehen — sich durchkreuzen (Fig. 11, *A*, Gang *a—a* wird von Gang *b—b* durchkreuzt), — oder sie können eine Strecke mit einander fortziehen — sich schleppen (Fig. 11, *B*, Gang *d—d* schleppt den Gang *c—c*), oder es kann endlich der eine den andern aus seiner bisherigen Richtung verrücken — verwerfen (Fig. 11, *C*, Gang *e—e* wird von Gang *f—f* verworfen). Man spricht auch vom Alter der Gänge und will damit die relative Zeit der früheren oder späteren Entstehung des einen vor dem anderen bezeichnen; der durchkreuzte, schleppende und verworfene Gang ist immer älter als der durchkreuzende, geschleppte und verwerfende.

Das Gestein, in welchem solche Gänge vorkommen oder „aufsetzen", bildet das sog. Nebengestein, durch welches die Gangmasse durchgreifend hindurchzieht. Hierbei kommt es vielfach vor, dass das durchbrochene Nebengestein aus seiner ursprünglichen Lage verschoben, verrückt oder wie man sich auszudrücken pflegt, verworfen wird.

Bei anderen mehr untergeordneten Formen, in denen Gesteine oder einzelne Theile derselben ausgebildet vorkommen, müssen wir uns begnügen, sie hier nur dem Namen nach aufzu-

führen. Dahin gehören: Concretionen oder Morpholite (unregelmässig kugelige Ausscheidungen), Geoden, Lösskindchen, Klappersteine, Knollen (ludus Helmonti), Imatrasteine, Brillensteine, Septarien, Linsen, Mandeln, Nester, Putzen, Dendriten (moosähnlich verzweigte Mineralausscheidungen nach Art mancher Zeichnungen auf Töpfergeschirr, welche vielfach irrthümlich als Versteinerungen angesehen werden.).

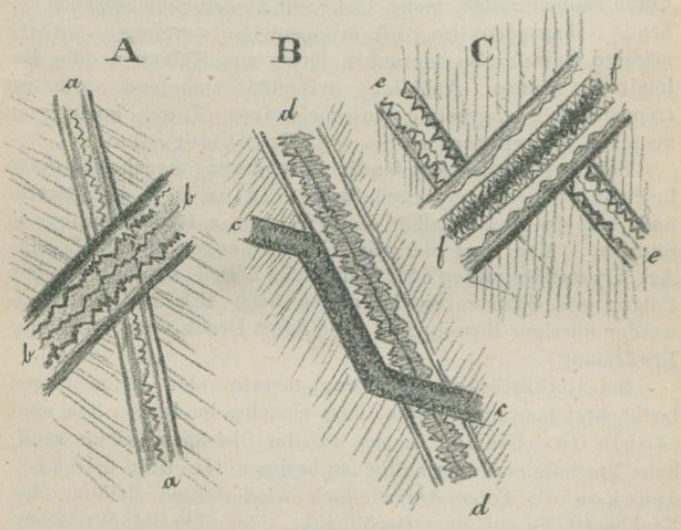


Fig. 11.

Auf den Schichtflächen mancher Schichtgesteine zeigt sich eine sehr feine parallele Faltung oder Streifung (Parallelfaltung). In anderen Fällen macht sich in der Gesteinsmasse selbst eine gewisse nach einer bestimmten Richtung hervortretende Anordnung sei es in der Lage der Gemengtheile, sei es in der Vertheilung von Einschlüssen (Blasenräume, Linearparallelismus oder Streckung) bemerkbar. In noch anderen Fällen sieht man auf den Schnittflächen Risse oder vorstehende Wülste (als Abgüsse der ersteren in der aufliegenden Gegenplatte) — sog. Rippen (ripplmarks) oder wellige Furchungen (Wellenschläge) oder

pockennarbige Eindrücke, die man für Folgen von bei der Gesteinsbildung auffallenden Regentropfen zu deuten versucht hat. Hierher gehören auch die Ausfüllungen früherer Krystallräume durch Gesteinsmasse — Gesteinspseudomorphosen — z. B. Sandstein in Würfelform von Steinsalz, wie solche häufig in der Nähe steinsalzhaltiger Lager auf den Schichtflächen zum Vorschein kommen. Endlich sind die sog. Stylolithe, kleine kurze säulenförmige, meist senkrecht zu den Schichtflächen stehende, längsgestreifte, oft gruppenweise vereinigte unregelmässige Gesteinsabsonderungen meist aus Kalkstein oder Dolomit zu nennen. Aehnliche pyramidal zulaufende, oft fast treppenförmig abgesetzte Ausscheidungen (Tuten) kommen in manchen Mergellagern vor — sog. Tutenmergel.

Sehr bemerkenswerth ist die Absonderung mancher Gesteine in mehr oder weniger regelmässige Säulen (z. B. bei Basalt), und in mehr oder weniger dicke Platten (z. B. bei Porphyr in Südtirol). Man darf derartige Erscheinungen nicht für eine Art Krystallgestaltung oder Schichtung halten, sie sind lediglich Folgen von Spannungsverhältnissen beim Erkalten und Festwerden flüssiger Massen, von einseitigem Druck oder einseitiger Erwärmung.

Bei Geröllstücken der Conglomerate oder Schotterlagen beobachtet man nicht selten, dass einzelne im Innern hohl sind (hohle Geschiebe), andere auf der Oberfläche kleine rundliche Vertiefungen oder Grübchen besitzen (Gerölle mit Eindrücken als Folge der vielfach wiederholten Reibung des Nachbarstücks auf einer Geröllbank), oder aber mit Streifchen versehen sind, wie sie in Rollstücken der Gletschermoränen vorkommen (gekritzte oder geritzte Gerölle).

An natürlichen Entblössungen der Gesteine machen sich uns zuweilen Ablösungs- oder Spaltflächen besonders dadurch bemerkbar, dass sie in hohem Grade geglättet, geschliffen und wie polirt, oft mit spiegelnder Mineralrinde überkleidet und mit feinen parallelen Streifchen überzogen sind — Rutschflächen, Spiegel, Harnische —, welche in Folge von Reibung und Verschiebung an einander vorbeigleitender Gesteinsstücke oder Felsmassen entstanden sind. Aehnlich verhalten sich die an der Oberfläche von Felsen oder auf frischem vom Schutt entblösstem

Gesteinsboden nicht selten zu beobachtenden Abrundungen oder geglättete Flächen mit parallelen Streifchen oder Furchungen, welche von dem über die Gesteinsmassen geschobenen oder vorrückenden Gletschereis herrühren — Gletscherschliffe. Einem ähnlichen abschleifenden Einflusse des Eises in früheren Zeitperioden sind auch die eigenthümlichen Abrundungen mancher Berge (Rundbuckelform) zuzuschreiben. Dergleichen durch die Bewegung des Eises der Vorzeit hervorgerufene Erscheinungen fasst man als sog. Glacialerscheinungen zusammen, zu denen auch die sog. erratischen Blöcke, Irrblöcke oder Findlinge (weit von ihrem Ursprungsort durch das Eis fortgefrachtete Felsstücke) zu rechnen sind.

Eine eigenthümliche Formerscheinung bei vielen Schichtgesteinen bietet sich uns in den Versteinerungen, den Ueberresten von in Gestein eingeschlossenen Organismen des Thier- oder Pflanzenreichs früherer Erdzeiten, — oft auch Petrefacten oder Fossile genannt — dar. Die speciell mit diesen Versteinerungen sich befassende Wissenschaft heisst die Paläontologie*) oder Petrefactenkunde, die sich in eine solche der Thier- und Pflanzenwelt theilt.

Die Versteinerungen sind für den Geologen von der allergrössten Wichtigkeit. Alle Thier- und Pflanzenarten haben nämlich nur eine bestimmte und beschränkte Zeit hindurch auf Erden existirt. Jede Art oder Gruppe von Arten repräsentirt daher ein gewisses Zeitalter der Erdgeschichte. Es finden sich demnach auch die Ueberreste solcher Thier- und Pflanzenarten als Versteinerungen nur in jenen Schichtgesteinen, die mit ihnen gleichzeitig entstanden sind (abgesehen von einzelnen verschwemmten, auf secundären Fundstellen vorkommenden Exemplaren); sie sind daher für diese Schichtencomplexe charakteristisch und können zum Bestimmen des relativen Alters der letzteren dienen — Leitversteinerungen wie z. B. die *Graptolithen* für Silurbildungen, die *Clymenien* für Devonschichten, einzelne Arten wie *Ceratites nodosus* für den oberen Muschel-

*) Abgesehen von zahllosen Specialwerken sind für allgemeine Orientirung zu empfehlen: Bronn, Lethaea geognostica, zweite Aufl.; neue Auflage begonnen von F. Roemer (im Ersch. begriffen); Quenstedt, Petrefactenkunde; Zittel, Handbuch der Paläontologie (im Ersch. begriffen).

kalk u. s. w. Sie rühren vorherrschend nur von Harttheilen der Organismen her — Knochen, Schalen, Panzer, Zellen, Holz — und sind theils noch in der ursprünglichen Form, wenn auch materiell verändert, erhalten, theils nur in Abgüssen der früheren Hohlräume der Harttheile — Steinkerne — vorhanden. Das Versteinerungsmaterial kann hierbei die einschliessende Gesteinsmasse selbst sein oder aus verschiedenen Mineralsubstanzen, am häufigsten aus Kalkspath, Kohle, phosphorsaurer Kalkerde, selten aus Quarz, Schwefelkies u. dergl. bestehen.

Beim Untersuchen der Schichtgesteine muss daher die Aufmerksamkeit ganz besonders auf das Auffinden von Versteinerungen gerichtet sein, wenn es sich um das Bestimmen des Alters und der Lage der Schichtgesteine handelt. Im Uebrigen verdienen sie auch als zoologische und botanische Objecte aus früheren Abschnitten der Erdgeschichte für den Zoologen und Botaniker die grösste Beachtung (Palaeo-Zoologie und -Phytologie). Man sammle sie, wo Gelegenheit sich bietet, in grösserer Menge, weil bei dem oft mangelhaften Erhaltungszustande einzelner Exemplare erst eine grössere Anzahl die Hoffnung gibt, sich gegenseitig ergänzende Stücke zu erhalten, welche die Artbestimmung erleichtern. Enthält das Gestein kleinste, erst mit der Lupe erkennbare Formen, so muss man Material für Dünnschliffe sammeln, und wenn die Masse durch Wasser erweichbar — schlämmbar — sich erweist, ist es räthlich, grössere Vorräthe aufzunehmen, um daraus durch Schlämmen die kleinen Ueberreste (*Coccolíten*, *Foraminiferen*, *Radiolarien*, *Schwammnädelchen*, *Entomostraciten* u. s. w.) zu isoliren und auszulesen.

Veränderung der Gesteine.

Die meisten jetzt an der Zusammensetzung der Erdrinde betheiligten Gesteine sind nicht mehr in ihrer ursprünglichen Verfassung; sie haben Veränderungen verschiedener Art erlitten und zwar besonders entweder bezüglich ihrer Lage — Dislocation — oder bezüglich ihrer materiellen Beschaffenheit — Umänderung, Metamorphose etc.

Viele Gesteine sind aus ihrer anfänglichen Lage verrückt, gesenkt, gehoben, zusammengefaltet, gebogen, gewunden, ge-

knickt, zickzackförmig zusammengedrückt, von Rissen und Sprüngen durchzogen, stückweise gegenseitig verschoben und verworfen. Die Verrückungen vollzogen sich längs Zerklüftun-

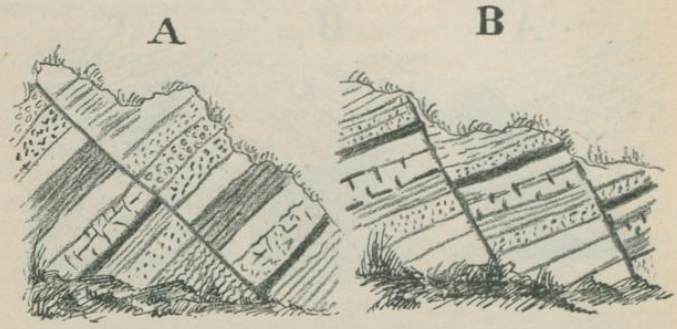


Fig. 12.

gen im Gestein — Verwerfungsspalten —, deren Richtung und Neigung man wie bei den geneigten Schichten mit dem Compass zu bestimmen hat. Auf solchen Verwerfungsspalten finden sich häufig die (S. 50) schon erwähnten Rutschflächen. Man darf sich solche Verrückungen durch Spalten losgetrennter Gebirgstheile oder Gesteinsstücke nur nach rein mechanischen Gesetzen vollzogen denken. Das bewegte Stück muss, abgesehen von der Oberfläche, mindestens durch drei Ablösungsspalten (geradlinig begrenzt gedacht) von dem Nebengestein losgetrennt sein. Man suche sowohl diese Verwerfungsspalten, als auch die Grösse der Verrückung eines Gebirgstheils gegen das andere zu ermitteln. Dabei werden bestimmte Formen solcher Verwerfungen als treppenförmige (Fig. 12, *B*); als Ueberschiebungen (Figur 13, *A*), Einkeilungen (Figur 13, *B*), Stauchungen (Figur 13, *C*.) u. s. w. unterschieden, welche nach den Zeichnungen Figg. 12 u. 13 wohl keiner weiteren Erklärung bedürfen.

Die materiellen oder substanziellen Veränderungen bestehen z. Th. in einer Umwandlung der ganzen Felsmassen nach Art der Pseudomorphosen bei einzelnen Mineralien, oft mit gleichzeitiger Wanderung einzelner Stoffe. Dahin gehört

z. B. die Serpentinbildung aus Olivinfels, Hornblende oder Augitgestein mit Ausscheidung von Magneteisen — pseudomorphosirte Gesteine. — In andern Fällen findet eine

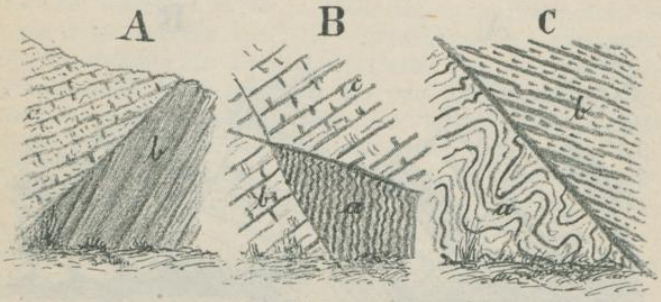


Fig. 13.

durchgreifende Veränderung ganzer, grosser Gesteinscomplexe nach Textur und Gehalt ohne nothwendige Beziehung zu der früheren Beschaffenheit statt — Regionalmetamorphose —, durch welchen Vorgang man sich früher die Bildung der krystallinischen Schiefergesteine (Gneiss, Glimmerschiefer etc.) in Folge der Wirkung hoher Hitzgrade oder in Folge einer Durchtränkung von mit Mineralstoff angereichertem Wasser zu erklären versuchte, Vorstellungen, deren allgemeine Richtigkeit mehr als in Frage gestellt werden muss. Desto sicherer ermittelt sind die Erscheinungen der sog. Contactmetamorphose, Veränderungen, welche innerhalb gewisser Grenzen der Berührung verschiedenen Gesteins, hauptsächlich von Massen- und Schichtgestein, nachgewiesen sind, und bei welchen in verschiedener Weise erhöhte Temperatur, grosser Seitendruck, Zerbröckelung und Wasserwirkungen gleichzeitig oder nacheinander thätig waren. Hierher gehören die längs der Grenzen vieler Granite in dem Nachbarschiefer beobachteten Umbildungen (Fleckschiefer etc.), die Veränderungen des durchbrochenen Nebengesteins durch Eruptivmasse, z. B. Basalt, welche in einer Art Frittung (Porzellanjaspis) oder Verglasung (verglaster Sandstein), oder im Umkrystallisiren gewisser Stoffe (körniger Kalk) u. s. w. oft verbunden mit einer eigenthümlichen Art von Zer-

klüftung z. B. säulenförmigen Absonderungen mit zur Berührungsfläche senkrecht gestellten Prismen etc. bestehen.

Eine weitere sehr weit greifende Umformung erleiden die Gesteine durch das Zerbröckeln in Folge der Einwirkung von Frost, Feuchtigkeit und Wasser, wodurch Gesteinsschutt, Grus, Sand u. s. w. entstehen. In diese Reihe der Erscheinungen gehören auch die Bergstürze, die Felsenmeere, die Bildung mancher Höhlen. Am grossartigsten tritt uns diese Umbildung als Verwitterung entgegen, deren Producte in Vermengung mit beigeschwemmtem Schlamm, Sand und Grus und mit sich zersetzenden organischen Bestandtheilen (sog. Humus) die sog. Vegetationserde, das für das organische Reich wichtigste Glied aller Gesteinsbildungen darstellt. Denn diese Pflanzenerde ist die Mutter alles Lebenden!

Diese an der oberen Erdkruste vor sich gehenden Veränderungen führen vielfach auf tiefer gehende Erscheinungen zurück, die man im allgemeinen als plutonische und vulkanische zu bezeichnen pflegt. Es sind die Wirkungen aus grösserer Tiefe gegen die Erdoberfläche, durch welche Kräfte immer sie hervorgerufen sein mögen.

Man nimmt an, dass viele — die meisten massigen — Gesteine in analoger Weise früher entstanden sind, wie heutzutage die Lava oder die Vulkanproducte, und unterscheidet solche der älteren Zeit (etwa vor der Tertiärperiode) — plutonische — und solche der jüngeren Zeit — vulkanische. Eine derartige Scheidung ist jedoch nicht streng durchführbar. Dass analoge Erscheinungen, wie die vulkanischen der Gegenwart, auch in früheren geologischen Perioden stattgefunden haben, ist nicht zu bezweifeln. Doch sind die näheren Verhältnisse hierbei jetzt nachträglich sehr schwierig festzustellen. Es dürfte sich daher empfehlen, statt von plutonischen und vulkanischen von älteren und jüngeren Eruptivgesteinen zu sprechen.

Als Producte und Folgen der jetzt noch thätigen Vulkane nennen wir die Lava (oft älteren Gesteinen, z. B. Basalt, Trachyt, Phonolith gleich beschaffen, meist jedoch glasig erstarrt), die vulkanische Asche, die Rapilli, Bomben, Schlammströme (mit Wasser vermengte vulkanische Asche), den

vulkanischen Tuff, Trass, Peperin, die Wasserdämpfe, Fumarolen, Gasexhalationen, Solfataren, Mofetten, Schlammvulkane, vulkanische Erdbeben u. s. w. Die weitern Verhältnisse dieser Bildungen und der Vulkane überhaupt dürfen wir wohl als allgemein bekannt hier voraussetzen, und begnügen uns nur mit einer Namenerwähnung: Krater, Schuttkegel, Ausbruchserscheinungen, Lichtphänomene, Lavaerguss, Zerstörungen, Bildung der Schlammströme, Lage und Vertheilung der Vulkane auf der Erde, Beziehungen zu der Küste und dem stets naheliegenden Meere. —

Aus analogen, jedoch eigenthümlich modificirten Vorgängen ist nun auch die Entstehung der älteren Eruptivgesteine abzuleiten. Den vulkanischen Tuffen entsprechen auf diese Weise die alten sog. Sedimentärtuffe, die Schalsteine, der Thonstein. Sie enthalten als Seltenheiten sogar Versteinerungen, zum Beweis, dass bei ihrer Bildung das Wasser mitgewirkt habe. In der Regel vermisst man bei den älteren Eruptivgesteinen die kraterähnliche Aufbruchstelle, welche durch spätere Abnagungen, Wegspülungen und Ueberschüttungen verschwunden sind.

Den Eruptivgesteinen kommt, wie den Schichtgesteinen, ein bestimmtes Alter ihrer Entstehung zu. Dasselbe bestimmt sich nach dem Alter der von ihnen durchbrochenen Gesteine, die älter, und weiter nach dem Alter der nicht mehr durchsetzten Felsgebilde, welche jünger als sie sind. Desshalb lassen sich auch die Eruptivgesteine als abnorme Glieder den verschiedenen Formationen bei- und einordnen.

Die Erdbeben*), die z. Th. lokal mit vulkanischen Eruptionen in unbezweifelbarem Zusammenhange stehen, müssen auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden; wenn auch viele der sie begleitenden Erscheinungen ganz oder nahe übereinstimmen. Man wird wohl zu unterscheiden haben zwischen vulkanischen mit vulkanischen Eruptionen unmittelbar zusammenhängenden, cavernalen, durch Einstürze unterirdischer Aushöhlungen erzeugten und apodynamischen Erd-

*) K. v. Seebach, Erdbebenkunde in Neumayer's wissenschaftl. Beobachtungen auf Reisen, Lasaulx, das Erdbeben von Herzogenrath u. s. w.

beben, deren von den vorausgehenden verschiedene Ursache in grösserer Tiefe der Erde zu suchen ist.

Derjenige, welcher diesen merkwürdigen Naturerscheinungen seine Aufmerksamkeit zuwenden will, wird bei eintretenden Erdbeben vielfache Beobachtungen anzustellen haben und zwar in erster Linie in Bezug auf die Zeit des Stosses oder der Stösse unter Beachtung grösster Genauigkeit und unter Berücksichtigung einer etwa nöthigen Uhrenregulirung, dann auf die Stossrichtung, die Art der Stossbewegung (succussorische oder aufwärts gerichtete, undulatorische oder wellenförmige, rotatorische oder kreisförmige), auf den Ort oder die Gegend des Maximums der Erschütterung, auf die Form und Richtung der an Gebäuden und Mauern etwa entstandenen Risse, deren Richtung und Neigung an verschieden verlaufenden Mauern zu bestimmen ist. Ausserdem verdienen die besonderen dabei vorkommenden Schall- und Licht- und sonstigen atmosphärischen Erscheinungen (Windstösse, Barometerschwankungen, Nebel etc.), das Ausströmen von Gasen, das Aufhören von Quellenergüssen, deren Vermehrung oder Neuerscheinen, Fluthbewegungen an Seen u. s. w. die Beachtung des Forschers.

Nachdem wir im Vorausgehenden einen möglichst kurzen Ueberblick über Zusammensetzung, Gefüge und Formverhältnisse der Gesteine zu geben versucht haben, dürfte es jetzt am Platze sein, bezüglich der Bildungsart derselben noch hinzuzufügen, dass alle am Aufbau der uns bekannten Theile der Erdrinde betheiligten Gesteins- oder Felsmassen hervorgegangen sind entweder

1) aus ursprünglichen Wasserniederschlägen, welche auf theils mechanischem Wege durch Absetzen, theils auf chemischem Wege durch Ausscheidung zu Stande kamen, jedoch seit ihrer Ablagerung noch vielfach durch Diagenese umgebildet sind und zum Theil verändert wurden — geschichtete oder Sedimentgebilde — oder

2) aus einem flüssigen Zustande (wenn auch nicht immer aus einem Schmelzflusse durch Feuer), in welchem die Masse aus der Tiefe der Erde zur Oberfläche emporgelangte — Eruptivgebilde —, oder endlich

3) aus Material, welches zwar ursprünglich aus Eruptionen

und Ausströmungen der Tiefe stammte, aber meist durch eine Art Sedimentation oder Dejection mit oder ohne Vermittelung von Wasser abgelagert wurde — Tuffgebilde. — Andere beschränkte oder nur lokale und seltene Entstehungsarten von Gesteinsmassen dürfen wir hier füglich übergehen.

Die verschiedenen Gesteins-, Gebirgs- oder Felsarten.

Wir wollen nun die verschiedenen Gesteinsarten nach der früher gegebenen Reihung in aller Kürze ins Gedächtniss zurückrufen.

I. Kokkite: krystallinisch körnige Massengesteine.

1. zusammengesetzt: aus nur einer Mineralart: Homokokkite.

1) Quarzit, 2) körniger Kalk (Marmor), 3) körniger Dolomit, 4) Gyps, 5) Steinsalz, 6) Amphibolit, 7) Olivinfels, 8) Serpentin (oft ins Dichte verlaufend), 9) Topfstein (Lavez- oder Giltestein). Alle diese Gesteine bedürfen keiner näheren Erläuterung, da sie nur aus je einem Mineral, z. B. Quarz oder Kalkspath, oder Olivin etc. bestehen.

2. aus verschiedenen Mineralarten zusammengesetzt: Heterokokkite und zwar:

a. deutlich grobkrystallinisch körnig: Eukokkite.

10) Granit aus Orthoklas (wenig Oligoklas), Quarz und zweierlei Glimmer mit den Varietäten: *α*. Granitit: Granitgemengtheile, doch nur mit Magnesiaglimmer, *β*. Syenitgranit: Granitgemengtheile und ausserdem noch mit Hornblende. *γ*. Protogin, ebenso und noch mit grünlichem Steinmark (nicht Speckstein) oder Chloritblättchen, *δ*. Pegmatit (Schriftgranit), grobkrystallinische Ausbildung.

11) Syenit aus Orthoklas (wenig Oligoklas), Hornblende und Glimmer (selten etwas Quarz), zuweilen mit Zirkoneinsprengungen (Zirkonsyenit), ferner mit den Abarten Glimmersyenit (Minette z. Th.) und Augitsyenit (Orthoklas, Plagioklas und Augit).

12) Tonalit aus Plagioklas (meist Oligoklas), Hornblende, Quarz und Glimmer (Monte Tonale).

13) Diorit aus Plagioklas und Hornblende.

14) Glimmerdiorit aus Plagioklas und Glimmer mit etwas Quarz und Hornblende.

b. undeutlich krystallinisch körnig: Kryptokokkite.

15) Diabas aus Plagioklas, Augit, Magneteisen (Titaneisen) ohne Glasmasse und mit einer grünen Zersetzungszwischenmasse (selten deutlich körnig).

16) Melaphyr aus Plagioklas, Augit, Olivin, Magneteisen, gewöhnlich mit etwas Glasmasse.

17) Gabbro aus Plagioklas, besonders häufig aus Saussurit, Diallag, Magneteisen, oft mit Olivin.

18) Phonolith aus Sanidin und Nephelin oder Leucit, mit geringen Beimengungen von Hornblende, Augit, Titan- oder Magneteisen, Hauyn und Nosean.

19) Andesit aus Plagioklas, Augit oder Hornblende und Glimmer, ersterer Augitandesit, — letzterer Hornblende-Glimmerandesit genannt.

20) Basaltgesteinsgruppe aus Plagioklas, Nephelin, Leucit, Augit, Magneteisen, Olivin und Glasmasse; mittelfeine Varietäten nennt man Anamesit, gröbere Dolerit. Je nach dem Fehlen des einen oder andern Gemengtheils unterscheidet man

α. Basalt (typischer) aus Plagioklas, Augit, Magneteisen und Olivin.

β. Tephrit aus Plagioklas mit Leucit oder Nephelin, Augit (etwas Hornblende), Glimmer und Magneteisen, jedoch ohne Olivin.

γ. Leucitit aus Leucit und Augit mit oder ohne Olivin; untergeordnet kommen auch Hornblende, Hauyn, Biotit, Magneteisen, ganz selten Plagioklas vor (Leucitbasalt und Leucitlava).

δ. Limburgit aus Augit, Olivin und Magneteisen mit Glasmasse und ohne Feldspath.

ε. Nephelinit aus Nephelin, Augit, mit oder

ohne Olivin, zuweilen mit Leucit, Hauyn, Hornblende, ohne Feldspath — Nephelindolerit, Nephelinbasalt.

21) Palaeopikrit aus Olivin, Enstatit, Diopsit und Magneteisen.

II. Porphyre: Massengesteine aus kryptomerer Hauptmasse und eingestreuten Mineralgemengtheilen.

22) Felsitporphyr aus feldsteiniger Grundmasse mit eingestreutem Orthoklas, seltener mit einzelnen Hornblende-, Magneteisen- und Glimmertheilchen.

23) Quarzporphyr aus feldsteiniger Grundmasse mit eingestreutem Orthoklas, Quarz, Glimmer, selten mit Hornblende und Augit.

24) Porphyrit aus feldsteiniger Grundmasse mit Plagioklas, Hornblende, Augit, Glimmer, selten mit Quarz und Orthoklas.

25) Liparit aus Sanidin, Quarz, in untergeordneter Weise mit Biotit, Hornblende, Augit (Quarztrachyt, Rhyolith z. Th. Trachytporphyr).

III. Hyalithe, Glasgesteine.

26) Obsidian. 27) Pechstein. 28) Perlstein. 29) Lava (Sammelname für alles aus Vulkanen fliessende Gestein, das glasartig erstarrt ist).

30) Eis.

IV. Phyllolithe: Schichtgesteine aus grösstentheils krystallinischen Gemengtheilen oder theilweise krystallinischen und theilweise trümmerigen Theilchen, die zu einer in ganz dünnen Lagen spaltbaren oder blättrigen Masse vereinigt sind.

1. Deutlich krystallinisch körniger Schiefer.

31) Quarzitschiefer aus Gemengtheilchen meist mit Glimmerschüppchen und Magneteisen in der Abänderung: Itakolumit oder Gelenkquarz mit Talkschüppchen, und Itabirit vorherrschend aus Eisenglimmer bestehend.

32) Hornblendeschiefer aus körniger Hornblende.

33) Chloritschiefer aus Chloritschüppchen meist mit Magneteisen zusammengesetzt.

34) Talkschiefer mit Talkschüppchen, häufig mit Quarz.

35) Gneiss aus Orthoklas (wenig Oligoklas), Quarz und Glimmer, als Schieferform des Granits mit den Abänderungen oder Stellvertretung des Glimmers durch Sericit oder Phyllitmasse — Sericit-Phyllitgneiss — und ins Dichte übergehend — Porphyroid,

36) Granulit oder Weissstein aus Orthoklas, Quarz und Granat oder Turmalin (zuweilen massig ausgebildet),

37) Glimmerschiefer aus Glimmerblättchen und Quarzflasern, häufig mit Granat, Andalusit und Kalktheilchen (Kalkglimmerschiefer),

38) Dioritschiefer aus Plagioklas, Hornblende, etwas Glimmer und Granaten mit der Abänderung als Eklogit aus grasgrünem Smaragdit (seltener bräunliche Hornblende), rothen Granaten und lauchgrünem Omphacit (Saualpe in Kärnten) bestehend.

39) Schalsteinschiefer, geschichtetes Tuffgestein der Diabasgesteine.

40) Thonsteinschiefer aus feldsteinartiger Masse bestehende Porphyrtuffgesteine übergehend ins versteckt Krystallinische.

41) Phyllit (Urthonschiefer) glimmerig glänzend, Thonschiefer ähnlich, bestehend aus feinsten Schüppchen eines chloritartigen Minerals (Phyllochlorit) von Sericit und Quarz, oft mit etwas Feldspath und eingestreuten verschiedenen Mineralien (Fleck-, Garben-, Frucht-, Chiastolith-, Ottrelit- etc. Schiefer), auch mit Uebergängen in Glimmerschiefer, Quarzitschiefer und Sericitgneiss.

2. Versteckt krystallinisch, dicht oder trümmerig zusammengesetzt:

42) Thonschiefer aus Thonschüppchen, Glimmerblättchen, Eisensilikattheilchen, färbenden kohligen Substanzen (oft auch durch Eisenoxyd gefärbt) und feinsten mikroskopischen Nädelchen zusammenge-

setzte, feste, durch Wasser nicht erweichbare Schiefer in verschiedenen Varietäten als gewöhnlicher, Dach-, Griffel-, Wetzstein-Schiefer.

43) Schieferthon aus Thonmassen mit verschiedenen Beimengungen klastischer Theilchen zu einem weniger festen Schiefer mit zahlreichen Abänderungen, z. B. Kohlenschiefer durch kohlige Substanzen dunkel gefärbt, Brandschiefer mit bituminösen Beimengungen, Mergelschiefer mit Kalkgehalt, und in ganz weicher Art als sog. Lettenschiefer.

44) Kieselschiefer aus theils dichten, theils klastischen Quarztheilchen; im ersten Fall oft schwarz gefärbt, sehr dicht (Lydit), in letzterem oft in eine Art Sandstein übergehend — Grauwacke-Sandsteinschiefer.

V. Pelolithe, aus vorherrschend kalkigen und thonigen, krystallinischen, trümmerigen und organisch geformten Theilchen bestehende Schichtgesteine:

45) Kalkstein, wesentlich gebildet aus theils krystallinischen, theils trümmerigen, theils aus dem organischen Reich abstammenden Kalktheilchen, die zu einem dichten Gestein verbunden sind — mit zahlreichen Abänderungen in Farbe und Gefüge: Kalke von verschiedener Farbe (weiss, grau, schwarz, roth, gelb) oder farbig gestreift (Marmorkalke), mit Oolithkörnchen (Kalk-, Eisen-, Glauconith-Oolith), mit Thonbeimengungen unter 20% (Mergelkalk) Kalktuff, dolomitischer Kalk etc.

46) Dolomit, meist fein krystallinisch ausgebildet, mit Uebergängen in Kalkstein.

47) Mergel, aus einem Gemenge von Thon (20—60%) und Kalk (80—40%) in verschiedenen Graden der Härte und Farbe.

48) Thon, wesentlich unreine kieselsaure Thonerde, mit zahlreichen Abänderungen, als Letten, Lehm, Löss etc. Die reinste Thonsorte, die Porzellanerde, tritt nicht in grösserer Masse auf, um als eine Gebirgsart gelten zu können.

VI. Psepholithe, Trümmer- oder klastische Schichtgesteine.

49) Sandstein, wesentlich aus feinen Quarzkörnchen, die durch ein Bindemittel mehr oder weniger fest verkittet sind, zusammengesetzt mit zahllosen Abänderungen nach der Art des Bindemittels, der Festigkeit und den Beimengungen: z. B. quarziger, thoniger, eisenschüssiger, kalkiger, kohliger Theilchen: bunter Sandstein, Bausandstein, Quader-, Braunkohlensandstein, Kaolin-, Glauconit- oder Grün-Sandstein (mit Glauconitkörnchen); Arkose (grobkörnig mit Feldspathsplitterchen) u. s. w. Grauwacke nennt man sehr dichte, feinkörnige Sandsteine der älteren Sedimentbildungen (sog. Grauwackengebirge.)

50) Conglomerat und 51) Breccie; das erstere ist aus abgerollten, rundlichen, die letztere aus scharfkantigen, eckigen, gröberen Fragmenten verschiedener Gesteine mit oder ohne Bindemittel zusammengesetzt. Man bezeichnet diese Gebilde nach der Art der Gesteine, welche die Bruchstücke geliefert haben, z. B. als Porphyr-C. oder -B.; Quarz-C. oder -B. u. s. w. Betheiligen sich mehrere Gesteinsarten an ihrer Zusammensetzung, so nennt man diese Abänderung bunt.

52) Tuffgesteine der verschiedenen Eruptivgesteine, z. B. basaltische, trachytische, vulkanische (Pausilippo; Trass; Peperin); in dünngeschichteter Ausbildung werden sie, wie schon oben angeführt wurde, z. Th. auch als Schalstein, Thonstein aufgeführt. Die Tuffe haben sich theils unter der Vermittlung des Wassers (hydrogene) schichtenartig ausgebreitet, oder ohne eine solche Vermittelung (aërogene) angehäuft, und nach ihrer Ablagerung oft noch mannichfache Veränderungen erlitten.

53) Sand bezeichnet im Allgemeinen Anhäufungen kleiner loser Mineral- oder Gesteinstheilchen. Dar-

nach richtet sich dann die Bezeichnung, z. B. Quarz-, Dolomit-, Magneteisen-, Granit-, Sand u. s. w.

54) Gesteinsschutt, Grus, Geröll, Kies, Schotter, bunt gemengte, grössere und kleinere Fragmente von verschiedenen Gesteinsarten. Hierher gehören auch die sog. Seifen, d. h. Körnchen von brauchbare Mineralien (Gold, Platin, Diamant) enthaltendem Gesteinsschutt, den man behufs der Gewinnung der oft sehr werthvollen, beigemischten Mineralien in den sog. Seifenwerken verwäscht (Gold-, Platin-, Diamantseifenwerke).

55) Krume oder Vegetations- oder Pflanzenerde, deren Beschaffenheit schon früher (S. 55) angedeutet wurde.

VII. Organolithe, deren Hauptmasse aus abgestorbenen Ueberresten des organischen Reichs abstammt.

56) Kieselguhr, Polirschiefer, Tripel, essbare Erde (Infusorienerde) aus den Kieselpflanzen von *Diatomeen* etc. bestehend.

57) Kreide aus erdigkalkigen Theilchen zusammengesetzt, welchen grosse Mengen von *Coccolithen-* und *Foraminiferen*-Ueberreste beigemengt sind.

58) Knochenbreccie (Bonebed), Lumachelle (Anhäufung von Conchylienschalen), Coprolithenlagen (aus Excrementen von Sauriern und Fischen etc. bestehend).

59) Fossilkohle (Anthracit, Steinkohle, Pechkohle, Braunkohle, Torf).

Lagerungsordnung und Formationen.

Alle diese Gesteine und Erdmassen sind nun in einer bestimmten Regelmässigkeit und Ordnung an dem Aufbau der Erdrinde betheiligt. Diese bestimmte Art ihres regelmässigen Vorkommens nennt man ihr Lagerungsverhältniss.

Die Gesteine sind entweder übereinander — Ueberlagerung — oder nebeneinander — Juxtaposition — gestellt, oder sie setzen gangähnlich durch einander hindurch — durchgreifende Lagerung. — Bei normaler, d. h. nicht nachträglich gestörter oder verrückter Lage ist bei geschichteten Gesteinen immer das unterliegende das der Zeit seiner Entstehung nach ältere, das überlagernde das jüngere. Bei durchgreifender Lagerung von Massengesteinen ist das durchsetzte das ältere; das durchsetzende oder durchgreifende das jüngere.

Nach diesen Grundsätzen der Lagerung und der Altersfolge der Gesteine lassen sich letztere nun in gewisse Altersgruppen zusammenfassen, indem man solche Gesteine enger mit einander vereinigt und verbindet, die im Alter der Entstehung sich am nächsten stehen, d. h. nahezu gleiches geologisches Alter besitzen und, zusammengenommen, einem gewissen grösseren geologischen Abschnitt in der Erdbildung, gleichsam einem geologischen Zeitalter entsprechen. Die zu solchen grösseren Altersgruppen zusammengefassten Gesteincomplexe nennt man geologische Formation. Die in einer derartigen Formation vereinigten Gesteine repräsentiren daher verschiedene Zeitabschnitte in der Entwicklungsgeschichte der Erde, wie man in analoger Weise Abschnitte oder Perioden in der Völkergeschichte unterscheidet. Man kann daher diese geologischen Formationen dem entsprechend wieder weiter in grössere Perioden zusammenfassen und in einzelne kleine Abschnitte — Stockwerke, Stufen und Schichten genannt — unterabtheilen. Die Abschnitte oder Grenzen dieser geologischen Perioden und Formationen fallen häufig mit epochemachenden Ereignissen der Erdbildung zusammen, und daraus erklärt sich die Erscheinung, dass zwei zunächst stehende Abtheilungen innerhalb gewisser Verbreitungsgebiete, zuweilen fast unvermittelt nach einander auftreten und durch ungleichförmige Lagerung, abweichende Gesteinsbeschaffenheit und verschiedenartige organische Einschlüsse (Versteinerungen) sich von einander unterscheiden, während doch die Entwickelung der Erdbildung ohne solche eintretende Katastrophen als eine gleichmässig fortschreitende angenommen werden muss. Dies findet auch in der That im grossen Ganzen

wirklich statt, und scharfe Formationsabgrenzungen machen sich daher nur innerhalb kleinerer Gebiete und auf gewisse Länderstrecken beschränkt bemerkbar, während sie an anderen Stellen und im grossen Ganzen mehr oder weniger verwischt erscheinen.

Die Formationen und ihre Abtheilungen, wie solche die Wissenschaft jetzt als geologisches Zeitmaass angenommen hat, sind wesentlich aus den im mittleren Europa beobachteten Verhältnissen herausgewachsen und passen daher nicht immer absolut genau zu den in anderen Ländercomplexen der Erde hervortretenden und für diese naturgemäss erscheinenden Abgrenzungen und Gliederungen. Doch bleiben jene als Ausgangspunkte für Vergleichungen und als geologisches Zeitmaass bei allen geohistorischen Untersuchungen und Forschungen immer unverrückt in vollem Werthe, wie wir auch von einem Mittelalter (im Sinne europäischer Geschichte) sprechen können, obgleich wir vielleicht die Geschichte von China behandeln.

Zu einer Formation gehören nun einestheils als Hauptbestandtheile Schichtgesteine — normale Glieder — und anderntheils einzelne Massengesteine oder eruptive Gebilde — welche mit jenen Schichtgesteinen von gleichem Alter sind, als abnorme Glieder. Zeigt eine Reihe von Gesteinen im Gegenhalt zu solchen von gleichem Entstehungsalter innerhalb eines beschränkteren Verbreitungsgebietes auffallende Verschiedenheit in Beschaffenheit oder in den Versteinerungen gegenüber dem allgemein herrschenden Charakter, so nennt man diese örtliche Besonderheit der Entwickelung eine Facies, z. B. wenn ein durchschnittlich kalkiges Gestein local dolomitische Beschaffenheit annimmt, so entsteht eine Dolomitfacies; oder wenn eine bloss *Ammoniten* führende Schicht stellenweise anstatt dieser *Cephalopoden, Korallen, Schwämme* etc. enthält, so entsteht eine Korallen-, eine Schwammfacies. Diese örtlichen Verschiedenheiten sind bei Ermittelung gleichalteriger Bildungen sehr zu beachten und wichtig. Auch kommt es vor, dass eine ganze Gruppe von organischen Formen in aufeinanderfolgenden Schichten plötzlich verschwindet und in einem weiter abstehenden d. h. relativ jüngeren Schichtencomplex ebenso unvermittelt wieder zum Vorschein kommt, was sich aus einer

früheren Auswanderung und späteren Wiedereinwanderung solcher Thiergruppen erklären lässt; man nennt diese Erscheinung eine geologische Colonie.

Wir lassen hier nunmehr das Skelet der jetzt allgemein gebräuchlichen geologischen Gliederung als normale geologische Chronologie folgen:

(Siehe Tabelle S. 68 und 69.)

III. Geologische Beobachtungen im Allgemeinen.

Der Zweck der geologischen Untersuchung und Beobachtung ist die Ermittelung oder Feststellung aller jener Verhältnisse, welche in den vorangehenden Abschnitten kurz berührt wurden. Es soll uns dadurch möglich werden, eine richtige Einsicht in die gegenwärtige Beschaffenheit der die Erde im Ganzen und in ihren einzelnen Theilen zusammensetzenden, unorganischen Massen uns zu verschaffen und daraus ein zutreffendes Bild von dem allmählichen Werden, Gestalten und Umgestalten der Erdrinde im geohistorischen Sinne zu entwerfen. Es sind hierbei drei Hauptrichtungen hervorzuheben, in welchen die Aufmerksamkeit des Reisenden in Anspruch genommen wird:

1) in Bezug auf die Beschaffenheit der Gesteine für sich und mit Rücksicht auf die Oberflächengestaltung.

2) in Bezug auf die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Gesteine zu einander und zu dem Aufbau der Erdrinde im Grossen.

3) in Bezug auf die Einschlüsse, besonders auf jene, welche aus dem organischen Reiche stammend als sogen. Versteinerungen die Flora und Fauna früherer Zeitabschnitte der Erdgeschichte repräsentiren.

Jeder Beobachtung geht jedoch als Erstes die genaue örtliche Orientirung voraus; der Beobachter muss in jedem Falle genau wissen und angeben können, sei es durch Beschreibung und Kartenskizze, besser durch Fixirung auf einer guten Karte, an welchem Punkte er seine Untersuchung anstellt.

Perioden	Formationen und Unterabtheilungen		
Tertiär- oder känolithische Periode.	1) Novär- oder Recent-Formation		
	2) Quartär- oder Diluvial-Formation		
	3) Tertiär-Formation	Neogen	Pliocän
			Miocän
		Paläogen	Oligocän
			Eocän
Secundär- oder mesolithische Periode.	Jurassische Formationen.	4) Procän- oder cretacische Formation	Pläner	Dänische-, Senon-, Turon-, Cenoman-Stufe
			Galt
			Neocom
		5) Jura- oder Malm-Formation	Purbeckstufe
			Tithonstufe
			Kimmeridgestufe
			Oxfordstufe
		6) Dogger	Ornathenschichten
			Hauptoolith
			Unteroolith
		7) Lias	
	Trias.	8) Keuper	
		9) Muschelkalk	
		10) Buntsandstein	Röth
			Hauptbuntsandstein
			Unterer Buntsandstein
Primäre oder paläolithische Periode.	11) Postcarbon-F. oder Dyas	Zechstein
		Rothliegendes
		Ueberkohlenschichten
	12) Carbon-Formation	
	13) Präcarbon- oder Culm-Formation	
	14) Devon-Formation	
	15) Silur-Formation	
	16) Cambrische Formation	
Primitiv- oder archäolithische Periode.	17) Phyllit-F. oder Oberhuron-Formation	
	18) Glimmerschiefer- oder Unterhuron-Formation	
	19) Gneiss-F. oder laurentische Formation	

Normale Glieder (in einzelnen Beispielen)	Abnorme Glieder
Alluvium, Schwemmbildungen, Torf, Kalktuff	Thätige Vulkane.
Hochfluthgeröll, erratische Bildung Gyps von Sizilien, Crag, Belvedere-Schotter, Congerien-Schichten Sarmat.-Mediterran-Sch., Leithak. Obere Molasse Cyrenenmergel, untere Molasse, Flysch Nummuliten-Sch., Grobkalk, Londonthon	Basalt, Trachyt, Phonolith, Gabbro.
Kreide u. Mergelkalk, Gosau-Sch., Hippuriten-Kalk, oberer Grünsand Mittl. Grünsand, Riffsandstein, Schrattenkalk Unterer Grünsand, Valanginschichten, obere Hils- und Wealden-Schichten Untere Wealdenschichten, Kalk- und Thonlagen Kalk; Klippenkalk Jurakalk und Dolomit Jurakalk Mergel Oolithkalk Oolithkalk, Sandstein, Mergel Mergel, Kalk Lettenschiefer, Sandstein, Kalk, Dolomit Kalk, Dolomit, Gyps, Steinsalz Mergel, Bausandstein rother Sandstein Leberschiefer, Sandstein, Gerölllagen	Aelterer Trachyt, Augitophyr, Gabbro zum Theil, Olivengestein, Porphyrit.
Zechsteinkalk, Kupferschiefer, Rothliegendes, Porphyrconglomerat, magere Steinkohle Kohlenschiefer, Kohlensandstein, Steinkohle Dachschiefer, Bergkalk, Grauwacke Thonschiefer, Knollenkalk, Grauwacke Thonschiefer, Kalk, Grauwacke Thonschiefer, Quarzitschiefer	Porphyr, Melaphyr, Diabas, Epidiorit, Paläopikrit.
Phyllit, Quarzitschiefer, Sericitgneiss Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer Gneiss, Lagergranit	Granit, Syenit, Diorit.

Denn davon hängt die Benutzbarkeit der Beobachtungsergebnisse, insbesondere die Möglichkeit der geologischen Orientirung und des Wiederauffindens der Beobachtungsstelle durch Andere ab.

1) Gesteinsbeschaffenheit.

Obwohl jeder Schritt und Tritt bei Reisen Veranlassung geben kann, geologische Beobachtungen anzustellen, so sind es doch vorzugsweise die Gesteinsentblössungen an Felsen und Gehängen, in Einrissen, Gräben, Wasserrinnsalen, in Flussanschnitten oder Ufern, in Hohlwegen, an Abrutschungen, in Steinbrüchen, Gräbereien und Bergwerken, welche vor Allem besondere Berücksichtigung verdienen. Da aber die zu Tag ausgehenden Gesteine häufig ziemlich tief, oft bis zum Unkenntlichen verwittert sind, so schlägt man, um sich zuerst von der petrographischen Beschaffenheit der Gesteine Kenntniss zu verschaffen, ein grösseres Stück ab und stellt seine Beobachtungen auf der frischen Bruchfläche an. Die zunächst vorzunehmenden Untersuchungen beziehen sich auf die Gesteinbeschaffenheit im Allgemeinen, auf Zusammensetzung, Gemengtheile u. s. w. Man prüft z. Th. mit der Lupe, um feinkörnige Gemengtheile zu unterscheiden, unter Umständen auch mit Säuren, um kalkige Gesteine zu erkennen. Doch darf auch die Art der Verwitterung nicht als ganz unwichtig unbeachtet bleiben. Ist man über die Natur des Gesteins zweifelhaft, oder bietet es sonst weiteres Interesse, so nimmt man je nach den zur Verfügung stehenden Transportmitteln grössere oder kleinere Stücke oder Splitterchen, die man genau etiquettirt, zur weiteren Untersuchung mit. Für den Mineralogen sind oft Einschlüsse von Mineralien, für den Techniker der Gehalt an nutzbaren Stoffen — Erze, Gyps, Kohle, Steinsalz — beachtenswerth. Es muss als Regel gelten, dass man von jeder Gesteinsänderung, welcher man begegnet, Kenntniss nimmt. Man schlägt nicht oft genug das Gestein an, um sich vom Gleichbleiben oder von dem Wechseln der Felsarten, an denen man vorüberkommt, zu überzeugen.

Die häufigsten geschichteten Gesteine, denen man begegnet, sind Kalksteine, Sandsteine und Schiefer.

Bei den Kalksteinen achte man auf ihre Schichtung, auf Textur — die anscheinend dicht, oder krystallinisch oder grobkörnig, oder erdig zu sein pflegt —, auf Farbe, Thongehalt (Uebergang in Mergelgestein, Wechsellagerung mit Thon und Mergel), auf Einschlüsse (Hornsteinknollen, ob einzeln zerstreut oder in regelmässigen Lagen) und auf den Uebergang in Dolomit, dessen Unterscheidung von Kalk nicht in allen Fällen leicht ist — Dolomit ist meist fein krystallinisch, zuckerkörnig, luckig-porös, härter, zeigt schief mit dem Hammer angeschlagen Lichterscheinungen und braust mit Säuren nur schwach auf. — Die Kalkgesteine pflegen vor allen andern Gesteinen reich an organischen Einschlüssen aus dem Thierreiche zu sein, daher gerade sie in dieser Beziehung sehr genau zu untersuchen sind. Oft bestehen die Versteinerungen aus einer härteren Gesteinsmasse, mitunter sind sie verkieselt und ragen selbst über die Verwitterungsflächen hervor, so dass sie hier leicht bemerkt werden. Ist der Kalk thonig oder mergelig, so wittern die Petrefacten wohl auch ganz aus dem Gestein heraus und häufen sich in den Schutthalden oder an dem Rande der Felswände an, wesshalb diese dann fleissig abzulesen sind. Für das Herausschlagen der Petrefacten aus festem Fels ist besonders der grössere Hammer und ein Meissel nöthig. Kalkfelsen bilden meist schroffe, steile Berge und weit fortlaufende Höhenzüge.

Die Sandsteine sind besonders in Bezug auf das Bindemittel zu untersuchen. Auch ist darauf zu sehen, ob sie vielleicht Feldspathkörnchen (Arcose) oder Glauconitkügelchen (Grünsandstein) enthalten. In manchen Sandsteinen stellen sich grössere Rollstücke ein, welche einzeln oder lagerweis eingebettet sind, oder es finden sich Putzen von Thon, sog. Thongallen, durch deren Auswitterung in dem Sandsteine Hohlräumchen entstehen. Oft sind die Schichtflächen eigenartig, mit welligen Unebenheiten, wulstigen oder rippenartigen Erhöhungen, mit Eindrücken von Thierfährten oder mit krystallartigen Hervorragungen bedeckt, die zu beachten sind.

Durch Ueberhandnahme von beigemengten Gesteinsfragmenten gehen aus Sandstein, wenn die Bruchstücke eckig bleiben, Breccien, wenn sie gerundet sind, Conglomerate hervor. Bei letzteren muss man seine Aufmerksamkeit auf die

Natur der Felsarten richten, welche als Rollsteine darin auftreten, ferner auf die Beschaffenheit der Oberfläche dieser Rollstücke, ob sich darauf nicht etwa Eindrücke vorfinden, oder ob sie nicht gekritzt erscheint (erratische Bildungen), oder ob nicht vielleicht die Gerölle im Innern hohl sind (hohle Geschiebe). An Versteinerungen beherbergen die Sandsteinschichten seltener Thierreste, desto häufiger Pflanzentheile, welche oft verkohlt oder kohlig sind. Das leichte Zerbröckeln der schiefrigen Sandsteine, in welchen die Pflanzenreste mit Vorliebe eingebettet liegen, und die leichte mechanische Zerstörbarkeit der zarten kohligen Pflanzentheile macht eine besonders sorgfältige Verpackung derselben an Ort und Stelle, am besten in Holzkästchen räthlich. Die aus Sandstein bestehenden Berge sind meist mittelhoch, rundkuppig und nicht sehr steil.

Die Schiefer scheiden sich der Hauptsache nach in Schieferthone — weich-bröcklich, meist buntfarbig, oft mergelig —, in Thonschiefer — härter, dünnspaltig, dunkelfarbig, scheinbar gleichartig — und in krystallinische Schiefer — Phyllit, Glimmerschiefer, Gneiss — wie dies früher schon angedeutet wurde. — Bei diesen Schieferarten kommt es häufig vor, dass sie sich nach zwei Richtungen in ziemlich dünne Tafeln oder Stücke spalten lassen — Schichtung und Schieferung — (s. oben S. 40). Man erkennt die Natur der Schieferung vor jener der Schichtung daran, dass die Schieferungsflächen sich nicht nach der Gesteinsbeschaffenheit richten, mithin die bald mehr thonigen, bald mehr sandigen Lagen der Schiefer quer durchschneiden und dass sie, wenn Geodenausscheidungen oder sonst schichtenartig ausgebreitete Einschlüsse vorhanden sind, nicht parallel zu diesen verlaufen (s. Figur 4). Die Schichtenabsonderung ist nämlich Folge der ursprünglichen Bildung der Schiefer durch Niederschläge, während die Schieferung als die erst später eingetretene Wirkung einer lateralen Pressung angesehen werden muss.

Unter den sog. Phylliten verdienen namentlich die sog. Fleckschiefer besondere Beachtung, in wie weit sie etwa bloss auf die Nachbarschaft angrenzender Eruptivgesteine beschränkt sich zeigen (Contactmetamorphose). Beachtenswerth sind auch die gneissartigen Einlagerungen in denselben (Phyllit-

gneiss, Sericitgneiss), weil sie uns eine jüngere Wiederholung der älteren Hauptgneissbildung vor Augen stellen.

Aehnliche Verhältnisse kehren auch bei dem Glimmerschiefer wieder, unter dessen gewöhnlichen Einschlüssen der Granat, der Andalusit, Turmalin und Cyanit hervorzuheben sind. Stellenweis verläuft das Gestein auch in Chlorit- und Hornblende- oder Dioritschiefer, welche als Facies der Glimmerschieferbildung anzusehen sind.

Bei den Quarzitschiefern erregen die Einsprengungen von Magneteisentheilchen und von Schwefelkies, der oft goldhaltig ist und durch dessen Verwitterungen sich goldführende Alluvionen — sog. Goldseifen — bilden, unser Interesse.

Bei dem Gneiss macht sich meist eine erstaunlich häufige Wechsellagerung mit verschiedenen Gesteinsvarietäten und mit verwandten Schieferarten — Granulit, Hornblende-, Diorit-Schiefer, Eklogit u. s. w. bemerkbar; selbst Einlagerungen von körnigen Kalken finden sich vor. Von noch grösserem Interesse ist hierbei zugleich das Verhalten der gneissartigen Schiefer gegen gewisse Granite, welche in mehr oder weniger dicken Bänken gleichförmig von ihnen eingeschlossen werden und an den Rändern Uebergänge in denselben zeigen — sog. Lagergranite — oder in linsenförmigen Massen rings eingeschlossen sind, wie es auch bei dem Eklogit, Granulit, Syenit (z. Th.) u. s. w. zum Zeichen gleichzeitiger Entstehung der Fall ist. Innerhalb grösserer Gebiete oder Streifen kommen in dem Gneiss streckenweis eigenthümliche accessorische, aber sehr charakteristische Beimengungen vor, z. B. Dichroit, Hornblende, Chlorit, grünes Steinmark, grosse Orthoklasausscheidungen, — welche wegen der daran geknüpften Möglichkeit, die oft ungemein mächtigen und ausgedehnten Gneissbildungen in Unterabtheilungen zu bringen, nicht übersehen werden dürfen. Wo körniger Kalk in den krystallinischen Schiefern sich zeigt, ist auf die ihn begleitenden, meist zahlreichen Mineralbeimengungen wohl zu achten; besonders häufig erscheint in dieser Vergesellschaftung Serpentin und an solchen Stellen ist auch nach *Eozoon* zu sehen.

Bei Untersuchung der Gesteine aus der Gruppe der sog. krystallinischen Schiefer soll man sich stets der noch

nicht ausgetragenen Streitfrage über ihre Entstehung, entweder nach Analogie der übrigen Schiefergesteine, oder aber durch sog. Metamorphose erinnern, um immer neue Thatsachen zu Gunsten der einen oder der anderen Annahme aufzufinden. An organischen Ueberresten beider Reiche erweisen sich die älteren Schiefer ziemlich arm, die Kohlenschiefer und jüngeren Pflanzenschiefer ausgenommen, die von oft vorzüglich erhaltenen Pflanzentheilchen überfüllt sind. Die darin eingeschlossenen Versteinerungen erscheinen oft zusammengedrückt und undeutlich. Da jedoch oft ganze grosse Gebirgszüge fast ausschliesslich aus Schiefergestein aufgebaut sind, verdienen selbst die unansehnlichsten darin bemerkbaren organischen Einschlüsse wegen Feststellung des Alters der Schichten die grösste Beachtung.

Schiefergebirge zeigen meist milde, abgerundete Formen, und wo zwischen festerem Gestein Mergelschiefer eingelagert ist, stossen wir in der Regel in Folge der leichten Verwitterung desselben auf tiefere Einsattelungen der Gebirge.

Unter den Massengesteinen ist eines der verbreitetsten, gleichförmigsten und am leichtesten zu erkennenden der Granit. Seine intime Beziehung als Lagergranit zu dem Gneiss ist eben erwähnt worden. Doch breitet er sich, abgesehen von Lagern, sehr häufig auch ganz selbstständig als Eruptivmasse über grosse Länderstrecken aus — Stockgranit. Hierbei sind die Verhältnisse längs seiner Eruptionsränder wichtig, weil sich oft mit denselben Erzgänge und Veränderungen in angeschlossenem Nachbargestein plötzlich einstellen — Krystallinisch-Werden, sog. Fruchtschiefer u. s. w. —, Erscheinungen, die man unter der Bezeichnung Contactmetamorphose zusammenzufassen pflegt. Bei allen Eruptivgesteinen überhaupt ist dieser Einfluss an der Grenze gegen die Umgebung in erster Linie beachtenswerth. Auch in Gängen kommt Granit vor und zwar in oft sehr gross krystallinischer Ausbildung (Pegmatit, Schriftgranit), oder aber auch in sehr feinkörniger Entwickelung (z. Th. Porphyrgranit, Pinitgranit). Solche Gänge treten sowohl innerhalb der Granitstöcke selbst, wie innerhalb der gesammten krystallinischen Schiefer bis zur paläolithischen Zeit auf und werden nicht selten von anderen, namentlich Quarzgängen (zuweilen erzhaltig), begleitet. Wo sich Granit

in jüngeren Schichtgesteinen, dieselben durchsetzend, einstellt, also jünger als diese zu sein scheint, ist genau zu prüfen, ob in solchen Fällen nicht Ueberschiebungen oder Verwerfungen vorliegen, welche die durchgreifende Stellung des Granites erklären, ohne dessen relativ jüngeres Alter zu bestätigen. Aehnlich wie der Granit verhält sich eine grosse Anzahl älterer Massengesteine, z. B. Syenit, Diorit, Amphibolit. Bei noch anderen, namentlich den jüngeren und meist dunkel gefärbten Massengesteinen (z. B. Diabas, Melaphyr, Basalt u. s. w.) ist es oft unthunlich, ohne tiefer gehende Untersuchungen (Dünnschliffe, chemische Analysen) ihre wahre Natur zu ergründen. Es ist desshalb rathsam, von solchen nicht sofort und deutlich bestimmbaren Gesteinen zum Zwecke weiterer Untersuchung das Material soviel thunlich in möglichst frischen und unzersetzten Stücken, sowie von mehreren Stellen, um nicht vielleicht durch zufällige, auf kleine Theile des Felsens beschränkte Eigenthümlichkeiten über seine wahre Natur irre geführt zu werden, mitzunehmen. Sind Contactstellen mit dem Nebengestein entblösst, so ist nicht bloss auf die ohne weitere Hülfsmittel zu erkennende oder nicht zu erkennende Veränderung des letzteren zu achten, sondern es empfiehlt sich in solchen Fällen auch Gesteinsstücke unmittelbar an der Grenze und von mehreren Stellen in grösseren Entfernungen davon (etwa bei 0,25; 0,5, 1—2 Meter) sowohl von der Eruptivmasse, wie von seinem Nachbargestein einzusammeln. Hierher gehören auch die Einschlüsse von Fragmenten des durchbrochenen Nebengesteins in Eruptivmassen mit oder ohne wesentliche Veränderungen.

Viele jüngere Eruptivgesteine nehmen in ihrer Ausbreitung wechselnde Beschaffenheit an — gross krystallinisch, anscheinend dicht, glasig — und gehen an den Grenzen vielfach in blasenreiche Varietäten — Mandelsteine — über. Man sehe bei derartigen Erscheinungen auf die solche Uebergänge begleitenden Umstände — grössere, geringere Mächtigkeit, Nähe der Verbreitungsgrenze, gangförmige Einengung, deckenweise Ausbreitung u. s. w. — auf die Richtung der Blasen der Mandelsteine, und deren Ausfüllung, die oft aus sehr schön krystallisirten Mineralien besteht (Zeolithe, Mineraldrusen mit Quarz-, Kalkspathkrystallen u. s. w. Dabei sind es auch eigenthümliche Structur- oder Abson-

derungsformen — Säulen, Platten, Kugeln u. s. w., welche sich meist in dem Massengestein, zuweilen aber auch im angrenzenden Nebengestein (säulenförmige Zerklüftung des Buntsandsteins neben Basalt) bemerkbar machen.

Als Begleiter und häufig als Hüllen an, neben und über den Massen- und Eruptivgesteinen treten gewisse Tuffgesteine auf, deren Material von den Ausbrüchen der ersteren abstammt. Es ist von grossem Interesse, bei diesen oft sehr veränderten Gebilden, wie z. B. bei den Schalsteinen, den Grad der erlittenen Umbildung zu untersuchen und zu bestimmen, ob die Tuffe deutlich und wohlgeschichtet sind, vielleicht sogar Versteinerungen enthalten — Seetuffe —, oder ob sie wirre Lagerung besitzen, wie es der Fall sein wird, wenn sie beim Niederfallen aus der Luft aufgehäuft worden sind, und endlich, ob sie Fragmente von Eruptivgestein in Form von Rapilli, vulkanischen Bomben, Schlackenfladen etc. enthalten.

2) Lagerungsverhältnisse.

In Bezug auf die Lagerungsverhältnisse der beobachteten Schichtgesteine nimmt man zunächst Bedacht, zu constatiren, ob die Schichten horizontal, geneigt oder saiger gestellt sind, und bestimmt bei geneigter Lage, wie früher gelehrt wurde (s. S. 42), die höchst wichtigen Verhältnisse des Streichens und Fallens mittels des Bergcompasses. Daran knüpft sich unmittelbar die nächste Frage an, ob die benachbarten Schichten gleiches Fallen und Streichen besitzen, d. h. gleichförmig oder ungleichförmig zu den ersteren gelagert sind. Oft unterscheiden sich verschiedene, an einander stossende Formationen durch die Ungleichförmigkeit ihrer Schichtenstellung von einander. Doch könnte eine solche auch in Folge von Dislocationen (Verwerfungen, Hebungen, Senkungen) innerhalb der zu einer Formation gehörigen Schichten bewirkt worden sein, daher man die durch Sprünge, Klüfte angedeuteten Lagerungsstörungen gleichfalls beachten muss. Bei übereinanderliegenden Einzelschichten oder Schichtencomplexen muss deren Natur Schicht für Schicht oder Stufe für Stufe einer näheren Untersuchung unterzogen werden.

Sehr häufig ist man nicht in der Lage, an den natürlichen

schon vorgefundenen Gesteinsentblössungen alle diese Verhältnisse genau zu beobachten. In diesem Falle genügt es meist, sich mit der Spitze des Hammers, in Ermangelung einer Hacke u. s. w. eine kleine künstliche Entblössung rasch zu verschaffen, was besonders häufig nöthig ist, wo es sich um eine zum Bestimmen von Streichen und Fallen geeignete Schichtenfläche handelt. Es ist anzurathen, solche Verhältnisse der Lagerung benachbarter Schichten unter sich und auch gegen etwa angrenzendes Massengestein durch Zeichnungen zu veranschaulichen. Dies geschieht am zweckentsprechendsten durch Profile. Man denkt sich nämlich die Gesteine durch eine senkrechte Ebene (am besten in der Richtung des Einfallens) durchschnitten und zeichnet nun die verschiedenen Gesteinslagen so über und neben einander, wie man

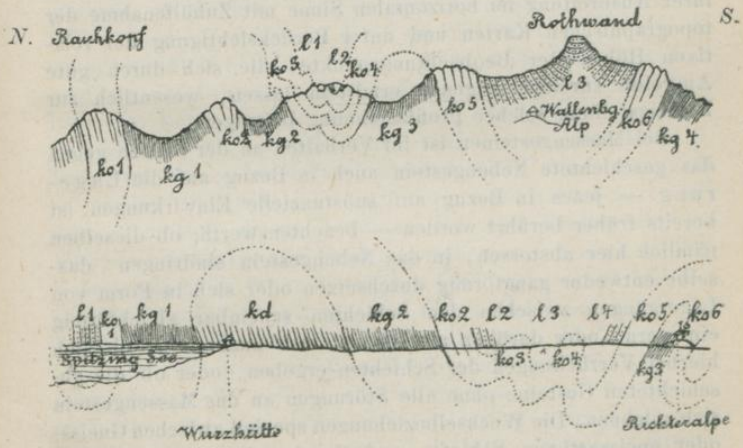


Fig. 14.

Parallele Durchschnitte auf dem Höhenrücken und durch den Thaleinschnitt der Rothwandkette und des Spitzingsee-Valepp-Einschnittes. — *kd* Haupt-Dolomit; *kg* rhätische Schichten; *ko* Oberer Dachsteinkalk; *l* Lias. Die beigesetzten Zahlen deuten das mehrfache Wiederkehren derselben Schichten in der Länge der Profile an.

sie in diesem Durchschnitte vor sich sehen würde. Bei horizontaler Lagerung versieht jede vertikale, bei saigerer Schichtenstellung jede zur Streichrichtung senkrecht gelegte Durchschnittsfläche diesen Dienst. Auch perspectivisch gezeichnete

Ansichten von Berggehängen, Steinbrüchen, Aufschlüsse aller Art sind sehr nützlich, indem sie ebenso das Verständniss des Schichtenbaues erleichtern, wie die Rückerinnerung wesentlich unterstützen. Alle Arten bildlicher Darstellungen sind daher nicht dringend genug zu empfehlen.

Bei andauernden Gebirgsaufschlüssen wird man auf diese Weise zusammenhängende, oft über ganze Tagestouren sich erstreckende Profilbilder erhalten. Zum bessern Verständniss zeichnet man dann die Richtungen, in welchen die Profile gezogen wurden, auf der Karte ein und erläutert dieselbe so ausführlich als möglich durch Aufschreibungen in dem Notizbuche.

Bei dem Entwerfen solcher Profile in verjüngtem Maassstabe wird die Bestimmung der Mächtigkeit der Schichten und ihrer Ausbreitung im horizontalen Sinne mit Zuhülfenahme der topographischen Karten und unter Berücksichtigung der relativen Höhen der Beobachtungspunkte, die sich durch gute Aneroide zureichend genau ermitteln lassen, wesentlich zur Richtigstellung solcher Profilzeichnung beitragen.

Bei Massengesteinen ist ihr Verhalten an der Grenze gegen das geschichtete Nebengestein auch in Bezug auf die Lagerung — jenes in Bezug auf substanzielle Einwirkungen ist bereits früher berührt worden — beachtenswerth, ob dieselben nämlich hier abstossen, in das Nebengestein eindringen, dasselbe entweder gangförmig durchsetzen oder sich in Form von Lagergängen zwischen den Schichten scheinbar gleichförmig einlagern, oder darüber als Decken sich ausbreiten, ob sich hierbei Verrückungen der Schichten ergeben, oder ob die geschichteten Gesteine ohne alle Störungen an das Massengestein sich anlehnen. Die Wechselbeziehungen speciell zwischen Gneiss- oder gneissartigem Schiefer und Granit oder granitähnlichen Felsarten sind schon besprochen worden, es ist nur noch dem Früheren hinzuzufügen, dass die mannichfachen Varietäten beider Gesteinsreihen sich häufig nach ihrer Lagerung als zu einem geologischen Ganzen zusammengehörig erweisen.

Auch verschiedene, neben einander vorkommende Massengesteine treten gegenseitig in ein ähnliches Verhältniss des Abstossens oder Durchsetzens und Durchsetztseins, wie wir es bei dem geschichteten Nebengestein soeben kennengelernt haben.

Es ist hierbei immer anzunehmen, dass das durchsetzende Gestein das jüngere, das durchsetzte das ältere sei, wesshalb behufs Altersbestimmung der Massengesteine dieses Verhalten ganz besonders ins Auge zu fassen ist. Selbst verschiedene Varietäten derselben Felsarten oder die dazu gehörigen Tuffe, Schalsteine und Thonsteine können auf solche Weise als relativ verschiedenalterig erkannt und bestimmt werden.

3) Einlagerungen und Versteinerungen.

Die Wichtigkeit der in den verschiedenen Lagen der Schichtgesteinen eingeschlossenen organischen Ueberreste ist schon an verschiedenen Stellen früher hervorgehoben worden. Hier dürfte es genügen, nur noch speciell darauf aufmerksam zu machen, dass es sich bei den Versteinerungen häufig um die Feststellung der Uebereinstimmung oder Abweichung der Arten in zwei zunächst auf einander folgenden Schichten oder Stufen handelt, und dass desshalb eine Verwechselung der in dieser oder jener Schicht gesammelten Exemplare aufs gewissenhafteste zu vermeiden ist. Dies wird am besten dadurch hintangehalten, dass man ganz systematisch eine Schicht nach der andern ausbeutet, wie denn überhaupt dieses Verfahren bei dem Einsammeln von Versteinerungen für alle Fälle anzurathen ist. Besondere Vorsicht erheischt es, wenn Versteinerungen ausgewittert und lose auf der Oberfläche zerstreut sich finden, oder am Fusse von Felswänden in Schutthalden beisammenliegen. In diesem Falle hüte man sich, wenn nicht an der Gesteinsbeschaffenheit ganz unzweideutig die Schicht erkannt werden kann, in der ursprünglich die ausgewitterte Versteinerung eingebettet war, derartig aufgesammelte Exemplare als aus einzelnen bestimmten Schichten stammend anzunehmen. Sammelt man in Schichtencomplexen, wo die oben angedeuteten feineren Unterscheidungen einzelner Schichten nicht zu machen sind, so empfehlen sich in erster Linie gerade solche Schutthalden schon an- und ausgewitterter Gesteine als die ergiebigeren zum Ausbeuten. Nicht selbst gesammelte Exemplare behandele man stets mit strenger Kritik; doch sind sie gleichwohl vielfach desshalb sehr wichtig, weil sie, auch wenn die Fundangabe nicht ganz

correct ist, wenigstens Andeutungen des Vorkommens in einer Gegend liefern und Veranlassung geben können, dem wahren Fundpunkte nachzuspüren.

An sehr ergiebigen Fundstellen gebe man, wenn die Zeit zu längerem Aufenthalt fehlt, Führern oder noch zweckdienlicher einheimischen Sammlern oder Steinbrechern den Auftrag zu massenhaftem Einsammeln, weil voraus zu setzen ist, dass man auf diese Weise unter der vielleicht grossen Menge unbrauchbaren Materials doch das Mehrere erhält, was an dieser Stelle überhaupt vorkommt. Da nicht selten der Fall eintritt, dass die ganze Reihe von Versteinerungen ein und desselben Schichtenniveaus, d. h. in gleichalterigen Lagen auf näheren oder entfernteren Stellen sich nicht gleich bleibt, sondern bestimmte Formgruppen da oder dort gegenseitig sich ersetzen — in den sog. Faciesbildungen, wie z. B. in der Korallen-, Cephalopoden-, — Strand-Facies; oder in der marinen, brackischen und Süsswasser-Facies, so ist es sowohl für das Erkennen dieser oft trügerischen Verhältnisse und zur Bestimmung der früheren Grenzen der Meere, Küsten, Süsswasserseen, ihrer Tiefenverhältnisse u. s. w. wichtig, selbst in dieser Richtung den Versteinerungen die möglich grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Auch nichtorganische Einschlüsse (Gesteinstrümmer, Gerölle, Splitter u. s. w.) gewähren vielfache Belehrung. Das umschliessende Gestein ist nämlich immer von jüngerer Entstehung als dasjenige, von dem das eingeschlossene Fragment abstammt, z. B. Porphyrbreccie jünger, als der sie zusammensetzende Porphyr. Daraus kann in manchen Fällen das Alter namentlich von Eruptivgestein ermittelt werden. Auch gibt die Anhäufung von grossen Rollstücken oder von eckigen Trümmern in gewissen Lagen oft Aufschluss über den Ort und die Art der Bildung der Schichten (Strand-, Ufer-, Fluth-, Brandungsgebilde, Nähe von Ausbruchsstellen der Eruptivmassen, Nähe des Urgebirgs, Einmündungen von Flüssen), ähnlich wie die Association der organischen Reste uns belehrt über die Natur des Wasserbeckens, in welchem die Sedimente entstanden sind (Tiefsee-, Strand-, Lagunen-, Korallenriff-, Aestuarien-Bildung).

Hierher gehört auch das Vorkommen von Bohrlöchern in Felsen, welche von Bohrmuscheln herrühren und uns über

die Höhe des Wasserspiegels des Meeres in früheren Perioden orientiren.

Endlich verdienen als weitere Einschlüsse die zahlreichen Mineralien genannt zu werden, welche besonders auf Klüften, Gängen, in Hohlräumen oder als Ausscheidungen mitten im Gestein vorkommen. Sie sind vorzugsweise Sammlungsgegenstände des Mineralienliebhabers.

4) Besondere Erscheinungen.

Zu diesen gleichsam regelmässigen und ständigen Arbeiten bei geologischen Forschungen gesellen sich nun noch solche, welche gelegentlich sich da oder dort ergeben. Darunter sind als die am häufigsten vorkommenden hervorzuheben:

a) Die Beobachtungen an Quellen bezüglich deren Temperatur, Ergiebigkeit, Höhenlage, Exposition, Umgebung; ferner bezüglich der oft mit dem Wasser hervortretenden Gasexhalationen und der Natur der Gase, bei Mineralquellen überdies bezüglich ihres Gehaltes, der Bildung von Absätzen (Kalksinter, Gyps, Eisenocker, Kieselsinter, Schwefel, Kochsalz u. s. w.) des Geschmacks und des Geruchs (Schwefelwasserstoff, Jod u. s. w.). Man berücksichtigt hierbei die Nähe von Eruptivgesteinen, Vulkanen, Verwerfungsspalten, Erzgängen, Lager von Gyps, Steinsalz, Kohle u. s. w. Gypshaltige Quellen verrathen ihren Gypsgehalt durch einen gelblichweissen Ansatz (Gyps), eisenhaltige (Eisensäuerlinge) durch einen ockerigen Schlamm oder eine Ockerkruste im Rinnsal; andere Mineralquellen machen sich bei einem Gehalt an Kochsalz, Bittersalz u. s. w. durch Ausblühungen der Salze da, wo das Wasser verdunstet, bemerkbar, Erdöl gibt sich schon in einem Minimum durch die irisirenden Häutchen zu erkennen, welche sich über das Wasser ausbreiten. In vielen Gegenden entströmen dem Erdboden auch Gase in grösserer Menge — Gasquellen — namentlich Kohlensäure — Mofetten. Ihr Hervortreten wird leicht an einem brickelnden Geräusche, das sich beim Einstossen eines Stocks in den Boden oder durch heftiges Stampfen wesentlich vermehrt, oder durch einen Luftstrom aus Gesteinsklüften — Bläser — erkannt.

b) Beobachtungen an Flüssen, Seen und Teichen sind schon anderweitig besprochen. Bei Torfmooren untersucht

man die Mächtigkeit, den Wechsel der Lagen, ihre Natur, ob sie zu Hoch- oder Wiesenmoor gehören. Bei eingebetteten Holzstämmen wird die Richtung ihrer Lage, ihre Zusammenpressung, ausserdem das Vorhandensein von Thierresten, von Diatomeenerde, von erdigem Kalk (Alm), die Neubildung von Harzen, von Vivianit beobachtet. Hieran schliessen sich naturgemäss die Untersuchungen über die Culturreste an, die etwa in Torfmooren begraben liegen, welche der Prähistorie zufallen. An Flüssen und Seen ist die Aufmerksamkeit besonders auf veränderten Stand des Wassers zu richten. Oft zeigen sich alte Flussränder und Geröllablagerungen hoch über dem Niveau der jetzt höchsten Hochwasserstände. Neben vielen hierher gehörigen Erscheinungen ist auch an die Flugsand-, Dünen- und Steppenbildung zu erinnern.

c) Auf die Eis- und Gletscher-Erscheinungen der Jetztzeit ist an anderer Stelle hingewiesen. Sie verdienen wegen der Beurtheilung der Glacialbildungen der Diluvialzeit ganz besondere Beobachtung des Geologen.

d) Höhlen bieten interessante Verhältnisse in Bezug auf ihre Entstehung (Klufterweiterung, Ausnagung weicher Zwischenlagen über und unter härterem Gestein, Auflösung in Wasser löslicher Mineralien wie Gyps, Kochsalz u. s. w.), in Bezug auf Tropfstein- oder Eisbildung (Stalaktiten von oben herabhängend, Stalagmiten von unten aufragend), insbesondere aber in Bezug auf das Vorkommen von Thierüberresten im braunen Lehm (Höhlenschlamm), der meist den Boden der Höhlen ausfüllt. Hierbei muss sorgsamst constatirt werden, ob dieser Boden mit oder ohne Kalksinterüberzug noch völlig unberührt oder schon durchwühlt erscheint, und wenn zugleich Menschenreste und Artefacte zum Vorschein kommen, ob diese — falls die Lage noch intact sich erweist — für sich gesondert sind, oben oder unten oder mit den Thierresten untermengt zusammen liegen, und welcher Art diese Thierreste sind. Es ist hier das Feld, auf dem Geologen und Anthropologen zusammen arbeiten müssen.

e) Der Besuch von Bergwerken ist für den Laien immer von geringem Nutzen, weil die Orientirung und das Sehen in den unterirdischen Räumen eigenthümlichen Schwierigkeiten unterliegt. Auch ist für den Unkundigen die Gefahr der Be-

schädigung nicht ausgeschlossen. Man beschränke daher als Laie die Untersuchung auf die Haldengesteine und auf die Besichtigung der auf den meisten Gruben vorhandenen Sammlungen, wobei die Mittheilungen der Grubenbediensteten zu Rathe zu ziehen sind. In ganz besonderen Fällen lasse man sich an einzelne interessante Stellen von Mineralvorkommnissen oder von Lagerungsaufschlüssen führen. Das eigentlich Technische ist hier selbstverständlich ausgeschlossen.

f) Erdbeben, vulkanische Ausbrüche, Erdfälle und Bergstürze sind oft zusammenhängende Erscheinungen, die wir bereits kurz in den wesentlichsten Punkten zur Sprache gebracht haben.

Specieller Theil.

IV. Besondere geologische Verhältnisse in den Alpen.

a) Allgemeine Bemerkungen.

Indem wir nun speciell zu der Darlegung der besonderen Art, in welcher innerhalb der Alpen die geologischen Beobachtungen am zweckmässigsten anzustellen sind, übergehen, wird sich diese Anleitung nach dem Vorausgehenden wohl darauf beschränken dürfen, das von dem bereits früher kurz angedeuteten, allgemeinen, sozusagen regelmässigen Verfahren Abweichende hervorzuheben, wie dieses durch die Eigenthümlichkeit der alpinen Gebirgswelt bedingt wird. Wir werden daher des besseren Verständnisses wegen vor Allem zuerst, wenn auch freilich nur in sehr allgemeinen schwachen Umrissen auf der einen Seite den wesentlichen und characteristischen Unterschied klar zu machen versuchen müssen, welcher in der geologischen Entwicklung der Alpen im Vergleiche zu den ausseralpinen Bildungen von gleichem Alter in so bemerkenswerther Weise hervortritt, nicht ohne auch auf die theilweise Uebereinstimmung aufmerksam zu machen, die

auf der anderen Seite beide Entwicklungsgebiete wieder in nähere Verbindung zu einander bringt.

Es sind besonders drei Verhältnisse, durch welche sich der Gebirgsbau der Alpen vor dem ausseralpinen in hervorstechendster Weise auszeichnet, das ist:

1) die enorme Höhe, welche die meisten Schichtgesteine in den Alpen gegen die gleichaltrigen Gebilde ausserhalb derselben erreichen. Damit stehen ganz allgemein und vorherrschend grossartige Schichtenfaltungen, Ueberstürzungen, Verschiebungen und Verwerfungen in Verbindung, die sich im ausseralpinen Gebiet auf rein örtliches Vorkommen oder auf die ältesten Schichtenglieder beschränkt zeigen, während sie in den Alpen als die vorherrschenden Lagerungsverhältnisse sich erweisen. So sehen wir z. B. auf der Spitze des Hochvogels, der Zugspitze, des Watzmanns, des Dachsteins, des Schlern, der Marmolada u. s. w. Gesteine aufragen in Erhebungen, welche die Höhenlage (über dem Meere) der mit ihnen gleichaltrigen Ablagerungen ausser den Alpen, etwa in Schwaben, in Franken oder in Norddeutschland oft um mehr als das Zehnfache übertreffen. Dass solche Differenzen nur durch relative Verrückungen aus den ursprünglichen Lagerstätten erklärlich sind, ist von vornherein wahrscheinlich, wird aber auch durch die Zusammenpressung der Gesteine zu den wunderlichsten Falten und Windungen bestätigt, welche ganz allgemein alle alpinen Schichten beherrschen. Die gewaltigen Bewegungen, durch welche das Hochgebirge zu seiner abnormen Höhe gelangte, traten erst relativ spät in der Entwicklungsgeschichte der Erde ein und erreichten nach allerdings zahlreichen älteren Vorläufern erst in der Mitteltertiärzeit ihr Maximum und ihren Hauptabschluss. Denn erst in dieser relativ jüngeren Zeit wurden in den Alpen die grossartigen Formen ausgeprägt, vor denen wir jetzt voll Bewunderung stehen.

Der Grund der Verschiebung so ganz enormer Gebirgsmassen, wie solche das Alpengebirge umfasst, nach aufwärts und auswärts und die damit zusammenhängende Zusammenfaltung und Verrückung der Schichtgesteine kann nur durch einen ausser unsrer Vorstellung liegenden grossen Druck erklärt werden, welcher in Folge der säcularen Temperaturänderung der Erdrinde wirksam

hervortrat und durch welchen gewisse Theile der Rinde gesenkt, andere dagegen in Folge hierbei rege gewordener Seitenpressung emporgehoben und seitlich verschoben wurden. Einen solchen durch Seitenpressung zu aussergewöhnlicher Höhe emporgeschobenen Rindentheil unserer Erde stellt in der That das Alpengebirge vor. Es kann hier nicht tiefer auf die Succession der Bewegungen und die innerhalb der bewegten Theile selbst gegen das Centrum lebendig gewordenen Kräfte, noch auch auf etwa eingetretene Rücksenkungen eingegangen werden. Es dürften die mitgetheilten wenigen Andeutungen wenigstens zur allgemeinen Orientirung genügen.

2) Die abweichende petrographische Beschaffenheit vieler alpiner Gesteine im Gegensatz zu den ausseralpinen Gebilden tritt uns als zweites Moment entgegen. Diese Differenz erreicht ihren Höhengrad in den Schichten der oberen Trias, welche dem Keuper entsprechen und an diese wollen wir hier zunächst einige nähere Erläuterungen anknüpfen. In den ausseralpinen Keupergebieten sind vorherrschend Sandstein und Lettenschiefer in unendlichem Wechsel entwickelt. Mergeligen Zwischenlagen (z. Th. mit Gyps vergesellschaftet) begegnen wir hier nur spärlich und noch weit seltener dolomitischen oder kalkigen Schichten, die auf einige wenig mächtige Bänke beschränkt sind. Alle diese Keupergesteine in Franken, Schwaben und sonstwo tragen durch die dünne, oft wechselnde Schichtung, durch die vielfach auf den Schichtflächen sichtbaren Fussspuren, Wellenschläge, Austrocknungsrisse, Pseudomorphosen nach Steinsalz u. s. w. unzweideutig das Zeichen einer Küsten- oder Flachseebildung an sich. In den Alpen dagegen sind sandige Lagen die grösste Seltenheit und das so mächtige System der Keuperformation baut sich hier fast ausschliesslich aus Kalk- und Dolomitmassen mit nur wenigen und geringmächtigen mergeligen Zwischenlagen auf. Wir haben in ihnen vorherrschend Tiefseeablagerungen vor uns, zwischen welche sich nur da und dort Sedimente des seichten Meeres und kleiner Buchten des letzteren einschieben. Auch der nächstvorausgehende alpine Muschelkalk besitzt noch ein abweichendes Gepräge, während die noch älteren Bildungen, soweit sie vertreten sind (Buntsandstein, Rothlie-

gendes, Carbonschichten mit den übrigen paläolithischen Schiefern und archäolithischen Gesteinen) weit weniger petrographische Eigenthümlichkeiten an sich tragen. Desto entschiedener setzt die Besonderheit der Schichtenausbildung über dem Keuper in den jüngeren Formationen fort. Die Gesteine der jurassischen Formationsgruppe (Lias, Dogger, Jura) sind gegen die ausseralpinen lithologisch fast nicht wieder zu erkennen; ausserdem erweisen sich die zwei oberen dieser Formationen nach Entwicklung und Verbreitung auf ein Minimum beschränkt. Die cretacischen Gebilde theilen noch vielfach diesen abweichenden Character; doch stellen sich schon da oder dort einzelne Lagen (z. B. Grünsandstein) von grosser Aehnlichkeit mit dem Gestein ausseralpiner Verbreitungsgebiete ein, während dagegen statt Kreide und Quadersandstein in den Alpen dichte Marmorkalke (z. B. Hippuritenkalk vom Untersberg), graue Mergel und Trümmergesteine Platz greifen. Indem wir zu den Tertiärablagerungen übergehen, begegnen wir entschieden zunehmenden Analogien der Schichtenausbildung. Doch bewahren die eocänen Nummulitenkalke, dann die sog. Molasse immerhin noch ihre alpinen Eigenthümlichkeiten, die sich bis in das erratische Diluvium fortsetzen.

Es kommt weiter hinzu, dass häufiger als auswärts in den Alpen auf kurze Abstände in Gesteinsbeschaffenheit und Mächtigkeit oft sehr auffallend verschiedene Ausbildungsformen (Facies) sich bemerkbar machen, z. B. statt des rothen Marmorkalks taucht plötzlich grauer Mergelkalk (Lias), statt dichter, weisser Kalke — hellgrauer Dolomit u. s. w. auf, oder es nehmen an der einen Stelle noch kirchthurmhohe Bänke im weitern Fortstreichen rasch an Mächtigkeit ab und keilen sich ganz aus. Dies Alles weist auf sehr wechselnde Beschaffenheit des Meeresbodens, vielfache Bewegungen desselben und auf sehr mannichfache gewaltige Katastrophen während der Bildungszeit alpiner Gesteine hin, von welchen in nur gemindertem Maasse das ausseralpine Gebiet betroffen wurde.

3) Endlich beherbergen die alpinen Schichtgesteine eine besondere Thierwelt in der Form und Art der Versteinerungen. Zwar tauchen in gewissen Lagen dieselben Gattungen und selbst Arten auch hier wieder auf, wie auswärts, z. B. die

Graptolithen, *Clymenien* oder *Myophoria costata*, *Encrinus liliiformis*, *Avicula contorta* neben vielen anderen und gerade diese sind es, welche für das Erkennen und die Altersbestimmung der alpinen Stufen nach Maasstab der ausseralpinen Schichtenfolge von allergrösster Wichtigkeit sich erweisen und allein die gegenseitige Altersvergleichung ermöglichen. Aber wohl bei weitem die Mehrzahl der Arten sind den Alpen eigenthümlich, oder tragen doch gegen die ausseralpinen Formen einen abweichenden Habitus an sich.

Man kann eine gewisse Parallele zwischen der Eigenartigkeit der petrographischen Ausbildung und jener der paläozoischen Entwicklung in den Alpen nicht verkennen. Beide erreichen ihr Maximum innerhalb der Keuperformation, von wo an die Differenzen in der Richtung nach den älteren Bildungen zu sich verschwächen, dagegen nach den jüngeren Schichtenreihen hin sich länger und bis in die Tertiärzeit hinein erhalten. So findet man, um nur ein Beispiel anzuführen, im alpinen kalkigen Keuper eine erstaunliche Anzahl von *Ammoniten*-Arten, die ausserhalb ganz fehlen. Diese höchst auffallenden Verhältnisse mögen z. Th. ihren Grund in der schon erwähnten eigenthümlichen Beschaffenheit der vormaligen alpinen Meere haben, zum grössern Theil aber beruhen sie auf einer Isolirung oder Trennung beider Bildungsmeere, welche wohl durch einen jetzt versunkenen Urgebirgsrücken geschieden waren.

b) Geologische Gliederung.

Diese alpinen Besonderheiten, die wir soeben angedeutet haben, erklären nun zur Genüge, wesshalb wir in dem Hochgebirge auch eine ganz besondere geologische Welt vor uns haben. Es sind gegenüber den ausseralpinen Gebirgen hier ganz andere Gesteine, die wir finden, andere Lagerungen der oft in colossalen Dimensionen ausgebildeten Felsmassen und ein anderes Thierreich, das uns in den Versteinerungen entgegentritt.

Vom geologischen Standpunkte aus betrachtet, stellt sich uns das Alpengebirge in seiner Totalität als eins der grossartigsten Kettengebirge von ungefähr 1000 km Länge dar,

dessen System mit seinen Anhängen von dem äussersten Westen Europa's bis zum Osten von Asien sich ausdehnt. Entstanden durch jene gigantische, fast quer zur meridionalen Richtung streichende Faltung der Erdrinde, deren erste und successiv fortschreitende Bildung wohl schon bis in die früheren Entwicklungsphasen der Erde reicht, gewannen die Alpen in dem collossalen Maass ihrer jetzigen Gestaltung doch erst in einer relativ spätern Periode aus einem bis dahin den übrigen Gebirgen ähnlichen Aufbau durch Aufbruch der Falte und centrale Aufpressung eines älteren Kerns von krystallinischem Schiefer- und Massen-Gestein, dann durch Seitenschub und randliche Stauchung der nach oben und auswärts lagernden jüngeren Schichten zu secundären, oft übergebogenen Falten und Wellen mit weiteren Aufbrüchen, Berstungen, Querbiegungen und Zerspaltungen jene ihrem jetzigen Relief zu Grunde liegende Form, welche in ihrer allereinfachsten Weise gedacht durch eine Hauptgebirgskette mit hoher centraler Achse und beiderseits angelehnten Nebenketten repräsentirt wird. In der That aber ist diese einfache Form ausserordentlich complicirt. Es gibt zwar einzelne Gebirgstheile, in denen die Centralmasse aus gewölbartig gestellten ältesten krystallinischen Schiefern aufgebaut sich erweist, vorwaltend jedoch ist die älteste Schieferachse des Centrums in Fächerform ausgebildet, so dass in der Mitte selbst die Schichten mehr oder weniger vertikal stehen und gegen Aussen beiderseits dem Innern sich zuneigen, mithin unter das an sich ältere Gestein in überstürzter Lagerung untertauchen. Trotz dieser widersinnigen Schichtenstellung legen sich dennoch nach Aussen immer jüngere Lagen, wie Decken und Hüllen an und neben die Centralachse an, die man desshalb auch und weil sie vorherrschend aus Thonschiefer bestehen, im Allgemeinen die Schieferhülle zu nennen pflegt. Erst in den Nebenzonen tauchen dann die Schichtgesteine jüngeren Alters auf und erscheinen meist ziemlich scharf durch Längseinschnitte von der schieferigen Mittelzone getrennt.

Die erwähnten Fächer oder aufgebrochenen Gewölbe der Centralachse bilden keine fortlaufende ununterbrochene Mittelkette des Gebirges, sondern schliessen sich zu einzelnen mehr

oder weniger selbständigen Gruppen von elliptischen Umrissen ab — Massive, Stöcke, streichende Centralzonen, Ellipsoide — welche sich in einer Hauptrichtung bald enger, bald lockerer an einander anreihen und dadurch die Kette der Centralalpen ausmachen. In diesen Centralstöcken finden wir durchweg im innersten Kern die ältesten Gesteine, den Gneiss und Granit entwickelt, nach aussen umgeben, oft gradezu ummantelt von jüngeren krystallinischen Schieferarten — Glimmerschiefer, Chloritschiefer und Phyllit — oder den diese vertretenden Gebilden. Der äusserste Saum dieser Hülle schliesst mit einer oft ungemein mächtigen Decke von Thonschiefer und Gesteinen der paläolithischen Reihe ab. In den beiden Nebenzonen, die nicht längs des ganzen Randes der Centralachse entwickelt sind, betheiligen sich am Aufbau aller Berge fast ausschliesslich nur mesolithische kalkige Schichtgesteine; sie sind hier in den nördlichen sog. Kalkalpen mit Vorliebe in liegenden

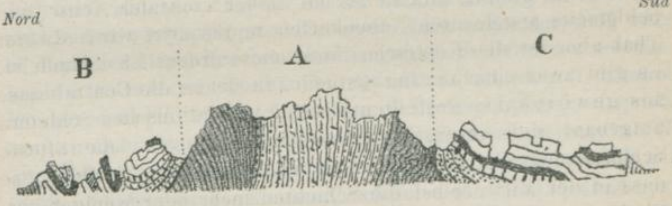


Fig. 15.
A Centralkette. *B* nördliche Nebenkette. *C* südliche Nebenkette.

gegen das Centrum geneigten und zurückgebogenen Falten zusammengestaucht, während sie in den Südalpen mehr in grossen welligen Biegungen sich gegen den Rand verflachen. Nur selten verschlingen sich jene älteren und die jüngeren Gesteinszonen am Rande der Centralkette, um selbst stellenweis über die Achse vorzudringen, und so gleichsam die jüngeren Reihen der Nebenzonen quer über die Mittelzone mit einander zu verbinden.

Noch seltener kommt es vor, dass tertiäre Ablagerungen bis ins Innere des Hochgebirges vordringen, um einzelne kleine Mulden auszufüllen, oder, wie im NW., in hohen Vorgebirgen mit zur Nebenzone aufzusteigen — Molasseberge der Schweiz und im Algäu — oder aber auch, wie im O., aus der hier an-

geschlossenen Ebene in schmalen Streifchen zwischen die sich ausbreitenden Bergrippen einzugreifen. Das vorstehende Bild (Fig. 15) mag ungefähr andeuten, wie man sich den Gebirgsbau der Alpen im Allgemeinen und Grossen bei einem von N. nach S. geführten Querschnitte vorstellen kann.

Im Vergleiche zu anderen grossen Gebirgszügen der Erde tritt in den Alpen als ganz besonders auffallender geologischer Character die verhältnissmässig geringe Betheiligung der ältesten krystallinischen Gesteine — Gneiss und Granit — am Aufbau in den Vordergrund. Es sind gleichsam nur vereinzelte Enden oder Spitzen, welche in der Mitte der Kette durch Aufbruch zum Vorschein kommen, während den weitaus vorwiegenden Theil der Mittelzone Thonschiefer-ähnliche Gesteine für sich in Anspruch nehmen. Eben so auffallend ist die relative Armuth der Alpen an Eruptivgebilden, sowohl im Centrum als in den Flanken. Selbst eruptiver Granit hält sich im grossen Ganzen nur in der Unterordnung, und jüngere Massengesteine sind, wenn wir von Porphyr absehen, nur spärlich vertreten, wenigstens steht ihr seltenes Erscheinen in keinem Verhältniss zu der Grossartigkeit der Aufbrüche und Zerspaltungen, denen wir in und am Rande der Alpen begegnen. Wir können hinzusetzen, dass selbst Verschiebungen im horizontalen Sinne nicht gleichen Schritt zu halten scheinen mit der enormen Entwicklung der seitlichen Zusammenpressungen und Stauchungen. Auf der anderen Seite bemerken wir, dass fast alle bekannten Formationen der Erde von den ältesten Gesteinsbildungen an bis herab zu den allerjüngsten, die noch unter unseren Augen fortwährend entstehen, sich wenn auch oft in einer im Vergleiche zu den ausseralpinen Gesteinen sehr abweichenden Art der Entwicklung, der Mächtigkeit und des paläontologischen Characters in den Alpen zusammenfinden, so dass wir hier das Beispiel einer fast ununterbrochenen Fort- und Ausbildung eines beträchtlichen Stücks der Erdrinde vor uns haben.

Nach diesen wenigen einleitenden Betrachtungen wollen wir nun der Reihe nach die verschiedenen Gesteinsbildungen der Alpen von den ältesten uns bekannten der Mittelzone an bis herab zu den jüngsten an den äussersten Rändern etwas näher betrachten.

I. Primitive oder archäolithische Periode.

Indem wir daran zurückerinnern, dass die im Innersten der centralen Alpenkette auftauchenden Gesteine der, soweit wir überhaupt Felsmasse auf Erden ihrem Alter nach kennen, ältesten krystallinischen Reihe aus der Gruppe des Gneisses und Granites angehören, können wir uns bezüglich dieser Bildungen kurz fassen, weil sehr wesentliche Differenzen gegen die entsprechenden Gesteine der ausseralpinen Urgebirgsdistricte sich nicht bemerkbar machen. Es sind hier petrographisch ganz dieselben Gebilde der krystallinischen Schiefer: der Gneiss, der Glimmerschiefer, der Phyllit, mit den mannichfachen denselben beigeordneten, theils schiefrigen, theils massigen krystallinischen Felsarten: Hornblende-, Diorit-, Talk-, Chloritschiefer, Granulit, Eklogit, dann Granit, Syenit, Diorit, Serpentin, Gabbro u. s. w., wie wir sie ausserhalb der Alpen beobachten. Eigenthümlich nur ist die Art, wie solche Schiefer in wunderbar verschlungenen Falten, fächerförmig oder in liegenden, aufgebrochenen oder grossentheils zerstörten Gewölben aneinandergepresst, bis zu den wildzackigen Spitzen, Hörnern und Schneiden des ewigen Schnees emporragen, während in den ausseralpinen Gebieten gerade die Urgebirge durch ihre abgerundeten milden Formen auffallen. Gruppenweise auf kleine Stöcke concentrirt, schliessen sich diese Gesteine zu dem langgezogenen Kettengebirge der Centralachse oder Mittelzone zusammen, das von dem Meer bei Nizza (Seealpen) bis zu dem Abbruche an der ungarischen Ebene bei Graz in einer Länge von ungefähr 1000 km nur selten die Breite von 100 km erreicht. Nur einzelne kleine Urgebirgsinseln oder Schollen tauchen losgelöst von der Hauptkette da oder dort an tiefen Aufrissen und Zerspaltungen zwischen jüngerem Schichtgestein auf, wie z. B. jene des Mte Mofetto in den lombardischen Alpen am grossen Iserebogen, die Montblanc- und Aiguillesrouges-Gruppe, Mte Dasdano, Cima d'Asta in Südtirol, schmale Schieferstreifchen im Retterschwanger Thal bei Sonthofen, ferner in der Nähe von Trient, bei Recoaro, längs des Gailthals in Kärnten, in den Karawanken, bis sich hier gegen Osten zu nach der Gabelung bei Graz die Mittelachse nach und nach

gleichsam in Inseln auflöst, die einerseits in den Ruster Bergen und dem Leithagebirge auf die entfernte Fortsetzung in den Karpathen, andrerseits (Agramer, Moslaviner, slavonische Berge) auf den Zusammenhang mit den dinarischen Alpen und dem Balkan hinweisen.

Als Regel können wir aufstellen, dass die typischen Gneissgesteine, der Achse am nächsten gelagert (sog. Centralgneiss) als die ältesten Bildungen anzusehen sind, und dass sich daran dann nach aussen als zunächst jüngere Zone der Glimmerschiefer mit den stellvertretenden Chlorit-, Hornblende- oder Talkschiefern anlegt und die Phyllite die äussere Hülle ausmachen. Doch stossen wir in Folge der vielen Falten und Verschlingungen auf vielfache Abweichungen von dieser Anordnung.

Als für die Alpen besonders eigenartig können jene Gesteine namhaft gemacht werden, die man als Protogin-Gneiss und -Granit bezeichnet. Es sind gneiss- und granitartige Gesteine, welche durch eine Beimengung von hellgrünem Steinmark (nicht Talk) ausgezeichnet sind (Mt. Blanc). Wir heben unter den vielen Abänderungen des Granits den sog. Juliergranit, meist durch Hornblende und deren Zersetzungsproducte grünlich gefärbt, und den Tonalit — ein Hornblende-Plagioklasgranit — hervor. Weiter kommen in den Alpen gewisse kalkhaltige Glimmerschiefer — sog. Kalkglimmerschiefer — und eine Zwischenform zwischen Glimmerschiefer und Phyllit — der Thonglimmerschiefer, häufig auch kalkhaltig — sehr verbreitet vor, die in anderen Gegenden fehlen. Mit dem ungemein häufigen Phyllit verbinden sich einestheils kalkhaltige Abänderungen, die zu Einlagerungen von körnigem Kalk hinführen (z. B. Marmor von Schlanders), anderntheils gneissartige Formen, die als sog. Phyllit- oder Sericitgneiss, z. Th. auch als Casannaschiefer stellenweis lebhaft sich an der Zusammensetzung der Schieferzonen betheiligen. Manche der in der Schweiz unter der Bezeichnung „graue und grüne Schiefer“ (z. Th. sogen. Bündner Schiefer) bekannten Gesteine besitzen ganz den Habitus der Phyllite und gehören gewiss grossentheils in diese geologische Gesteinsreihe. Besonders reichlich zeigen sich in den Alpen Chlorit- und Talk-

schiefer mit Einlagerungen von Serpentin, Topfstein und Gabbro verbreitet. Der überhaupt seltene Eklogit tritt besonders im Kärntner Gebirge (Saualpe) zu Tag. Nicht unerwähnt kann hier die eigenthümliche Gesteinsbildung bleiben, in welcher wir Serpentin mit körnigem Kalk vermengt sehen — Ophicalcit —. Denn gerade diese Gesteine enthalten häufig ziemlich regelmässige Ausscheidungen von Serpentin und im Kalk mikroskopisch kleine Röhrchen und Kanälchen, die man für Abformungen früherer organischer Theilchen hält. Es ist dies das in neuester Zeit so oft genannte *Eozoon*, über dessen organische oder nicht organische Natur die Ansichten noch getheilt sind. Wir geben hier das Bild eines solchen Eozoon-Ophicalcits mit dem vergrösserten Durchschnitt, wie er sich mikroskopisch darstellt.

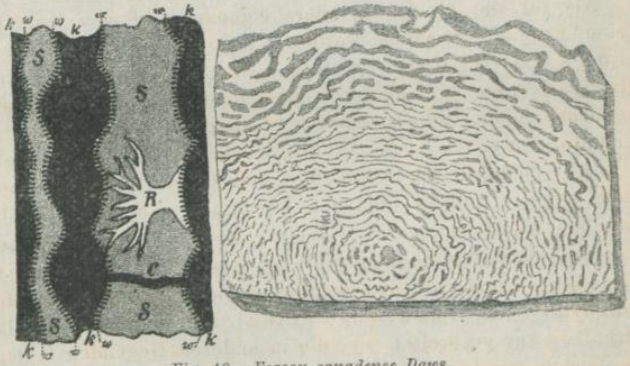


Fig. 16. *Eozoon canadense Daws.*
In dem vergrösserten Bilde bedeuten die Buchstaben: *S* das feste Kalkskelet, *k* die einst von Sarcode eingenommenen, jetzt durch Serpentin ersetzten Kammern, welche durch Verbindungsröhrchen (*c*) durch das Kalkskelet hindurch mit einander in Verbindung standen. *R* zeigt verästelte Kanälchen und *w* sind die von feinen Poren durchzogenen Wandungen der Kammern.

Was die granitartigen Gesteine anbelangt, so gibt es ausser den schon oben erwähnten Varietäten wohl noch zahlreiche andere von untergeordneter Verbreitung. Meist sind diese Gesteine unregelmässig stockförmig zwischen die Gneisszonen eingeschoben oder bilden Zwischenlagen in letzteren; in nur wenigen Fällen häufen sie sich zu grösseren selbständigen Centralmassen an.

II. Primäre oder paläolithische Periode.

Mit den äusseren Thonschieferhüllen des Centralstocks untrennbar verknüpft und selten scharf vom Phyllit verschieden und unterscheidbar nehmen Thonschiefer, seltener echte Grauwacke und Kalksteine am weiteren Aufbau des Hochgebirgs lebhaften Antheil. Es ist jedoch äusserst schwierig, in diese Verhältnisse klare Einsicht zu gewinnen, weil, petrographisch betrachtet, diese Schiefer dem Phyllit sehr ähnlich werden und zugleich auch unzweifelhaft jüngere Gesteine ganz die gleiche Beschaffenheit annehmen. Da ausserdem Versteinerungen fehlen oder höchst selten sind, so können diese bei den verwickelten Lagerungsverhältnissen zwar zur Abscheidung von dem älteren Schiefergebirge genügen, aber für die Unterscheidung der einzelnen Formationen bieten sie selten ausreichend sichere Anhaltspunkte. Es sind für die ältere wie jüngere Abtheilung derselben, die sog. Uebergangs- oder Transitionsbildungen (Thonschiefer- und Grauwackeschichten und die carbonischen Formationen) im Ganzen nur sehr wenige Punkte, die uns vollständige Orientirung gewähren.

Es gliedern sich, wie bekannt, die paläolithischen Ablagerungen, wenn wir von der cambrischen Formation absehen, deren Schiefer die Mitte halten zwischen krystallinischem Phyllit und jüngerem Thonschiefer, und die bis jetzt mit Sicherheit nirgendwo noch in den Alpen ermittelt sind — gewisse, Algen einschliessende, glimmerglänzende Schichten der sog. Bündner Schiefer mögen hierher gehören — von unten nach oben betrachtet in:

1) die Silurformation,
2) die Devonformation, beide zusammengenommen die untere Abtheilung, die sog. Uebergangs- oder Transitionsgruppe bildend, dann
3) die Präcarbon- oder Culm-Formation mit dem Bergkalk,
4) die carbonische oder Steinkohlen-Formation, und endlich
5) die postcarbonische Formation oder Dyas mit dem Rothliegenden und Zechstein.

Die drei letzten Formationen bezeichnet man als die carbonische oder obere paläolithische Formationsgruppe.

In dem Alpengebiete haben wir nun über die besondere Ausbildungsweise dieser verschiedenen, hier überall nur undeutlich und spärlich auftretenden Ablagerungen Weniges zu bemerken:

1) Silurformation.

Es treten namentlich in den östlichen Alpen mit den Thonschieferschichten häufig, oder meist in sehr untergeordneten

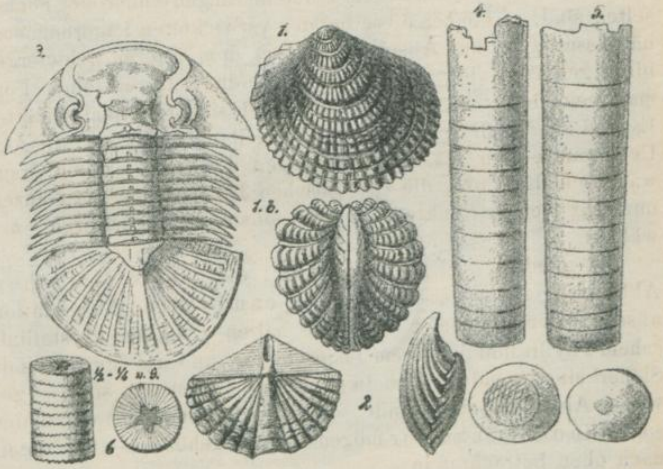


Fig. 17.

1) *Cardiola interrupta* So.
2) *Spirifer heteroclitus* Defr.
3) *Bronteus palifer* Beyr.
4) *Orthoceras styloideum* Barr.
5) *Orthoceras gregarium* So.
6) *Crinoideen*-Stiele.

Zwischenlagen Kalkgesteine auf, die vielfach in Eisensteinbildungen (Spatheisenstein, Ankerit, durch Zersetzung als Eisenhuth: Brauneisenstein) verlaufen und in dieser Form grosse technische Wichtigkeit erlangen, weil durch sie die berühmte Eisenindustrie in Steiermark und Kärnten bedingt ist (z. B. am Erzberg bei Eisenerz, bei Vordernberg und in einem Zuge bis Dienten unfern Salzburg). Solche kalkig-eisenhaltige Lagen be-

herbergen z. B. bei Dienten Versteinerungen mit unzweifelhaft silurischem Gepräge, von welchen in Fig. 17 einige der charakteristischsten dargestellt sind.

Kalkige Lagen am Semmering, bei Leoben u. s. w. enthalten gleichfalls Spuren von Versteinerungen, die es wahrscheinlich machen, dass ein grosser Theil der früher für ältere Phyllitschichten angesehenen Schieferstreifen, namentlich viele Spatheisensteinlagen, die sich durch die ganze Schieferhülle hindurchschlängeln (Hüttenberg, Hohe Salve, Thierberg bei Schwaz, Lagen S. und W. von Innsbruck) der Silurformation zufallen.

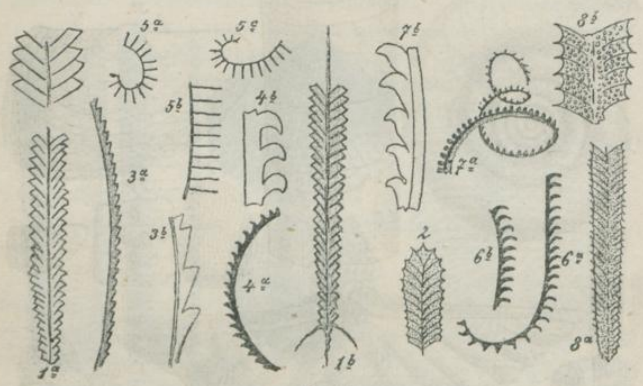


Fig. 18.

1*a*—1*b*) *Diplograpsus pristis* His. in natürl. Grösse, in 1c vergrössert.
2) *Diplograpsus folium* His.
3*a*) *Graptolithus Nilsoni* Barr. in n. G.
3*b*) derselbe vergrössert.
4*a*) *Graptolithus millipeda* M'Coy. in n. G.
4*b*) derselbe vergrössert.
5*a*, 5c) *Graptolithus peregrinus* Barr. in n. G.
5*b*) dieselbe Art vergrössert.
6*a*, 6*b*) *Graptolithus triangulatus* Harkn. in n. G.
7*a*) *Graptolithus Proteus* Barr. in n. G.
7*b*) dieselbe Art vergrössert.
8*a*) *Retiolitus Geinitzianus* Barr. in n. G.
8*b*) dieselbe Art vergrössert.

Auch in den Südalpen ist durch die Einschlüsse von ausschliesslich silurischen Versteinerungen, den sog. *Graptolithen*, von denen einige Arten oben in Fig. 18 abgebildet sind, das Alter einer mächtigen Schieferreihe, z. B. im Gebirgsstocke des Osternigg S. vom Gailthale als silurisch festgestellt worden.

In welcher Verbreitung diese zweifelsohne weiter in den Alpen verzweigten älteren Silurgesteine vorkommen, dies

nachzuweisen ist eine Hauptaufgabe in der geologischen Durchforschung der Schieferhülle.

2) Devonformation.

Die in den Alpen sicher als Devonbildung nachgewiesenen Gesteine, welche aus Phyllit-ähnlichen Thonschiefern und denselben eingebetteten kalkigen oder dolomitischen Zwischenlagen bestehen, beschränken sich nach unserer derzeitigen

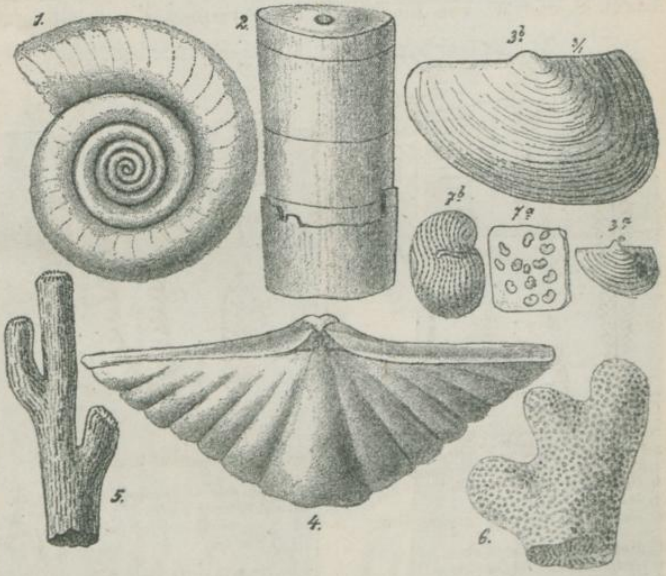


Fig. 19.

1) *Clymenia laevigata* v. M. 2) *Orthoceras subregulare* v. M.
3) *Posidonomya venusta* v. M. 4) *Spirifer speciosus* Schloth.
5) *Cyathophyllum caespitosum* Goldf. 6) *Calamopora polymorpha* Goldf.
7) *Endomis* (*Cypridina*) *serratostriata* Sandb.

Kenntniss auf eine buchtenartige Ausbreitung bei Graz, in jenen Gebirgstheilen, in welchen die Hauptkette sich zu gabeln beginnt. Es sind hier charakteristische Versteinerungen, von denen einige in den vorstehenden Abbildungen dargestellt sind,

hauptsächlich in den kalkigen Schichten des Hochlantsch, Plawutsch, der Teichalpe u. s. w. gefunden worden.

Sehr bemerkenswerth ist, dass hier, wie in ausseralpinen Devongebieten, auch Eruptivgesteine nach Art der Diabase mit ihren Tuffen (Schalsteinen) sich einstellen. Auch die Karawanken scheinen zwischen ihrem silurischen Graptolithenschiefer und den carbonischen Schichten devonische Bildungen zu beherbergen. Ihr Vorkommen in den lombardischen Alpen ist mehr als problematisch.

3) Präcarbon- oder Culm-Formation.

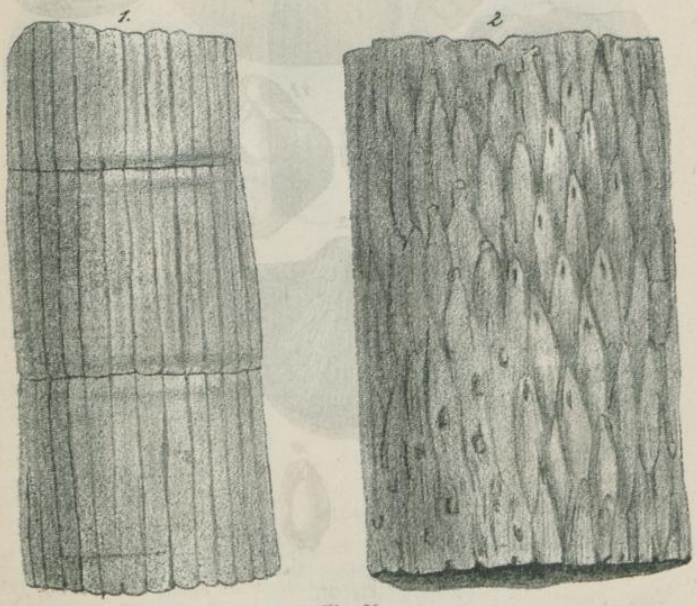


Fig. 20.
1) *Calamites remotus* Schloth. 2) *Sagenaria Veltheimiana* Presl.

Schon seit längerer Zeit kennt man in den Ostalpen, namentlich in den Karawanken, eine dritte Reihe petrographisch den vorigen ähnlicher Thonschiefer- und Kalkbänke, welche man

als Gailthaler Schichten zu bezeichnen pflegte. Der Hauptsache nach gehören sie, wie durch Petrefactenfunde

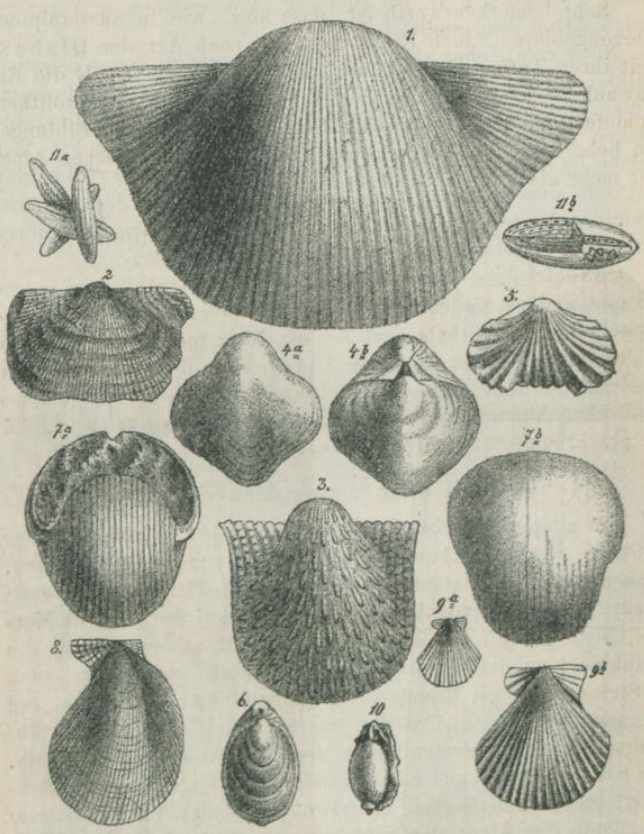


Fig. 21.

1) *Productus giganteus* Mart. 2) *Productus Cora* d'Orb.
3) *Productus scabriculus* Mart. 4) *Spirifer glaber* Mart.
5) *Rhynchonella pleurodon* Phill. 6) *Terebratula sacculus* Mart.
7a, 7b) *Bellerophon Urii* Flem 8) *Aviculopecten intortus* d. Kon.
9a, 9b) *Aviculopecten Hoernesianus* d. Kon. 10) *Naticopsis Sturi* d. Kon.
11a, 11b) *Fusulina cylindrica* Fich.
a in n. Gr.; *b* vergrössert.

sichergestellt ist, der Culmformation an. In den sandigen, den sog. Grauwacke-ähnlichen Lagen fanden sich die Leitpflanzen dieser Formation z. B. bei Bleiberg, von welchen in Figur 20 einige Arten dargestellt sind.

Noch zahlreicher sind die Thierüberreste in den schwarzen Kalken, in welchen die Fauna des Bergkalks in der deutlichsten Weise ausgeprägt ist. Namentlich merkwürdig sind die zahlreichen Foraminiferen der Gattung *Fusulina*, (11 in Fig. 21.) welche im mitteleuropäischen Culm fehlt, in Russland beginnt und mit dem Alpensysteme ostwärts bis nach Japan diese Schichten begleitet. 1—10 in Fig. 21 stellen andere characteristische Versteinerungen des Alpenbergkalks dar.

Obwohl solche alpine Bergkalklagen hauptsächlich im Osten bekannt und zu finden sind — bei Pontafel, Bleiberg, Eisenkappel, im Vellachthale, bei Assing, Idria und am Mte Canale in der Carnia, — im mittleren Alpengebiete dagegen zu fehlen scheinen (bis jetzt), tauchen doch auch im Westen in den lombardischen Alpen schwarze Kalke auf, welche wenigstens z. Th. für präcarbonisch gehalten werden.

4) Carbon- oder Steinkohlen-Formation.

Von allen paläolithischen Schichtencomplexen sind jene der ächten Steinkohlenbildung wohl schon am längsten, wenn auch nur an zerstreut gelegenen Stellen nachgewiesen: in der Tarentaise (von Unterwallis am Fusse des Dent de Morcles, über Tarentaise, Petit coeur und Maurienne bis in die Dauphiné), an der Stangalpe in Steiermark, neuerdings auch im Steinachthal am Brenner, bei Laibach und Jauerburg, bei Tergano und Novi in Croatien und in dem die quecksilberführenden Schiefer unterteufenden sog. Silberschiefer von Idria. Aus Kohlenschiefer und Kohlensandstein mit meist geringmächtigen, oft anthracitischen Kohlen, baut sich auch hier wie ausserhalb der Alpen das Schichtensystem auf, welches durch zahlreiche Pflanzeneinschlüsse sich als carbonisch kennzeichnet. Das isolirte Auftreten in Mulden von geringer Ausdehnung ist sehr bemerkenswerth und beweist, dass bereits zur Kohlenzeit grossartige Niveauverrückungen in den Alpen eingetreten waren, welche die Einbettung von Kohlenschichten

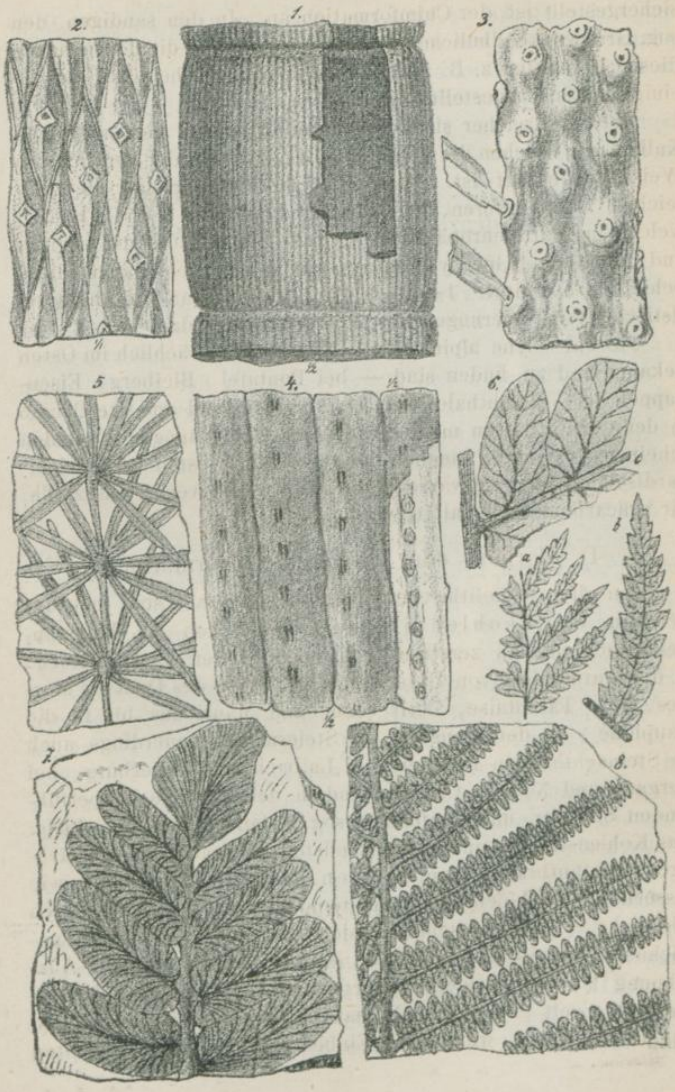


Fig. 22.
1) *Calamites Suckowi* Brgn. 2) *Lepidodendron rimosum* Sternb. 3) *Stigmaria ficoides* Brgn. 4) *Sigillaria intermedia* Brgn.
5) *Annularia longifolia* Brgn. 6) *Cyatheites dentatus* Brgn. 7) *Neuropteris flexuosa* Sternb. 8) *Cyatheites arborescens* Schloth.

auf kleine Flecke beschränkte. Von den zahlreichen Kohlenpflanzen repräsentiren die Zeichnungen Fig. 22 S. 101 einige der in den Alpen verbreitetsten Arten.

Noch bleibt zu erwähnen, dass auch Eruptivgesteine, Melaphyr und einzelne Porphyre während dieses Zeitabschnittes in den Alpen zum Ausbruch gelangten.

5) Postcarbon- oder Dyas-Formation.

Die Gesteinreihe, welche man ausserhalb der Alpen gewöhnlich Rothliegendes und Zechstein nennt, hat in den Hochgebirgen nur eine geringe Vertretung und zwar meist in einzelnen, von dem Vorkommen der Carbonablagerungen getrennten Zügen an den äussern Rändern der Schieferhüllen oder zwischen Porphyr eingeklemmt. Dahin gehört wohl zumeist der sog. Verrucano, grobe, röthliche Conglomerate und Breccien, rothe Sandsteine und kohlige Schiefer, wie z. B. in dem Porphyrdistrict von Bozen, im Val Trompia bei Collio, in den Bündener Alpen, am Tödi u. s. w.

Im Gailthaler Gebirge fanden sich nun weiter in neuerer Zeit unfern Kappel, in Verbindung mit ähnlichen mergeligen, sandigen und conglomeratartigen Schichten, auch Kalklagen mit Meeres-Thierresten, die denen der Dyas analog zu sein scheinen, wenigstens denen der für Dyas gehaltenen Nebraskaschichten in Amerika gleichen. Diese Gesteine lassen sich aber der Lagerung nach nicht scharf von den Carbonschichten trennen. In den Abbildungen (Fig. 23.) auf Seite 103 sind einige auch in den Alpen aufgefundene Arten von Pflanzen- und Thierüberresten zusammengestellt, von welchen 4, 5, 7, 8, 9 für den deutschen Zechstein und 1, 2, 3 für das Rothliegende charakteristisch sind.

Neuerdings stellt man auch den unteren Theil der sog. Werfener Schiefer der nördlichen Alpen und den sog. Grödener Sandstein im Süden, sowie den durch seinen enormen Foraminiferen-Reichthum ausgezeichneten schwarzen Bellerophonkalk des Pusterthals, sowie die kupfererzführenden Bröckeldolomite bei Trient und die dichten weissen Schwazer Kalke in Nordtirol in das obere Niveau der Dyasformation.

Indess ist diese Zurechnung noch nicht sicher gestellt und erfordert noch weitere Studien, indem die in dem Grödner Sand-

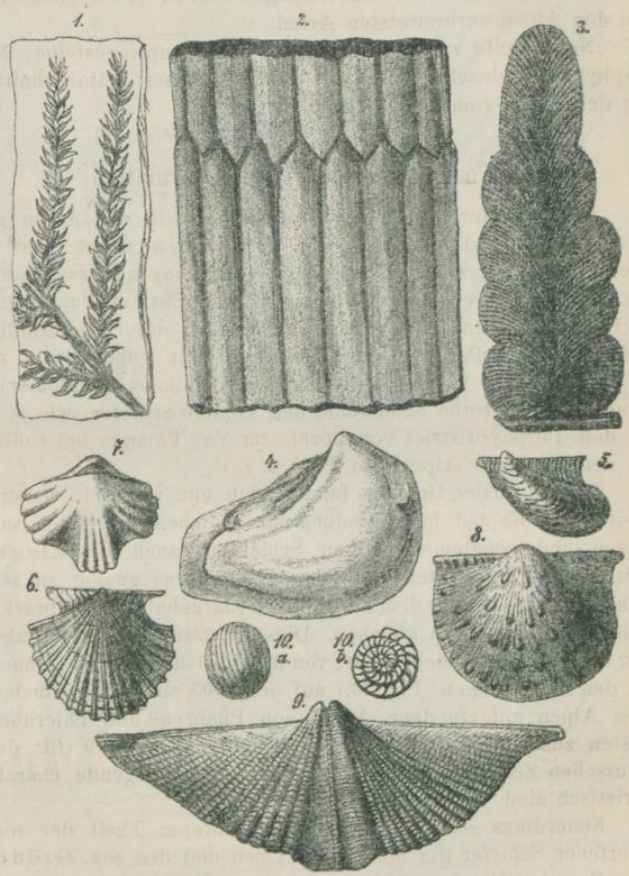


Fig. 23.

1) *Walchia piniformis* Schloth.
2) *Calamites gigas* Brgn.
3) *Neuropteris obtusiloba* Naum.
4) *Schizodus obscurus* Vern.
5) *Gervillia keratophaga* Goldf.
6) *Pecten Hawni* G.
7) *Camarophoria Schlotheimi* v. B.
8) *Productus Cancrini* Vern.
9) *Spirifer undulatus* Sow.
10) *Fusulina Hoeferi* Stach.

stein bei Neumarkt unfern Bozen entdeckten Pflanzenreste, von denen einige der häufigsten (Fig. 24.) abgebildet sind, nicht

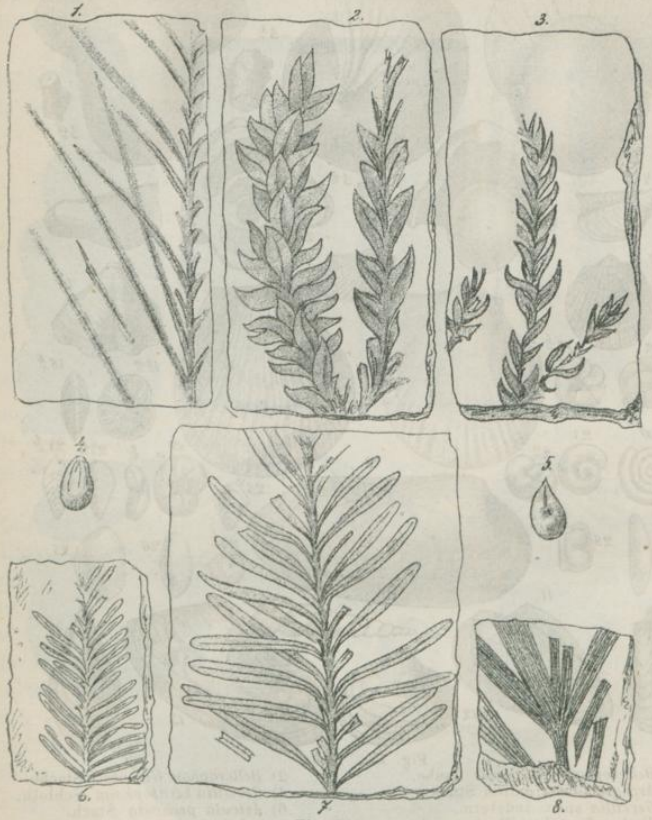


Fig. 24.

Pflanzenreste aus dem alpinen rothen und weissen Sandstein und den oberen kalkigen grauen Lagen (Muschelkalk).

1) *Aethophyllum Foetterlianum* Mass. aus dem unteren Sandstein.
2) *Voltzia recubariensis* Mass. spec. aus dem oberen grauen Kalksandst.
3) *Voltzia Massalongi* d. Zigno aus dem oberen grauen Kalksandstein.
4) *Carpolithes hungaricus* Heer aus dem unteren Sandstein.
5) *Carbolithes foveolatus* Heer. aus dem unteren Sandstein.
6) *Voltzia Boeckhiana* Heer. aus dem unteren Sandstein.
7) *Voltzia vicetina* Mass. spec. aus dem unteren Sandstein.
8) *Baiera digitata* Heer aus dem unteren Sandstein.

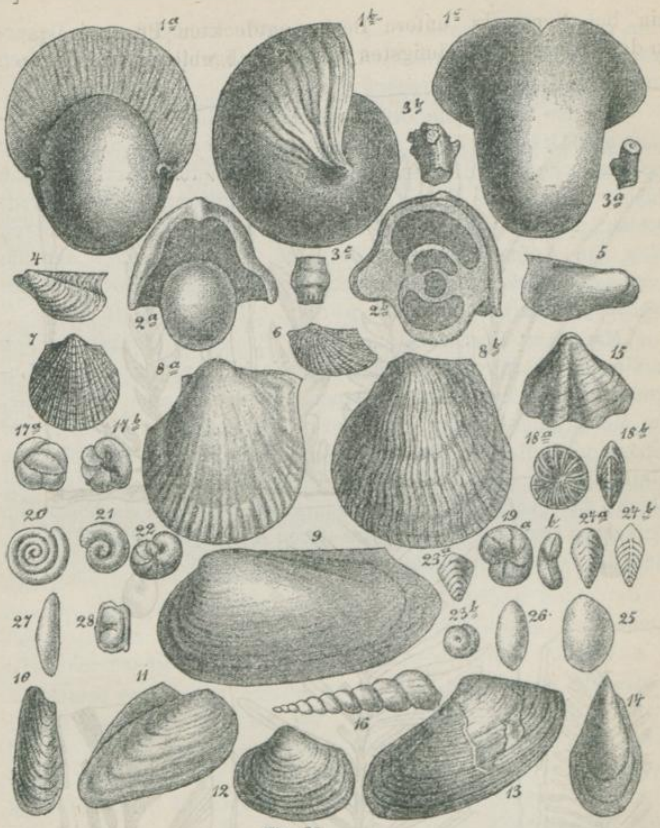


Fig. 25.

1) *Bellerophon peregrinus* Laube.
2) *Bellerophon Guembeli* Stache.
3) *Archaeocidaris ladina* Stach.
4) *Gervillia keratophaga* Schloth.
5) *Gervillia* spec. indeterm.
6) *Avicula peracuta* Stach.
7) *Pecten Partulus* Stach.
8 a) *Avicula cingulata* Stach.
8 b) *? Hinnites crinifer* Stach.
9) *Pleurophorus Jacobi* Stach.
10) *? Clidophorus* spec.
11) *? Anthracosia ladina* Stach.
12) *Edmondia* cf. *rudis* M'Coy.
13) *? Allorisma Tirolense* Stach.
14) *Aucella* cf. *Hausmanni*.
15) *Spirigera peracuta* Stach.
16) *Turbonilla* spec.
17) *Valvulina alpina* Gümb.
18) *Endothyra radiifera* Gümb.
19) *Endothyra simplex* Gümb.
20) *Trochammina vulgaris* Gümb.
21) *Trochammina crassa* Gümb.
22) *Bulimina contorta* Gümb.
23) *Lingulina lata* Gümb.
24) *Lingulina subacuta* Gümb.
25) *Cythere oviformis* Gümb.
26) *Cythere navicula* Gümb.
27) *Cythere porrecta* Gümb.
28) *Kirkbya alpina* Gümb.

den reinen Dyascharakter an sich tragen, vielmehr einen Uebergang in die Trias vermuthen lassen, und wahrscheinlich deren untersten Lagen entsprechen.

Ebenso lassen die organischen Einschlüsse des Bellerophonkalks eine Uebergangsfauna erkennen, die uns aus der paläozoischen in die mesozoische Zeit hinüberführt und eine bisher unbekannte Fauna der ältesten Buntsandsteinzeit darzustellen scheint. Bei der Wichtigkeit gerade dieser Schichten mag die Aufmerksamkeit durch die Beigabe einiger der am häufigsten vorkommenden Thierreste auf diese Ablagerung des Bellerophonkalks hingelenkt werden. (Fig. 25, Seite 105.)

Mit dem Verrucano und den Breccienbildungen stehen zahlreiche Porphyrdurchbrüche in Verbindung, z. B. am Luganer See, in den Bündner Alpen, an der Grossen Windgälle, im Mont Blanc-Gebirge, bei Bozen (der grösste, bekannte der Erde), in Judicarien, im Val Sugana, bei Cilly, in der Nähe von Raibl u. s. w. An den Rändern dieser Eruptivmassen darf mit Recht das Auftreten von carbonischen oder postcarbonischen Schichten erwartet werden, auf deren Auffinden daher das Auge des Beobachters besonders gerichtet sein möge.

III. Secundäre oder mesolithische Periode.

Ungleich den grössten Antheil am Aufbau der kalkigen Nebenzonen der Alpen nehmen die mesolithischen Bildungen, insbesondere jene der Triasgesteine — Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper — ein. Wie petrographisch eigenthümlich diese Ablagerungen in den Alpen beschaffen sind, ist schon früher erwähnt und auch der Thatsache gedacht worden, dass innerhalb des Hochgebirgs selbst örtlich und streckenweise diese an sich ganz eigenartige Entwickelung der Triasgesteine noch weiter unter sich abweichend ausgebildet sich zeigt — Faciesbildung.

Bei der nur langsam voranschreitenden Erkenntniss der besonderen geologischen Verhältnisse der Alpen erklärt es sich daher gleichsam von selbst, dass die sich entsprechenden Ablagerungen von verschiedenen Fundstellen, zumal sie häufig in Folge ihrer eigenthümlichen Faciesbildung nicht leicht als gleichwerthig zu erkennen waren, mit verschiedenen Bezeichnungen und Namen belegt wurden, z. B. Werfener Schichten in den Ostalpen, rother Sandstein in den Westalpen, Verrucano, Grödener Sandstein und Seisser Schichten in den Südalpen.

Diese ungleichen Namen für geologisch analoge Bildungen stehen dem Verständniss der Alpengeologie vielfach hinderlich im Wege und es erscheint vollständig gerechtfertigt, soweit thunlich, auch in der Alpengeologie einer so zu sagen internationalen Bezeichnungsweise sich zu befleissigen.

Es dürfte daher eine vorausgehende Zusammenstellung der allgemein gebräuchlichen Ausdrücke und jener für die Alpen mehrfach verwendeten örtlichen Bezeichnungsweisen das Verständniss des Folgenden wesentlich fördern.

(Siehe Tabelle S. 108 und 109.)

Mesolithische Formationen.

Formation	Allgemeine Bezeichnung	Alpine Bezeichnung	Ungefähre Parallele oder nicht sicher ermittelte Schichten
		— *Oben:* —	
Procän-, Cretacische oder Kreide-Formation	Oberer Pläner, Senonstufe	Belemnitellen- oder Nierenthal-Sch. mit *Belemnitella mucronata.*	? Wong-S.; Hohenemser-S.; Wiener-Sandstein z. Th.
	Mittl. Pläner, Turonst.	Gosau-Sch. und Hippuritenkalk (Rudisten-Sch.).	Seewener Mergel.
	Unt. Pläner, Cenomanst.	Orbituliten-, Urschelauer-Sch. Seevenkalk z. Th.	Sentis-S., Scaglia z. Th.,
	Galt- oder Albienstufe	Turrilitengrünsandstein mit Galtfleckenmergel	Godula Sdst.
	Obere Neocomstufe, oder Urgonstufe	Schratten-, Caprotinen- und Orbituliten-Kalk. Obere Neocom-Sch.	? Wetterlingskalk.
	Mittl. Neocomstufe	Mittelneocom-Sch. Spatangenkalk. Biancone und Majolica.	? Drusberger, u. ? Wernsdorfer S.
	Unt. Neocom- oder Valanginstufe	Unterneocom-Sch. Rossfelder-, Schrambach-, Teschener-, Stollberger-Sch. Stockhornkalk.	Wiener Sdst. z. Th. Karpathen-Sdst. z. Th.
Jura-Formation	Oberjura- oder Tithonstufe	Diphyen-S., Juraaptychen-, Oberammergauer Sch., Wetzstein Sch., Stramberger Sch.	Oberalmer S.
		Rogosniker Klippenkalk	? Plassenkalk
	Mitteljura-, Kimmeridgestufe	Acanthicus-Sch., Rother Juraammonitenkalk mit *Ammonites acanthicus.*	Haselberger Sch. Ammonitico rosso
	Unterjura-, Oxfordstufe	Transversarius-Sch. Rother Kalk mit *Ammonites transversarius*	

Jura-	Unterjura-, Oxfordstufe	Transversarius-Sch. Rother Kalk mit *Ammonites transversarius*	monitico rosso
Dogger-Formation	Oberdogger-, Kollowayst. Mitteldogger-, Bathstufe Unterdogger-, Bajeuxst.	Vilser-Schichten Klaus-Sch. Posidonomyenkalk Garda-Sch. Eisenoolithkalk d. Berner Alp. mit *Ammonites Murchisonae*	Hochgebirgskalk.
Lias-Formation	Ober-Liasstufe Mittel-Liasstufe Unter-Liasstufe	Algäu-Sch. (im beschränkten Sinn), Fleckenmergel Hierlatz-Sch. (im beschränkten Sinn) Unterliaskalk, Enzesfelder-, Grestener S., Saltrio-, Arzokalk; Adnetherkalk z. Th.	Rotzo-, Adnether-, Hierlatz-, ?Steinsberg-Kalk.
Keuper-Formation	Obere Keuperstufe	Oberer Dachsteinkalk; Korallen-, Lithodendron-Kalk Rhaetische Hauptschichten; Kössener-, Azzarola-, Gervillien-Sch. mit *Avicula contorta* Plattenkalk und unterer Dachsteinkalk	Staremberg-Sch. Contorta-Sch.
	Mittlere Keuperstufe	Hauptdolomit, Opponitzer-, Mittel-Dolomit Raibler-Sch. Ob. St. Cassianer, Schlernplateau-Sch.; O. Cardita-, Sch. v. Gorno u. Dossena Wetterstein-S. Hallstätter-K.; Schlerndolomit; Esino-K.; Arlberger-K.; Opponitzerkalk	Reingraber-, Bleiberger-, Torer-, Lüner-Sch. Partnach-Dolomit.
	Untere Keuperstufe	Partnach-Sch.; U. St. Cassianer-Sch.; Lunser-Sandst.; U. Cardita-S.; Kaltwassertuff	Perledo-Sch., Skonza-Sch. mit Quecksilber-Erzen.
Muschelkalk-Formation	Muschelkalk	Wenger-Sch. Buchensteiner-K.; Pötschen-K.; Halobien-Sch.(?) Zlambach-, Gösslinger-S. Virgloria-Sch. Recoaro-S.; Reiflinger-, Guttensteiner-Kalk. Campiler-Sch., z. Th. Werfener-Sch.	Aon- und Cementmergel bei Aussee. Brachiopoden- u. Cephalopoden-Kalk. ?Röthidolomit.
Buntsandstein-Format.	Buntsandstein	Röth: Seisser-Sch.; Werfener-Sch. z. Th. Hauptbuntsandstein: Werfener-S. z. Th.; Grödener Sandst. z. Th.; Verrucano z. Th. — *Unten.* —	Servino Sernfschiefer, Sernifit.

Angesichts dieser Uebersicht wird es genügen, über die einzelnen Formationen und ihre Gliederung nur noch Weniges beizufügen. Wir beginnen im Anschluss an die zuletzt betrachteten Schichtencomplexe des Rothliegenden und Zechsteins mit den tiefsten ältesten mesolithischen Bildungen der Trias.

1) Buntsandsteinformation.

In den Alpen ist diese Triasformation wenigstens stellenweise durch rothe, etwas buntgestreifte Sandsteinlager vertreten, die petrographisch mit jenen des alpinen Gebietes vollkommen übereinstimmen. — Nach unten stellen sich Conglomerate und porphyrhaltige Breccien (Verrucano, Sernifit) ein, die theilweise wohl dem Rothliegenden zuzuweisen sind. Nach oben werden die Lagen thoniger, oft kalkig, dünnschichtig und führen z. Th. die Versteinerungen des ausseralpinen Röths neben eigenthümlichen Formen, von welchen hier einige zusammen mit Versteinerungen aus den sog. Campiler Schichten abgebildet sind. (Fig. 26.)

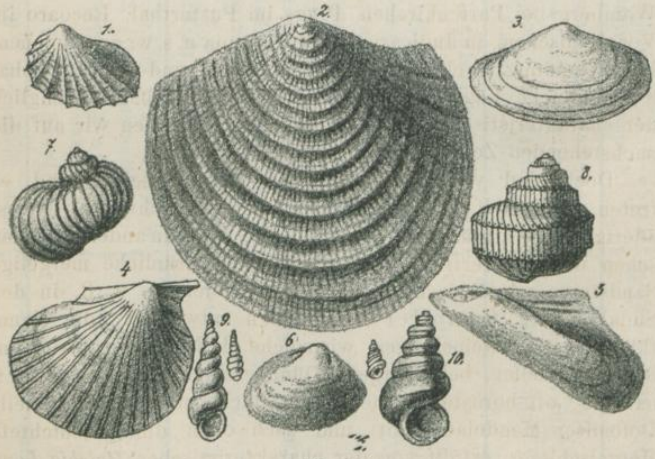


Fig. 26.

1) *Myophoria costata* Zen. 2) *Posidonomya Clarai* Emmr.
3) *Pleuromya Fassaensis* Weissm. 4) *Avicula venetiana* v. Hau.
5) *Gervillia costata* Schloth. 6) *Myophoria ovata* Br.
7) *Naticella costata* v. Mü. 8) *Turbo rectecostatus* Hau.
9) *Holopella gracilior* Schaur. 10) *Pleurotomaria triadica* Ben.
Die Arten 3—10 gehören vorzugsweise den sog. Campiler Schichten an.

Als die bezeichnendsten sind hervorzuheben: *Myophoria costata*, *Posidonomya Clarai*.

In den Nordalpen nannte man früher den ganzen Schichtencomplex Werfener Schichten, in den Südalpen die tieferen — Grödener Sandsteine, die höheren — Seisser Schichten. Es ist daran zu erinnern, was bei dem Rothliegenden über die fragliche Stellung eines Theils des Grödener Sandsteins und des schwarzen Bellerophonkalks erwähnt wurde.

Diese Schichten führen häufig Gyps und ein Theil der alpinen Salzstöcke gehören ihnen an.

2) Muschelkalkformation.

Als unzweifelhaft dem ausseralpinen Muschelkalk gleichstehend geben sich durch ihre Versteinerungen gewisse intensiv schwarze (nur ausnahmsweise, z. B. an der Schreiersalpe röthliche), selten dolomitische Kalke — z. B. Reutte im Lechthal, Wamberg bei Partenkirchen, Prags im Pusterthal, Recoaro im Venetianischen, in Judicarien, Val Trompia u. s. w. zu erkennen. Die Scheidung in eine obere Brachiopoden- und untere Cephalopodenreiche Lage ist nicht streng durchführbar. Bezüglich der charakteristischsten Versteinerungen verweisen wir auf die nachstehenden Zeichnungen. (Fig. 27.)

Doch sind versteinerungführende Lagen selten und es treten dafür vielfach z. Th. dolomitische, tiefschwarze, weissaderige sog. Guttensteiner Schichten ein. Noch an anderen Stellen sehen wir stellvertretend röthliche oder grünliche mergelige Sandsteine mit Zwischenlagen gelben Dolomits, z. B. in den Südalpen sog. Campiler Schichten entwickelt, die eigenthümlichen Versteinerungen, wie solche die Nummern 3—10 auf S. 110 darstellen, beherbergen. Dünngeschichtete, plattige, tiefnarbige, oft hornsteinreiche Kalke (Buchensteiner Kalk), helle Dolomite (Mendoladolomit) und nach oben dünngeschichtete Mergelschiefer, erfüllt von der charakteristischen *Halobia Lommeli* (Nr. 7, S. 112) und in den Südalpen mit eingelagertem harten, grünen Gestein (Pietra verde), schliessen die Schichtenreihe nach oben ab. Man hat diese oberen Lagen mit ihrer eigenthümlichen Fauna Wengener- oder Halobienschichten genannt. An

dieser Grenzscheide tauchen plötzlich Eruptivgesteine — Porphyrit-, Diabas- und Melaphyr-artig, (im Sammelnamen als Augitophyr zu bezeichnen) mit den sie begleitenden Tuffen, an vielen Stellen, im grossartigsten Maasstabe jedoch im Fassathale, auf und verkünden einen neuen geologischen Zeitabschnitt.

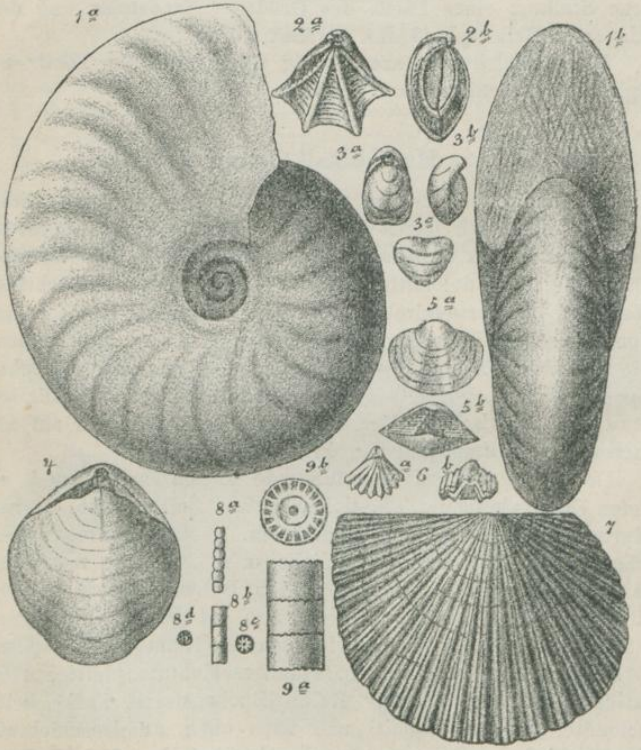


Fig. 27.

1) *Ammonites Studeri* Hau.
2) *Retzia trigonella* Bu.
3) *Terebratula angusta* Bu.
4) *Terebratula vulgaris* Lefr.
5) *Spirigerina Mentzeli* Bu.
6) *Rhynchonella decurtata* Gir.
7) *Halobia Lommeli* Wiss.
8) *Dadocrinus gracilis* Bu.
9) *Encrinus liliiformis* Lk.

3) Keuperformation.

a) Es erscheint am leichtesten verständlich und am naturgemässesten, diesen neuen Abschnitt mit jenen pflanzenfüh-

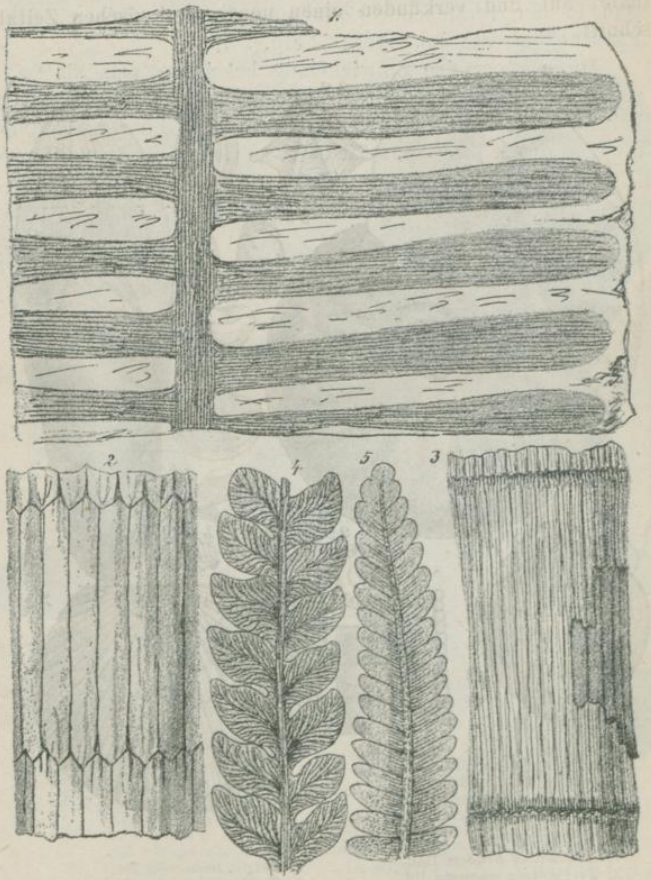


Fig. 28.

1) *Pterophyllum longifolium* Brgn. 2) *Equisetum arenaceum* Br.
3) *Calamites arenaceus* Br. (entrindetes *Equisetum aren.*).
4) *Neuropteris remota* Pr. 5) *Lepidopteris Stuttgardtiensis* Brgn.

renden, grün-grauen Sandsteinlagen beginnen zu lassen, welche vollständig der ausseralpinen Lettenkohlen- oder unteren Keuperstufe gleichsteht. Wir sind damit in den alpinen Keuper eingetreten. Der Wichtigkeit der Orientirung wegen sind in der vorstehenden Zeichnung die verbreitetsten dieser Pflanzenüberreste dargestellt. (Fig. 28.)

Diese allgemeine Entwickelung bezeichnet man als Partnachschichten, von ihrem Vorkommen in dem Partnachthale bei Partenkirchen; man nennt sie wohl auch Lunzer Schichten.

Die durch ihre vortreffliche Erhaltung und Artenfülle der

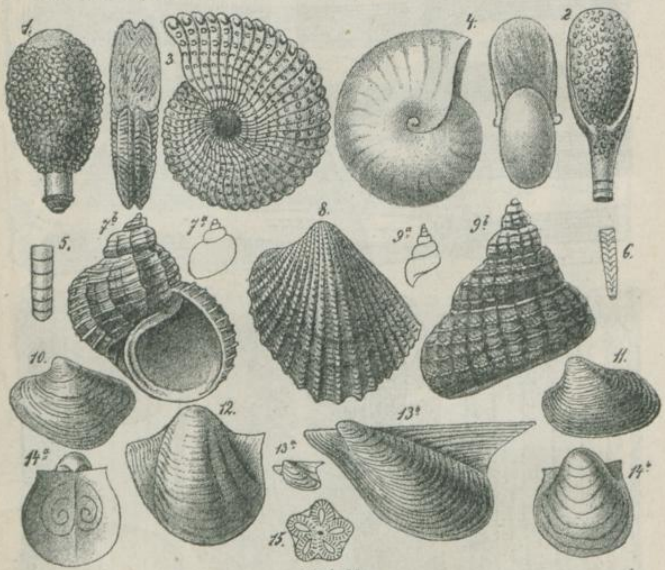


Fig. 29.

1) *Cidaris dorsata* Mü.
2) *Cidaris alata* Ag.
3) *Ammonites Aon* Mü.
4) *Ammonites Jarbas* Mü.
5) *Orthoceras elegans* v. Mü.
6) *Bactrites undulatus* v. Mü.
7a, 7b) *Neritopsis ornata* d'Orb. *a* in nat. Gr. und *b* vergrössert.
8) *Cardita crenata* Gdf.
9a, 9b) *Monodonta Cassiana* Wissm. *a* in nat. Gr. und *b* vergrössert.
10) *Nucula lineata* Mü.
11) *Nucula strigilata* Mü.
12) *Cassionella gryphaeata* Mü.
13) *Avicula Gaea* d'Orb. *a* in nat. Gr. und *b* vergrössert.
14a, 14b) *Konickia Leonhardi* Wissm. von beiden Seiten gesehen.
15) *Pentacrinus propinquus* Mü.

Versteinerungen berühmten Tufflagen von St. Cassian — daher untere St. Cassianer Schichten genannt — lassen sich nur als eine örtlich sehr beschränkte Facies dieser Stufe auffassen. In den Zeichnungen (Fig. 29) sind diese St. Cassianer Versteinerungen durch einige wenige Formen repräsentirt.

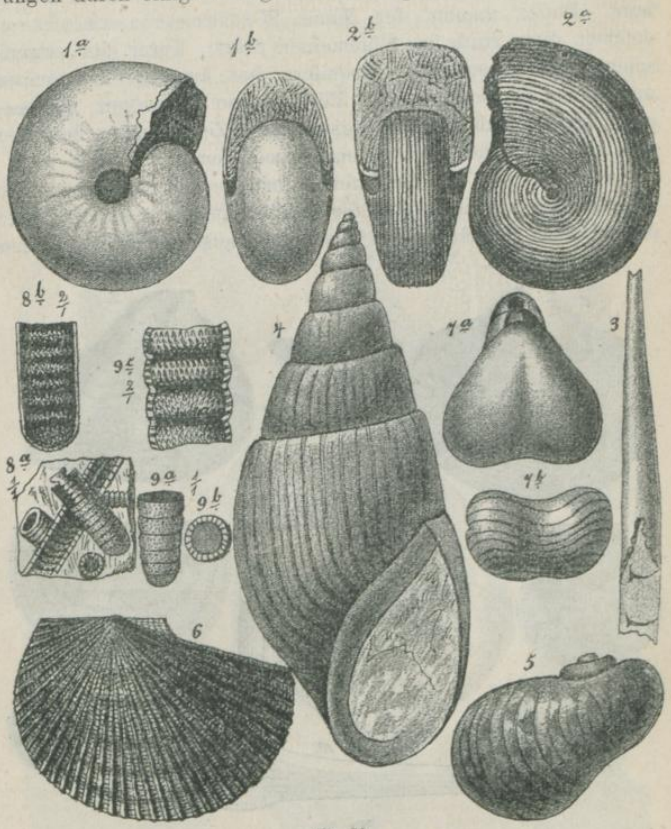


Fig. 30.

1) *Ammonites Gaytani* Klipst.
2) *Ammonites tornatus* Br.
3) *Aulacoceras alveolare* Hau.
4) *Chemnitzia Escheri* Hoern. 1/2 n. G.
5) *Natica Meriani* Hoern.
6) *Monotis salinaria* Br.
7) *Terebratula Ramsaueri* Sp.
8) *Gyroporella annulata* Schafh.
9) *Gyroporella multiserialis* Gümb.

b) Ein höherer Complex von Alpengesteinen zeichnet sich durch die ungemein mächtige Entwickelung von weissen Kalken, weisslichen Dolomiten und in dem Gebiet der Salzburger Alpen durch rothe Marmorkalke (sog. Hallstätter Kalk) aus. Das Wettersteingebirge ist aus solchem weissen Kalk aufgebaut. Daher stammt der Name Wettersteinschichten, welchen diese Stufe im Allgemeinen trägt. Unter den organischen Einschlüssen sind besonders fast kugelige Ammoniten und kleine fast cylindrische Räschen von Kalkalgen (*Gyroporella*) hervorzuheben. Die vorstehenden Zeichnungen beziehen sich auf einige der wichtigsten Formen derselben. (Fig. 30.)

c) An Stellen, wo die Aufeinanderfolge der Schichten nicht unterbrochen ist, zeigt sich die so eben genannte kalkige oder dolomitische Schichtenreihe von einem meist wenig mächtigen

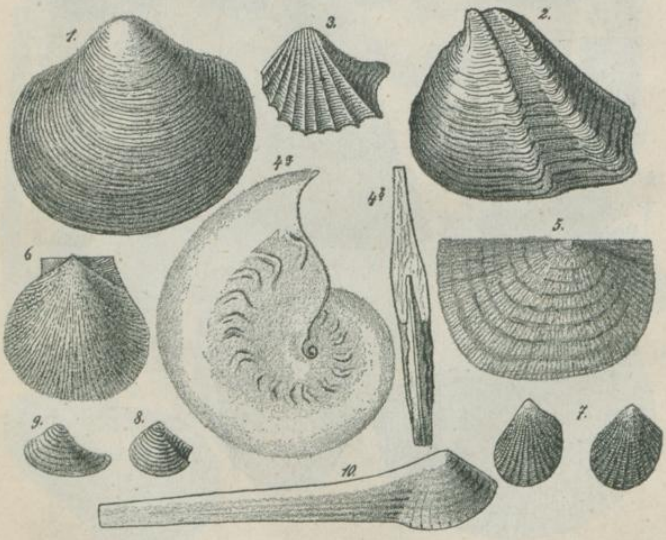


Fig. 31.

1) *Corbis Mellingi* v. Hau.
2) *Myophoria Kefersteini* Mü.
3) *Myophoria Whatleyae* v. Bu.
4) *Ammonites floridus* Wolf.
5) *Halobia rugosa* Gümb.
6) *Pecten filosus* v. Hau.
7) *Cardita subcrenata* Gümb.
8) *Corbula Rosthorni* v. Hau.
9) *Nucula sulcellata* Wissm.
10) *Solen* (? *Leda*) *caudatus* v. Hau.

Complex mergeliger grauer oder röthlicher Gesteine überdeckt. Sie besitzen stellenweise eine gewisse Aehnlichkeit mit den schon erwähnten sog. St. Cassianer Schichten und werden desshalb wohl auch obere St. Cassianer Schichten genannt.

Zahlreiche Versteinerungen pflegen in diesen von ihrem Vorkommen bei Raibl als Raibler Schichten bezeichneten Lagen, wie die beistehenden Zeichnungen nachweisen, sich einzustellen. (Fig. 31.)

d) Die Gesteinsreihe setzt nach oben fort in einen meist

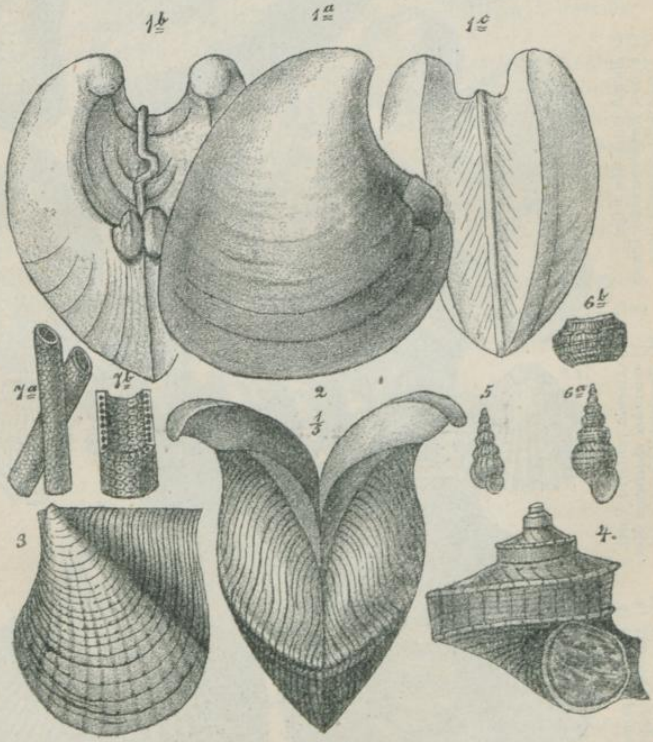


Fig. 32.

1) *Megalodon triqueter* Wulf. 2) *Dicerocardium Jani* Stopp.
3) *Avicula exilis* Ben. 4) *Turbo solitarius* Ben.
5) *Rissoa* (*?Holopella*) *alpina* Gümb. 6) *Cerithium Guembeli* v. Am.
7) *Gyroporella vesiculifera* Gümb.

Fig. 33.

1) *Cardium austriacum* Hau. 2) *Myophoria postera* Qu. 3) *Avicula contorta* Portl. 4) *Gervillia praecursor* Qu.
5) *Gervillia inflata* Schafh. 6) *Ostrea Haidingeriana* Emmr. 7) *Cardium rhaeticum* Mer. 8) *Anomia alpina* Wink.
9) *Ostrea intusstriata* Emmr. 10) *Terebratula gregaria* Suess 11) *Terebratula norica* Sp. 12) *Pecten valoviensis* Defr.
13) *Rhynchonella fissicostata* Suess. 14) *Spirigerina oxycolpus* Emmr. 15) *Mytilus minutus* Gdf.

sehr mächtigen, das Hauptgestein der Alpen ausmachenden, kleinklüftigen, etwas graulich oder gelblichweissen Dolomit, in dem sog. Hauptdolomit, der namentlich nach oben häufig in Kalk verläuft — Plattenkalk, oder auch zum grossen Theil, wie in den Salzburger Alpen und namentlich im Dachsteingebirge, von weissem, dickbankigem Kalk ersetzt wird — daher unterer Dachsteinkalk genannt. Während der Dolomit nur höchst spärlich Versteinerungen beherbergt, zeigt sich in den stellvertretenden Kalklagen oft eine eigenthümliche grosse Muschel, die Dachsteinbivalve, in beträchtlicher Menge. In den vorstehenden Zeichnungen sind einige dieser Versteinerungen dargestellt. (Fig. 32.)

e) Weitaus am wichtigsten unter allen alpinen Keuperstufen sind für die geognostische Orientirung die gewöhnlich ausserordentlich versteinerungsreichen, meist mergeligen Schichten, welche ihren Versteinerungen nach genau mit der ausseralpinen Knochenschicht des Keupers (*Avicula contorta*-Schicht) übereinstimmen. Sie werden als rhätische Schichten bezeichnet und sind durch die in der vorstehenden Zeichnung dargestellten Versteinerungen besonders gekennzeichnet. (Fig. 33.)

Unter den *Ammoniten*-ähnlichen Ueberresten machen sich Formen besonders bemerkbar, von denen wir eine Art in der nachstehenden Zeichnung (Fig. 34) hervorheben wollen.

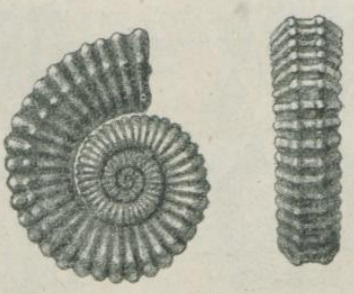


Fig. 34.
Choristoceras rhaeticum Gümb. (= *Ch. Marhsi* v. Hau.)

f) Endlich beschliesst häufig eine grau und weiss gefärbte kalkige Bank, welche dem sog. Dachsteinkalk sehr ähnlich ist

und gleichfalls die Dachsteinbivalve (s. unten) oder grosse Büsche von Korallen (sog. *Lithodendron*) beherbergt, die Reihe der alpinen Keupergesteine. Es ist dies der obere Dachsteinkalk, von dessen Versteinerungen einige der häufigsten in Fig. 35 dargestellt sind.

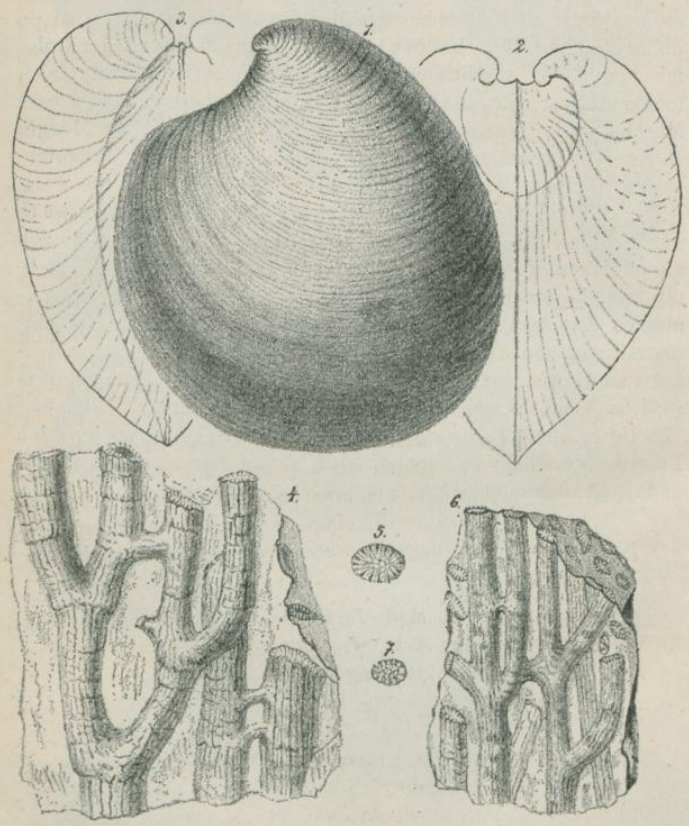


Fig. 35.
1—3) *Megalodon triqueter* Wulf., Dachsteinbivalve.
4) u. 5) *Rhabdophyllia* (*Lithodendron*) *clathrata* Emmr.
6) u. 7) *Rhabdophyllia* (*Lithodendron*) *rhaetica* Güm.

4) Liasformation.

Bei dem alpinen Lias ist daran zu erinnern, dass man früher nach den äusserlichen Merkmalen der Farbe und der Beschaffenheit des Gesteins drei verschiedene Abtheilungen auseinander zu halten suchte, nämlich:

a) einen Adnether Kalk als die intensiv rothe, thonige, dünnbankige Kalkvarietät (von Adneth bei Salzburg),

b) einen Hierlatz-Kalk als den blassröthlichen bis weissen, meist sehr dichten Kalk (von der Hierlatz-Alpe am Dachstein) und

c) einen Fleckenmergel oder Algäuschichten als die mergeligen grauen oft dunkelgefleckten Varietäten. Erst neulich hat man die Ueberzeugung gewonnen, dass ziemlich unabhängig von diesen Merkmalen in dem Alpenlias sich entsprechend den verschiedenen Stufen ausserhalb der Alpen auch mehrfache Abtheilungen festhalten lassen, auf welche wir die früher schon gebräuchlichen Bezeichnungen im engeren Sinne in Verwendung bringen möchten, wie solche aus der vorstehenden Uebersichtstabelle zu ersehen sind. Doch bleibt sich das Gestein nicht in allen Theilen der Alpen petrographisch gleich, sondern unterliegt grossem Wechsel und vielfacher Faciesausbildung.

In diesen Schichten sind Versteinerungen sehr häufig, besonders *Ammoniten* der Art, wie die folgenden Zeichnungen einige derselben zur Darstellung bringen.

(Fig. 36.)

Auch aus den anderen Klassen des Thierreichs sind Ueberreste im Lias ziemlich zahlreich vertreten. Wir sehen in der nachfolgenden Zeichnung einige der charakteristischsten Arten derselben dargestellt.

(Fig. 37.)

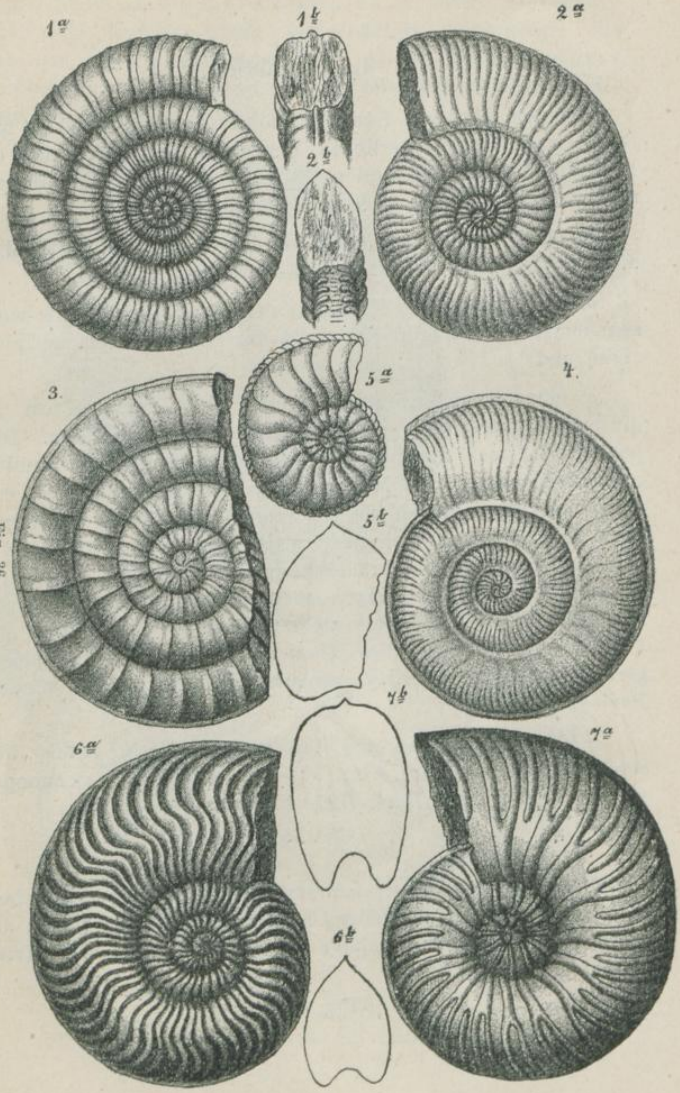


Fig. 36.
1) *Ammonites spiratissimus* Qu.
2) *Ammonites Charmassei* d'Orb.
3) *Ammonites Nodotianus* d'Orb.
4) *Ammonites Masseanus* d'Orb.
5) *Ammonites margaritatus* Montf.
6) *Ammonites radians* Rein.
7) *Ammonites Comensis* v. Bu.

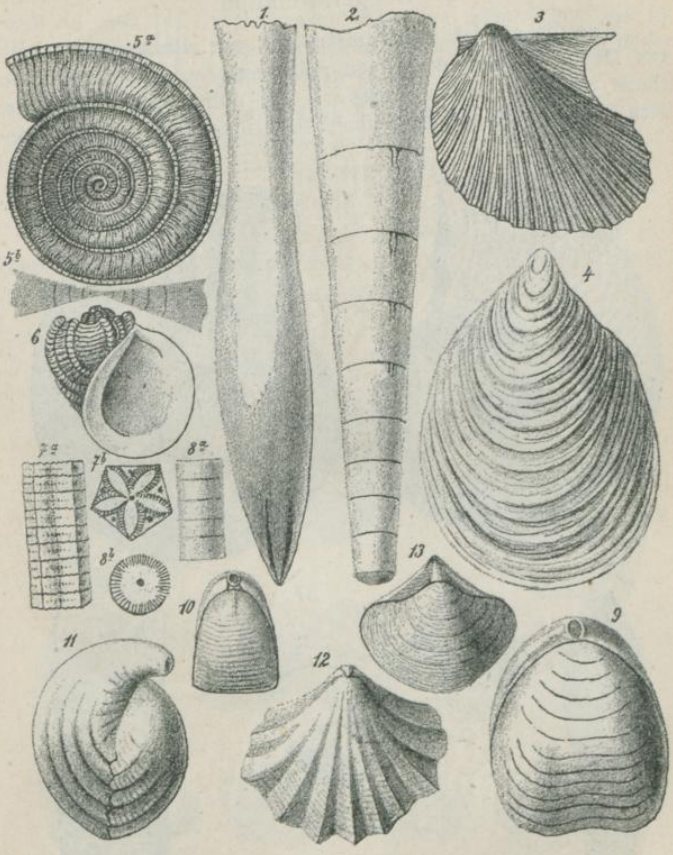


Fig. 37.

1) *Belemnites paxillosus* Schloth.
2) *Aulacoceras liasicum* Gümb.
3) *Avicula inaequivalvis* So.
4) *Inoceramus Falgeri* Mer.
5) *Discohelix orbis* Reuss.
6) *Neritopsis elegantissima* Hoern.
7) *Pentacrinus basaltiformis* Mill.
8) *Mespilocrinus alpinus* Gümb.
9) *Terebratula Andleri* Opp.
10) *Terebratula stupia* Opp.
11) *Terebratula Renierii* Cat.
12) *Rhynchonella Greppini* Opp.
13) *Spiriferina obtusa* Opp.

5) Doggerformation.

Was die an sich verhältnissmässig nur dürftig entwickelten Doggergesteine der Alpen anbelangt, so gehören hierher theils röthliche, theils weisse, z. Th. oolithische Kalke, die sich ihrer Gesteinsbeschaffenheit nach nicht leicht weder von

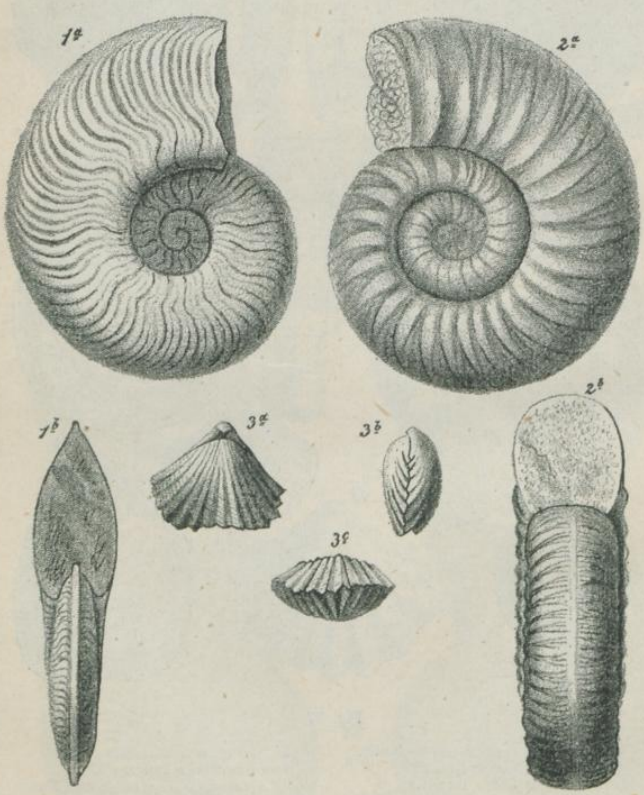


Fig. 38.
1a) u. 1b) *Ammonites Murchisonae* So. 2a u. 2b) *Ammonites fallax* Ben.
3a—3c) *Rhynchonella bilobata* Ben.

gewissen Lias-, noch von den jüngeren Jurakalken unterscheiden lassen. Ueber ihre Zugehörigkeit zu dieser Formation und speciell zu den drei Abtheilungen derselben können nur die in ihnen vorfindlichen Versteinerungen entscheiden, die man desshalb besonders zu Rathe ziehen muss.

Für die untere Abtheilung, die sog. Garda-Kalke (am Cap St. Vigilio bei Garda am Gardasee sehr schön entwickelt) bringen wir vorstehende Zeichnungen (Fig. 38.) der charakteristischsten Arten zur Anschauung.

Die mittlere Stufe oder die Klausschichten sind gekennzeichnet durch Formen, von denen hier einige der verbreitetsten dargestellt sind. (Fig. 39.)

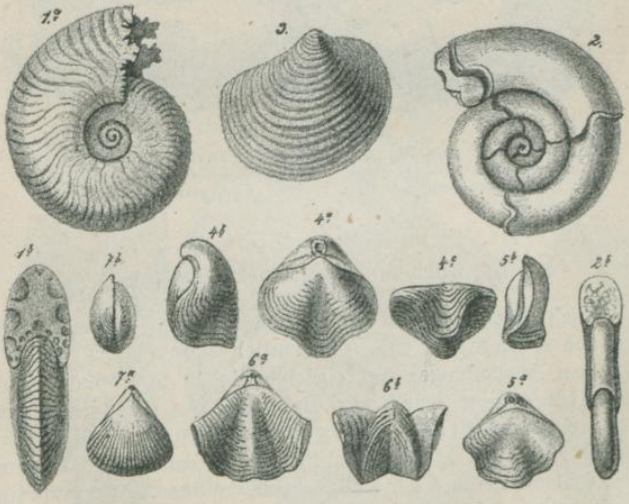


Fig. 39.

1a) u. 1c) *Ammonites subradiatus* So. 2) *Ammonites tripartitus* Rasp.
3) *Posidonomya alpina* Gras. 4) *Terebratula curviconcha* Opp.
5) *Terebratula bivallata* Desl. 6) *Terebratula sulcifrons* Ben.
7) *Rhynchonella subechinata* Opp.

Die obere Stufe oder Vilser Schichten endlich beherbergen sehr zahlreiche *Brachiopoden*, unter denen einige der wichtigsten hier abgebildet sind. (Fig. 40.)

Fig. 40.

1) *Terebratula pala* Bu. 2) *Terebratula antiplecta* Bu.
3) *Terebratula vilsensis* Opp. 4) *Terebratula bifrons* Opp.
5) *Rhynchonella vilsensis* Opp. 6) *Rhynchonella trigona* Qu.

6) Jura- oder Malm-Formation.

Auch die Juragesteine pflegen in den Alpen relativ schwach vertreten zu sein; namentlich beschränken sich die älteren Abtheilungen auf einzelne Stellen und wenig mächtige Ablagerungen, und nur die jüngsten Glieder der sog. tithonischen Stufe (Aptychenschichten, Diphyen- und Klippenkalk) sind es, die sich in namhafter Weise an der Zusammensetzung der Kalkalpen betheiligen. Petrographisch wiederholen sich fast genau wie im alpinen Lias und Dogger auch im Jura röthliche, dünnbankige und weisse, sehr dichte Kalksteine neben mergeligen, oft hornsteinreichen Kalkschieferbildungen. Wir stellen zur Unterscheidung der einzelnen Jura-Stufen, wie sie oben S. 108 erwähnt wurden,

zuerst drei der bezeichnendsten *Ammoniten*-Arten in der folgenden Zeichnung zusammen:

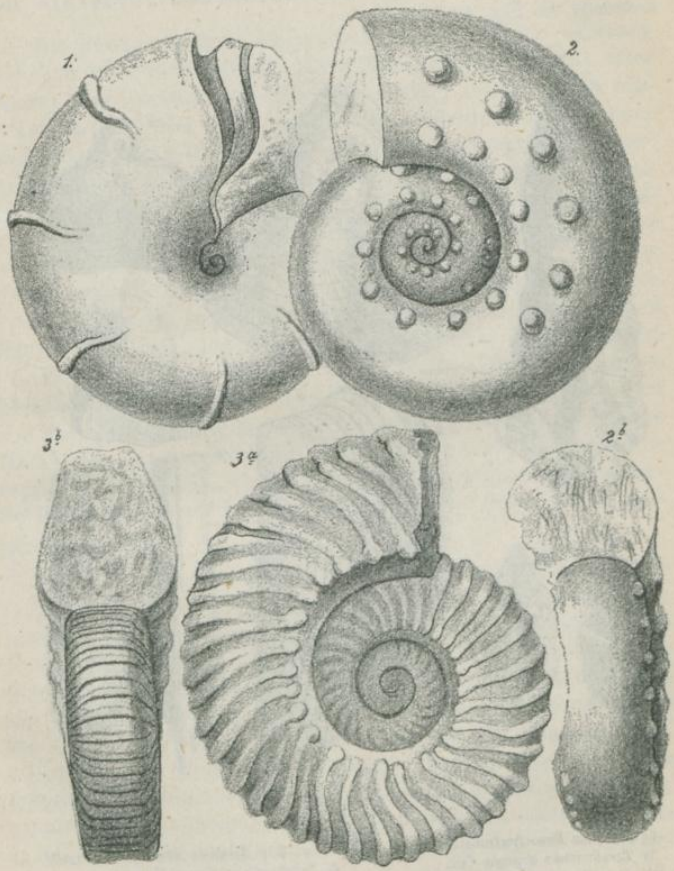


Fig. 41.
1) *Ammonites ptychoicus* Qu. für die Tithonstufe.
2*a*) u. 2*b*) *Ammonites acanthicus* Opp., für die sog. Acanticusschichten.
3*a*) u. 3*b*) *Ammonites transversarius* Qu., für die sog. Transversariusschichten.

Weiter sind dann die Abbildungen einiger der am allgemeinsten verbreiteten Versteinerungen, welche der in den Alpen am mächtigsten entwickelten tithonischen Jurastufe zukommen, in Fig. 42 beigefügt:

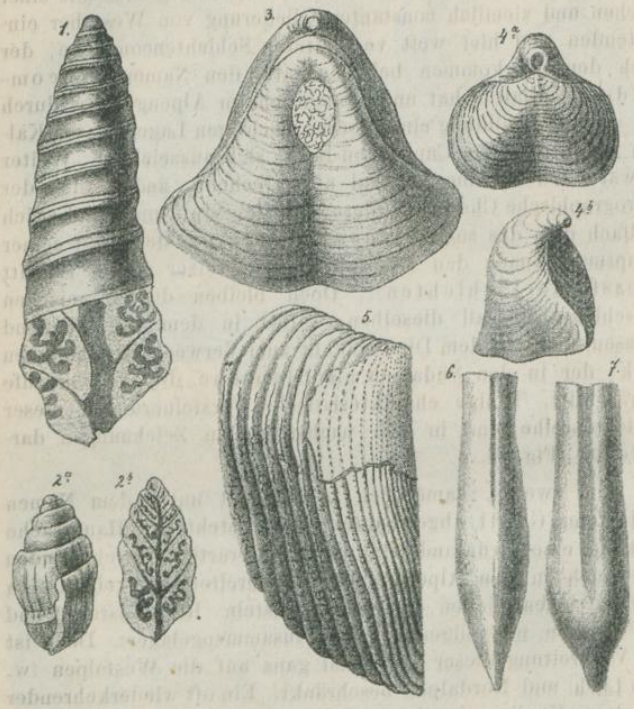


Fig. 42.

1) *Nerinea Bruntrutana* Thurm. 2a) u. 2b) *Nerinea Staszycii* Zeusch.
3) *Terebratula diphya* Col. 4) *Terebratula Bouei* Zeusch.
5) *Aptychus punctatus* Voltz. 6) *Belemnites ensifer* Opp.
7) *Belemnites tithonicus* Opp.

7) Cretacische oder Procänformation.

Die cretacischen Ablagerungen in den Alpen beginnen mit dem aus Südfrankreich in das Hochgebirgsgebiet mit einer reichen und ziemlich constanten Gliederung von West her eintretenden und hier weit verbreiteten Schichtencomplexe, der nach dem Vorkommen bei Neuchatel den Namen Neocombildung erhalten hat und namentlich im Alpengebiete durch die starke Ausbildung einer oberen mächtigen Lage weissen Kalkes (Schratten- oder Caprotinen-Kalk) sich auszeichnet. Weiter ostwärts schon, vom Vilsthal an gerechnet, ändert sich der petrographische Charakter dieser ältesten Stufe und nähert sich vielfach dem des sog. Wiener Sandsteins, der sonst seiner Hauptmasse nach den Flysch der Schweizer Alpen vertritt (Rossfelder Schichten). Doch bleiben die organischen Einschlüsse überall dieselben, selbst in dem oft blendend weissen, dichten, dem Diphyenkalk zum Verwechseln ähnlichen Kalk, der in den Südalpen als Biancone die Neocomstufe repräsentirt. Einige charakteristische Versteinerungen dieser Schichtenreihe sind in den nachstehenden Zeichnungen dargestellt. (Fig. 43.)

Eine zweite, namentlich in England unter dem Namen Galt oder Gault abgetrennte Stufe besteht der Hauptsache nach aus einer Grünsandsteinbildung. Derartige Gesteine finden sich auch in den Alpen vielfach verbreitet und zeigen sich hier mit einem hellen, harten Sandstein (Riffsandstein) und mit dunklen, mergeligen Schiefern zusammengelagert. Doch ist die Verbreitung dieser Stufe fast ganz auf die Westalpen (w. vom Lech) und Nordalpen beschränkt. Ein oft wiederkehrender Gehalt an Knollen von thonigem Phosphorit ist bemerkenswerth. Unter den charakteristischen Versteinerungen sind etwa die in den folgenden Zeichnungen dargestellten besonders hervorzuheben. (Fig. 44.)

Von der oberen Abtheilung der cretacischen Formation ist in den Alpen eigentlich nur die mittlere Stufe durch ihre weitere Verbreitung wichtig. Der Vollständigkeit halber

Fig. 43.
1) *Ammonites Astierianus* d'Orb. 2) *Crioceras Duvali* d'Orb. 3) *Aptychus Didayi* Coq.
4) *Belemnites dilatatus* Blv. 5) *Exogyra Couloni* Dub. 6) *Rhynchonella depressa* d'Orb.
7) *Caprotina ammonea* d'Orb. 8) *Caprotina Lonsdalei* So. 9) *Toxaster complanatus* Ag.
10*a*) u. 10*b*) *Orbitulites lenticulata* Lmk.

erwähnen wir nur im Vorübergehen das Vorkommen der bisher in den Alpen wenig bekannten sog. untern Pläner- oder Cenomanschichten in Form eines zierliche kleine schüs-

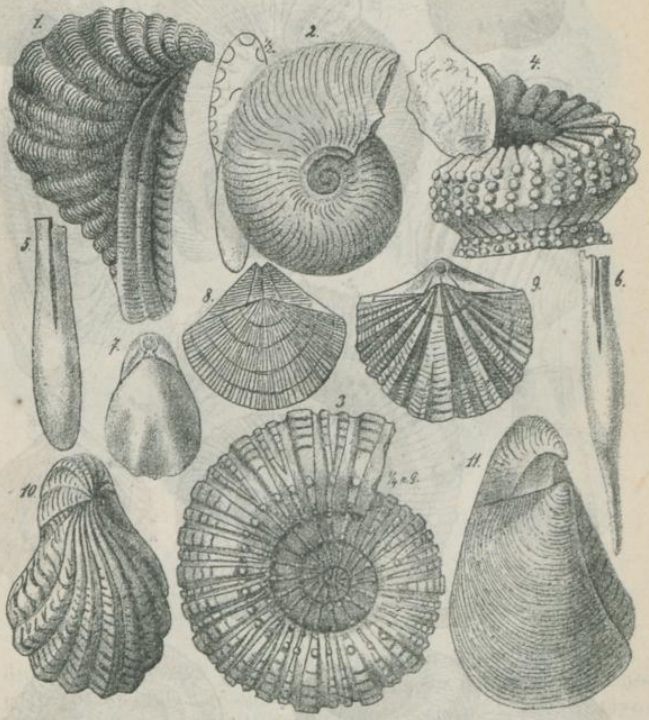


Fig. 44.

1) *Trigonia alaeformis* So.
2) *Ammonites Beudanti* Brgn.
3) *Ammonites mammillatus* Schloth.
4) *Turrilites Bergeri* Brgn.
5—6) *Belemnites minimus* List.
7) *Terebratula Dutempleana* d'Orb.
8) *Fissurirostra elegans* d'Orb.
9) *Terebratella Moreana* d'Orb.
10) *Inoceramus sulcatus* Park.
11) *Inoceramus concentricus* Park.

selförmige Foraminiferen (*Orbitulites*) führenden, rauhen Kalksandsteins (Orbitulitenschichten). Wir lenken durch die nachfolgenden Abbildungen (Fig. 45.) einiger kennzeichnenden Versteinerungen die Aufmerksamkeit auf diese in versteckten Win-

keln gewiss noch an vielen Orten zu entdeckenden Schichten, wie solche z. B. am Nordrande des Graswang-Thales bei Ammergau und in der Urschelau bei Ruhpolding auftauchen.

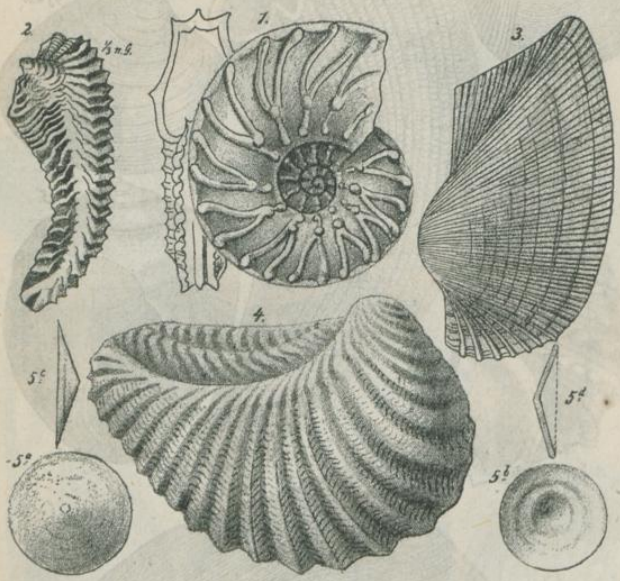


Fig. 45.
1) *Ammonites varians* So. 2) *Ostrea carinata* So.
3) *Arca carinata* So. 4) *Trigonia limbata* d'Orb.
5) *Orbitulites concava* Defr.

Dagegen nimmt die mittlere Stufe als sog. Gosauschichten — graue, meist weiche Mergelbildungen — und als sog. Hippuritenkalk — weisse, oder blassröthliche, breccienförmige Kalke, wie solche in den Brüchen am Untersberg anstehen —, die vielfach zusammenlagern und in mannichfachen Modificationen vorkommen, unter den alpinen obercretacischen Ablagerungen unbestritten die erste Stelle ein, scheint jedoch auf die Ostalpen beschränkt zu sein. Der Reichthum an Versteinerungen an der typischen Lokalität in der Gosau ist bekannt. Der Raum gestattet hier nur einige wenige der bezeichnendsten Arten abzubilden. (Fig. 46.)

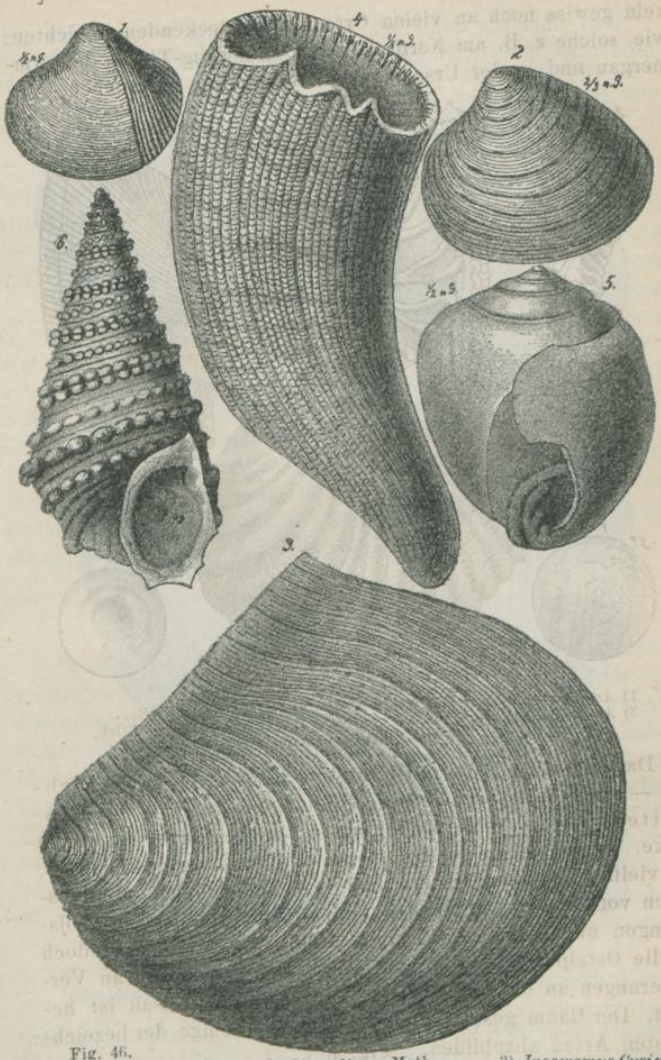


Fig. 46.
1) *Protocardium hillanum* So. 2) *Circe discus* Math. 3) *Inoceramus Cuvieri* So.
4) *Hippurites cornu vaccinum* Br. 5) *Acteonella gigantea* d'Orb. 6) *Omphalia Kefersteini* Mü.

Den obersten Schichten, die durch das Vorkommen der unten abgebildeten *Belemnitella* gekennzeichnet sind — daher

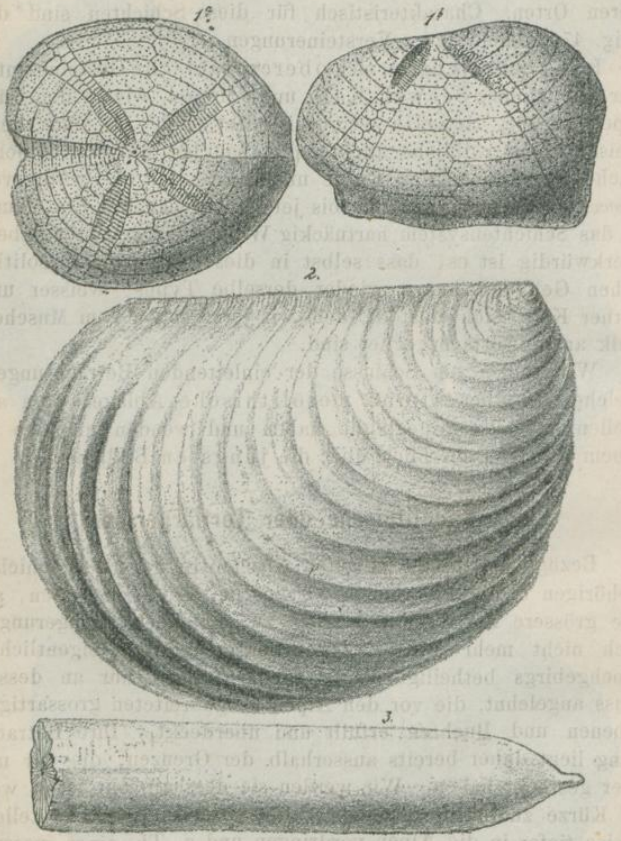


Fig. 47.
1) *Micraster cor anguinum* Lm. (halbe Grösse.)
2) *Inoceramus Cripsi* Mant. 3) *Belemnitella mucronata* Schloth.

auch Belemnitellen- oder Nierenthal-Schichten genannt werden — ist das geringste Maass der Verbreitung zugewiesen.

Wir kennen die grauen oder röthlichen Mergel nur von wenigen Stellen, z. B. aus dem Patenauer Stollen am Kressenberg und aus dem Nierenthal am Hallthurm und von einigen wenigen anderen Orten. Charakteristisch für diese Schichten sind die (Fig. 47.) abgebildeten Versteinerungen.

In der Schweiz finden sich obercretacische Gesteine unter der Bezeichnung Seewen-Kalk und -Mergel, wie in den Südalpen als sog. Scaglia weit verbreitet sind. Es sind theils weisse, theils röthliche, dichte, dünnbankige, auf den Schichtflächen thonig-wulstige Kalke und graue Mergel, erfüllt von *Inoceramen*-Schalen, welche bis jetzt einer näheren Einreihung in das Schichtensystem hartnäckig Widerstand geleistet haben. Merkwürdig ist es, dass selbst in diesen jüngsten mesolithischen Gebilden immer wieder derselbe Typus, weisser und rother Kalk, sich einstellt, dem wir jetzt schon vom Muschelkalk an aufwärts begegnet sind.

Wir stehen am Schlusse der einleitenden Betrachtungen, welche wir über alpine mesolithische Ablagerungen anstellen zu müssen geglaubt haben und wenden uns nun zu einem kurzen Ueberblick über die jüngsten Bildungen.

IV. Känolithische oder Tertiärperiode.

Bezüglich der zum jüngsten Abschnitte der Erdgeschichte gehörigen Bildungen können wir uns um so kürzer fassen, als die grössere Anzahl der hierher zu zählenden Ablagerungen sich nicht mehr an der Zusammensetzung des eigentlichen Hochgebirgs betheiligt zeigt, sondern meist nur an dessen Fuss angelehnt, die vor den Alpen ausgebreiteten grossartigen Ebenen und Buchten erfüllt und überdeckt. Ihre Betrachtung liegt daher bereits ausserhalb der Grenzen, die wir uns hier gesteckt haben. Wir werden sie desshalb nur in so weit in Kürze zu berühren haben, als einzelne derselben stellenweise tiefer in die Alpen vordringen und z. Th. einen wesentlichen Antheil am Aufbau des Gebirgs nehmen.

Zur rascheren Orientirung stellen wir eine tabellarische Uebersicht über die verschiedenen Glieder dieser jüngsten der erdgeschichtlichen Perioden einer weiteren kurzen Erwähnung voraus.

Allgemeine Bezeichnung	Molassegebiet Schweiz, Südbaiern Westprovinz	Tegelgebiet Wiener Becken Ostprovinz	Südsubalpingebiet Südprovinz
	— *Oben:* —		
	I. Recente oder Novär-Formation.		
	Gebilde der historischen Zeit, Ackererde, Flussablagerungen, Torf, Kalksinter, thätige Vulkane u. vulkanische Producte.		
	II. Quartär- oder Diluvial-Formation.		
	1) Löss- und Diluvialschlammgebilde. 2) Postglaciale Geröllablagerungen. 3) Glacialgebilde. Erratisches. Diluviale Braunkohle. 4) Vorglaciale Geröllablagerungen.		
	III. Tertiär-Formation.		
	1) Neogen-Stockwerk.		
1) Pliocänstufe	—	Belvedere-Schotter	Blaue u. gelbe Sande von Turin (Astien).
	Dinotheriumsand	Congeriensch. oder Inzersdorfer Tegel	Blaue Mergel von Turin (Messinien).
2) Miocänstufe	Obere Süsswassermolasse	Sarmatische Sch. oder Cerithien-Schichten	Blaue Mergel von Tortona (Tortonien).
	Obere Meeresmolasse und Schlier	Mediterranstufe, Leithakalk, Badener Tegel	Helvetische Sch.
		Horner Sch. Schlier	Schiosch., Grünsand v. Belluno (Langhien u. Ob. Aquitanien.).
	2) Paläogen-Stockwerk.		
3) Oligocänstufe	Untere brackische Molasse, Cyrenen-M.; Pechkohle.	Laibersdorfer Sand	Sotzka-Sch. (Unt. Aquitanien).
	Untere Meeres-Molasse.	Meletha?-Sch. v. Drasberg	Castel Gomberto-Sch. Sangonini-Sch. (Tongrien-Sch.)
	Flysch- und Häringer-Sch.	Wiener Sandstein z. Th. Kleinzeller Tegel	Macigno (Ligurien).
4) Eocänstufe	Reuter-Sch.; Sch. v. Ralligstock, Elendgraben	?	Priabona-Schichten.
	Kressenberger Sch.	Nummuliten-Sch. v. Mattsee	Ronca-Sch.
	Unter-Eocän, Sand v. Pilatus	?	Tuff von Spilecco. Cosina-Sch. z. Th.
	— *Unten.* —		

Die Tertiärgebilde stehen, wie schon bemerkt, mit dem älteren Gestein der Alpen dadurch in starkem Contrast, dass sie, einige Gebiete abgerechnet, sich an den Rand der Nebenzone halten und hier nur mässig hohe Vorberge zusammensetzen helfen. Ihre Hauptmassen aber lagern ausserhalb des Hochgebirges in den subalpinen Ebenen. Nur die älteren Ablagerungen der Tertiärzeit, Nummulitenschichten und Flysch, gewinnen in den Westalpen, namentlich in der Schweiz, grosse Bedeutung. Hier ist es, wo sie, mit älterem Gestein vielfach verflochten, fast bis zu derselben Höhe wie letztere, mit diesen selbst zu den Gipfelpunkten der Nebenzone empordringen. Auch die jüngeren Tertiärschichten, die sog. Molassengesteine, liefern in der Schweiz noch vielfach das Baumaterial des hohen Vorgebirges (z. B. des Rigi) und zugleich die Ausfüllungsmasse des bergigen Vorlandes bis zum Gegengebirge im Jura.

Während der Flysch ostwärts durch Vorarlberg und das Algäuer Gebirge noch in den Hochalpen selbst mächtig auftritt, zieht sich derselbe im Osten vom Grünten ganz zum Vorderrand zurück und beschränkt sich hier auf die langgestreckten, abgerundeten, von tiefen Einrissen durchfurchten Rücken des sog. hohen, wälder- und weidereichen Vorgebirges. Wir können den Zug der mergelreichen Flyschberge bis ins Wiener Gebiet verfolgen, wo sich das Gestein als sog. Wiener Sandstein im Wiener Wald ausbreitet und jenseits N. der Donau als sog. Karpathensandstein weiter in den Karpathen fortsetzt. Merkwürdigerweise fehlen am Südrande der Alpen die Flyschgesteine fast gänzlich und tauchen erst jenseits der Poebene in den Apenninen als sog. Macigno in grossartigster Entfaltung wieder auf. Ein Theil dieser Gebilde gehört, wie schon erwähnt, älteren Formationen an.

Das massenhafte Auftreten der sog. *Nummuliten* kennzeichnet die tiefsten Tertiärablagerungen, welche dem Flysch noch im Alter vorangehen und speciell Nummulitenschichten genannt werden. Es sind theils kalkige, theils mergelige, oft durch Glauconitkörnchen grünlich gefärbte Gesteine, von welch letzteren das berühmte Eisenerz vom Kressenberg nur eine Abänderung darstellt, während zu den kalkigen Lagen der sog. Neubeurer- oder Granitmarmor gehört. Solche Ablagerungen

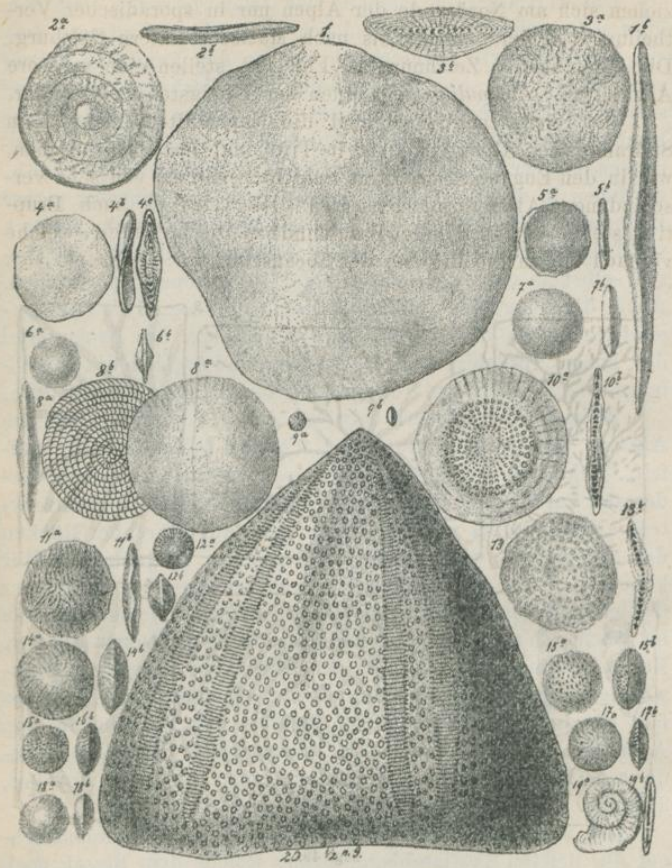


Fig. 48.

1—19 *Nummulina* und zwar:

1) *complanata* Lm. 2) *spira* de Roiss. 3) *perforata* d'Arch.
4) *intermedia* d'Arch. 5) *planulata* d'Orb. 6) *mammillata* d'Arch.
7) *Garansensis* J. et Leym. 8) *laevigata* Lm. 9) *variolaria* So.
10) *exponens* So. 11) *biaritzensis* d'Arch. 12) *Ramondi* Defr.
13) *granulosa* d'Arch. 14) *obesa* Leym. 15) *scabra* Lm.
16) *lucasana* Defr. 17) *striata* d'Orb. 18) *Tchihatcheffi* d'Arch.
19) *Murchisoni* Brun. 20) *Clypeaster conoideus* Gdf.

ziehen sich am Nordrande der Alpen nur in sporadischer Vertheilung von der Schweiz bis nach Mattsee, unfern Salzburg. Die vorstehenden Zeichnungen (Fig. 48.) stellen eine grössere Anzahl von *Nummuliten* und einen der häufigsten Seeigel dar.

Viel reicher gegliedert sind die Nummulitenschichten am Südrande der Alpen, wo sie in Tirol und im Vicentinischen, wie in den Euganeen, mächtige Schichtensysteme von sehr verschiedenem Alter zusammensetzen. Hier sind es auch Eruptivgesteine — hauptsächlich Basalt und basaltische Tuffe — welche vielfach mit in die Bildung der Eocänschichten eingreifen.

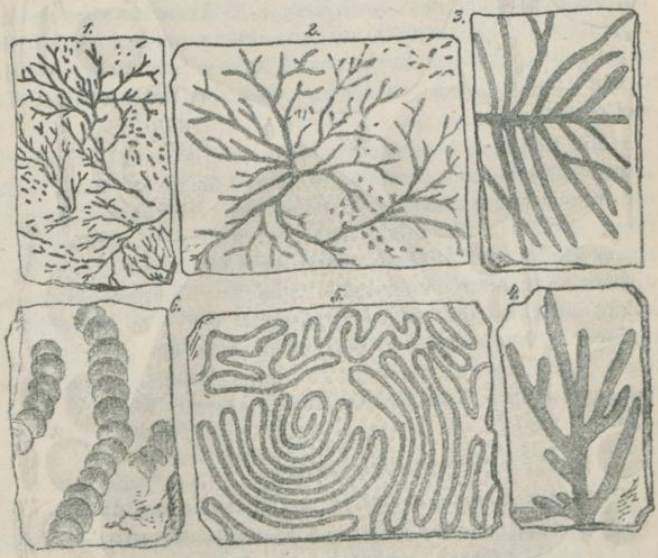


Fig. 49.

1) *Chondrites intricatus* Sternb. 2) *Chondrites Targionii* Sternb.
3) *Chondrites patulus* F. O. 4) *Chondrites inclinatus* Brgn.
5) *Helminthoidea labyrinthica* Heer.
6) *Muensteria annulata* Schaf. = *Taenidium Fischeri* Heer.

In einen auffallenden Gegensatz zu diesen ältesten tertiären Sedimenten treten die altoligocänen Flyschschichten, welche fast ausschliesslich aus grauen, oft zur Cement-

fabrikation brauchbaren, meist dünnblättrigen Mergelschiefern und kalkigen Sandsteinbänken, seltener mit Conglomeraten und Breccienzwischenlagen vergesellschaftet bestehen, und statt *Nummuliten* Meeresalgen in üppigster Fülle enthalten, wie solche die vorstehenden Zeichnungen (Fig. 49.) in einigen Arten darstellen, durch ihre mächtige Entwicklung am Rande der Alpen.

Im Innern der Alpen sehen wir nur einige wenige kleine Becken mit älteren Tertiärablagerungen erfüllt, wie z. B. jenes von Reit im Winkel mit obereocänem Nummulitensandstein und jenes im Innthale bei Kufstein (Häring), in welchem gleichzeitig mit der Entstehung des Flysch Mergel, Kalkconglomerate und ein mächtiges Pechkohlenflötz zur Ausbildung gelangt sind. Einzelne solcher kleinen Buchtenausfüllungen kehren in verschiedenen Theilen der Alpen wieder, sind aber noch wenig näher untersucht.

Mit Molasse bezeichnet man in der Schweiz den ganzen ungemein mächtigen Complex, welcher, jünger als der Flysch, aus grauen Sandsteinen, mehr oder weniger groben Conglomeraten (Molasse, Nagelfluh) und grauen Mergelschichten — in einem Theile von Südbaiern mit verschiedenen Flötzen einer dichten, der älteren Steinkohle ähnlichen Braunkohle (Pechkohle) besteht. Sie umfasst Bildungen von sehr verschieden tertiärem Alter, von der mitteloligocänen bis zur pliocänen Stufe. Darnach und nach der Art ihres Absatzes aus Meeres-, halbgesalzenem (brackischem) oder süssem Wasser unterscheidet man:

1) obere Süsswassermolasse,

2) obere Meeresmolasse und Muschelsandstein,

3) untere Süsswasser- und brackische Molasse, mit den Pechkohlenflötzen, auch Cyrenenschichten genannt,

4) untere Meeresmolasse.

Thierreste sind nicht gerade häufig, desto öfter Pflanzentheile, besonders Blätter, in der Molasse eingeschlossen. Die Bänke dieser Sandsteine und Conglomerate thürmen sich in der Schweiz und in den Algäuer Alpen noch zu sehr ansehnlichen Hochgebirgsrücken auf, setzen aber vorherrschend das

den Alpen vorgelagerte Bergland in der Schweiz bis zu den Jura-Alpengebirgen und in Baiern bis tief in die nur allmählich abfallende Hochebene zusammen. Dabei werden die Lagen ostwärts in ihrem Zug durch Baiern immer schmäler, gehen in weiche Sandlagen (Schlier) über und verlieren sich, ehe sie die Salzach erreichen, so zu sagen völlig. Dafür treten jenseits des oberösterreichischen Landrückens, des Hausruck-Gebirgs, weiche Sande, Mergel und Kalke (Schlier) ein, denen schliesslich in der Umgegend von Wien der Wiener Tegel, der Leitha-Kalk u. s. w. als Ablagerungen von gleichem Alter entsprechen. Am Ostende der Alpen sind es braunkohlenreiche tertiäre Ablagerungen, welche in zahlreichen Falten und Buchten des Hochgebirgs aus der ungarisch-steirischen Ebene vordringen und tief in die Alpen hineinreichen. Am Südrande vollzieht sich der Abfall des Hochgebirges ungemein rasch. Hier lehnen sich von Turin an meist jüngste Tertiärlagen an den Alpenfirst an und nur von dem Vicentinischen an ostwärts vermitteln Tertiärgebilde von mittlerem und jüngerem Alter den Abfall in die vorliegende Tiefebene. Wir beschränken uns hier auf diese wenigen Andeutungen, weil, wie schon erwähnt wurde, die jüngeren Tertiärgebilde meist schon ausserhalb des eigentlichen Hochgebirges liegen und demnach der Aufgabe, die uns hier in dem engeren Rahmen gestellt ist, entfallen.

Wie gross auch diese materielle Betheiligung der Tertiärzeit am Aufbau wenigstens der Alpenränder und der Vorländer sein mag, sie ist doch nur von untergeordneter Bedeutung gegenüber dem grossartigen Ereignisse, mit welchem die Tertiärzeit in die Gestaltungsverhältnisse des Hochgebirges eingegriffen hat. Die Hochgebirgsnatur unseres Gebirges ist ihr Werk; ihr verdankt es der Hauptsache nach die enorme Aufragung, durch welche dasselbe sich in so majestätischer Weise über seine Nachbargebirge kühn bis zu den Wolken erhebt; durch sie erhielt es jene tief einschneidende Umgestaltung seines ursprünglichen Gesteinmaterials, welche dem jetzt ausgeprägten grotesken Relief wesentlich zu Grunde liegt. Denn in die jüngere Tertiärzeit fällt die Hauptverschiebung jenes Rindentheils der Erde, welche eben unsere Alpengebirge aus-

macht und zwar, wie aus dem Maximum der Bewegung im innersten, centralen Theil der Hauptkette und aus der nach aussen successiv abnehmenden und sich abschwächenden Verrückung unzweideutig hervorzugehen scheint, durch eine centrale Pressung, die seitlich nach aussen hin in mehr horizontaler Richtung wirkte, dort das höchste Maass der vertikalen Verschiebung durch den centralen Aufbruch der sich vielfach fächerförmig nach aussen aufblätternden Schichten, hier gegen die Ränder hin durch Zusammenfaltung und seitliche Ueberschiebungen der älteren Gesteinslagen über die jüngeren sich zu erkennen gibt. Dass dies nicht gleichmässig nach beiden Randzonen hin stattfand, liegt einestheils in den Massen des dem Seitenschub Widerstand leistenden Gebirges, und hängt anderntheils ab von der Beschaffenheit des tiefsten Untergrundes, die hier die Bewegung hemmte, ablenkte, abschwächte, dort ihr Vorschub leistete und sie begünstigte. Man muss sich diese Vorgänge auf rein mechanische Verhältnisse zurückgeführt denken, deren Momente wir aber nur nach dem Effecte annähernd errathen können.

Noch sind die stellenweise 3000 und mehr Meter mächtigen oberoligocänen Molasseschichten, welche in ihrer Lagerung der ganzen Quere nach durch den Kohlenbergbau in Miesbach aufs Klarste aufgeschlossen sind, zum Beweis der relativ erst in jüngerer Zeit eingetretenen Verschiebung in den Alpen, wie die Blätter eines seitlich zusammengepressten Buches gebogen, gewunden, in sich selbst zusammengefalten und übergebogen, so dass mehrfach die älteren Schichten über den jüngeren lagern, wie es auch in den Alpen selbst bei den älteren Gesteinslagen fast vorherrschend der Fall ist. Aber die Faltungen nehmen rasch nach aussen, entfernter vom Gebirgsrande, in der obern Süsswassermolasse an Stärke ab und verschwinden endlich am Fusse der schwäbischen oder fränkischen Alb, am Abhange des baierischen Waldes oder im Wiener Becken nach und nach spurlos, so dass hier, entfernt vom Hochgebirge, die am Rande der Alpen noch gewaltsam bewegten und zusammengefalteten Schichten in den gleichalterigen Lagen horizontal und unverrückt auf ihrer ursprünglichen Unterlage ruhen. Wir sprechen diese Verhältnisse als Beweis dafür an, dass die Pressung nicht von aussen

gegen die Alpen gerichtet gewesen sein kann, sondern aus dem Innersten des Hochgebirges heraus wirkte. Man denkt sich häufig diese gewaltigen Verrückungen mit vulkanischen Erscheinungen und der Bildung von Eruptivgestein im Zusammenhang. Nichts ist für das Alpengebiet irriger, als eine solche Vorstellung. Denn von Eruptionen aus der Tertiärzeit sind nur kleinste Theile der Alpen und auch diese nicht in sehr ausgedehntem Maasse betroffen worden. Dahin gehören die schon erwähnten basaltischen Ergüsse im Venetianischen, die bis gegen Roveredo und den Fuss des Mte Baldo reichen, ihren Hauptherd aber fern ab vom Alpenrande in den Euganeeischen Bergen aufgeschlagen haben. Ebensowenig geben sich bei den mannichfachen Eruptivgebilden, Trachyten, Propyliten, Andesiten oder Rhyolithen, die in Ungarn in so grossartiger Weise auftauchen und bis an das ungarisch-steierische Hochgebirge ausstrahlen, irgend wesentliche Einflüsse auf die Gestaltung unserer Alpen zu erkennen.

Noch stehen wir aber, trotz der über alle menschliche Vorstellung hinausreichenden gigantischen Umformung des Alpenmassivs, am Schlusse der eigentlichen Tertiärformation und bei Beginn der diluvialen Zeit, vor einem Gebirgsbilde ganz anderer Art, als es uns die Alpen in ihrer gegenwärtigen Gestaltung vor Augen stellen. Das Hochgebirge war damals noch ganz, so zu sagen unverritzt, wenig gespalten, noch von nur spärlichen, wenig tiefen Mulden durchzogen, und die ihm vorliegenden Tiefländer noch nicht erfüllt mit jenem unermesslichen Schutt und Schlamm, für welche die Nachbarberge erst das Material zu liefern hatten. Diese Arbeit der Ausnagung der Alpen und der Auffüllung des Tieflandes war der quartären oder diluvialen Zeit vorbehalten. Die weitere Ausschmückung des Hochgebirges mit zahllosen Felsengebilden, mit wildzackigen Steinkämmen, mit Schneiden, Spitzen, Hörnern und Nadeln, wie sie jetzt in unerschöpflicher Formenfülle die Berggipfel krönen und über die Gehänge ausgesäet sind, und daneben mit wilden Gräben, Rinnen und Furchen, die dem Wasser seine ersten Bahnen vorzeichnen, mit Felsklammen und Schluchten, die selbst in das festeste Gestein sich vertiefen und endlich mit breiten Thalungen und

weiten Furten, durch welche die Bäche und Flüsse den Ebenen zueilen, mit dem ganzen Relief, das in seinem Contrast, in Höhen und Tiefen den unwiderstehlichen Reiz der Alpennatur in uns weckt, dieses ganze grosse Werk ist wesentlich Erfolg diluvialer Thätigkeit!

In unserem Gebiete waren zu dieser Zeit keine Meeresfluthen mehr an dieser riesigen Arbeit betheiligt, Alles verrichteten Ansammlungen von ungesalzenem Wasser und fluthendes Gewässer, denen sich als besonders kräftiger Genosse das Eis beigesellte. Daher nennen wir auch einen der wirksamsten Abschnitte der unendlich lang dauernden Diluvialzeit geradezu die Eiszeit und ihre Bildungen die glacialen oder erratischen. Damals hausten in unseren Gegenden jetzt längst verscheuchte, selbst ausgestorbene Thiere, das Mammuth *(Elephas primigenius)*, das wollhaarige Nashorn *(Rhinoceros tichorhinus)*, der Urochs *(Bos primigenius)*, der Riesenhirsch *(Cervus eurycerus)*, das Rennthier, der Höhlenbär, der Höhlenlöwe, die Höhlenhyäne neben Gemse, Steinbock, Murmelthier, Dachs, Wildkatze, Pferd, und selbst der Mensch hatte sich, wie uns die Erfunde bei Schussenried lehren, bereits am Rande der bis in die Ebene vorgedrungenen Gletscher eine Wohnstätte zurechtgerichtet. Erst später lernte er sich auf Pfählen im See sein Haus bauen (Pfahlbau).

Die diluviale Thätigkeit begann zuerst mit der Ausnagung des Hochgebirges und Aufschüttung des so gewonnenen, abgerollten Materials in den Ebenen als wohlgeschichtetes Geröll (vorglacialer Schutt, diluviale Nagelfluh). Erst nach dieser Zeit trat die Mitwirkung des Gletschereises hinzu und der so vereinigten Thätigkeit entstammen die Gebilde, die man als glaciale zusammenfasst. Es sind gleichfalls Geröllanschüttungen, aber von jenen zuerst genannten ausgezeichnet und leicht kenntlich einmal an der wirren, unregelmässigen Lagerung, die der jetzt an den Moränen wahrzunehmenden bunten Vermengung von grossen und kleinen Geschieben mit Lehm, Sand und feinem Detritus gleichkömmt, dann an der eigenthümlichen Kritzung der Gerölle, welche durch das Fortschieben des Gletschereises bewirkt wurde und endlich an der Beimengung oder Auflagerung scharfkantiger Urgebirgsblöcke,

welche ohne Rollung auf dem Rücken der Gletscher, wohlbehalten, wie sie von den Felsen auf das Eis fielen, bis in die weiteste Ferne hinausgetragen wurden — Findlinge, erratische Blöcke.

Als weiteres Wahrzeichen der einst bis weit über den Rand des Hochgebirges vorgedrungenen Gletscher der Eiszeit ist an die früher schon erwähnten Gletscherschliffe an Felsen, zu welchen heutzutage das Gletschereis nicht mehr vorzudringen vermag, und die Rundhöckelform der von alten Gletschern abgeschliffenen Berge zu erinnern. Auch gehören hierher die alten Moränen, Gletschermühlen u. s. w.

Hierbei muss auch der sog. Löss erwähnt werden, ein brauner, kaum geschichteter, vertikal sich abblätternder Lehm mit Kalkknollen und Landschnecken, dessen Entstehung und Ausbreitung der Hauptsache nach auf den Gletscherschlamm und das Gletscherwasser der Eiszeit zurückzuführen sind.

Ein nicht unwesentlicher Antheil an einer der eigenthümlichsten Erscheinungen unserer Alpenwelt — den so zahlreichen Alpenseen — fällt gleichfalls der enormen Ausdehnung des Gletschereises zur Diluvialzeit über tiefe Einschnitte zu, wodurch letztere vor der Ausfüllung und Einebnung mit Schutt und Geröll geschützt wurden und nach eingetretenem Rückzug der Gletscher zur Ansammlung grosser Wassermassen dienten.

Aber auch nach Eintritt der Schmelze dieser grossartigen Eismassen dauerten die Abnagung im Alpengebiete und die Ablagerungen von Schutt und Geröll fort. Zum Unterschied von den ähnlichen älteren Anhäufungen glacialen Ursprungs erweisen sich diese jüngsten diluvialen Schuttmassen wieder, wie die ältesten, wohlgeschichtet und lassen jene gekritzten oder gestreiften Gerölle vermissen, die das Charakteristische der älteren erratischen Bildung sind.

So schieden sich in den Alpen immer schärfer Berg und Thal; jene wurden gleichsam, d. h. relativ, höher, diese tiefer, sofern letztere nicht wieder durch neue Schuttmassen aufgefüllt wurden, wodurch gleichsam wieder eine Art von Gleichgewicht zwischen beiden sich herstellte. Auch zahlreiche

seeartige Tümpel wurden wieder vom Geröll eingeebnet oder durch das Uebergangsstadium von Versumpfungen und Torfbildungen in Filze und Moore verwandelt.

Unter solchen ununterbrochen fortdauernden Thätigkeiten geht die diluviale Zeit ohne scharfe Scheidung in die Neuzeit mit ihren auch vor unsern Augen sich vollziehenden geologischen Vorgängen über, welche nicht minder wichtig als jene der frühen Entwickelungsperiode der Erde, doch weniger auffällig erscheinen, weil sie in ihren Ursachen und Wirkungen leichter zu beurtheilen sind. Ich erinnere nur an das wichtigste Product dieses recenten Zeitabschnittes der Erdgeschichte, an die Bildung der Vegetationserde, der Krume, der Allmutter Erde, ohne welche weder das Pflanzen- noch das Thierreich in seiner jetzigen Verfassung möglich wäre. Doch diese Gebilde sprechen für sich selbst deutlich genug, wir dürfen ihre nähere Betrachtung desshalb dem Leser ohne weitere Erläuterung überlassen.

V. Besonderheiten bei den geologischen Beobachtungen in den Alpen.

Die geologischen Eigenthümlichkeiten, welche wir hauptsächlich nach drei Richtungen in der Steinwelt unseres Alpengebirges kennen gelernt haben, nämlich ihre von den gleichalterigen ausseralpinen Felsbildungen verschiedene Entwickelung, dann die gewaltigen Zusammenfaltungen und Verrückungen ihrer Gesteinsschichten und endlich das Abweichende, welches in den organischen Ueberresten — Versteinerungen — sich geltend macht, lassen es von vornherein als zweckdienlich und im Interesse eines ergiebigen und nützlichen Erfolgs der anzustellenden geologischen Beobachtungen wünschenswerth erscheinen, in der Art und bei dem Gange solcher Untersuchungen innerhalb der Alpen gewisse Modificationen gegenüber der sonst und allgemein üblichen Methode näher zu bezeichnen und zu empfehlen. Wir können hierbei selbstverständlich

nicht auf alle Einzelnheiten die Aufmerksamkeit lenken, müssen uns vielmehr darauf beschränken, das hervorzuheben, was besonders geeignet erscheint, derartigen Beobachtungen des Alpenwanderers mehr als den Werth bloss einer persönlichen Erinnerung gewidmeter Tagebuchbemerkungen zu verleihen und ihnen einigen wissenschaftlichen Werth zu sichern. Der Kürze halber werden wir hierbei z. Th. in Frageform auf die Beachtung besonders zu empfehlender Verhältnisse die Blicke zu richten suchen.

Unter Hinweis auf einen frühern Abschnitt dieser Anleitung wiederholen wir kurz das, was allen derartigen Beobachtungen, ob sie in- oder ausserhalb der Alpen angestellt werden, als gemeinsame Arbeit zugewiesen ist. Dahin gehört die Feststellung der Gesteinsausbildung und Beschaffenheit —, ob Schicht- oder Massengestein, ob Kalk- oder Sandstein, Dolomit oder Mergel, Gneiss oder Granit u. s. w. — die Ermittelung der Mineralzusammensetzung besonders der Massengesteine, der zufällig vorkommenden Beimengungen und Ausscheidungen von Mineralien, der Erzführung der Gänge und der Art der Anordnung dieser Mineralien auf dem Gangraume in Drusen oder auf den Klüften, das Auffinden besonders interessanter oder nutzbarer Mineralien. Dazu kommt das Bestimmen des Streichens und Fallens der Schichten, Gänge und Klüfte, der Mächtigkeit gewisser selbständiger Gesteinslagen und ihrer Begrenzung oder Verbreitung an der Oberfläche; weiter die Feststellung der Schichtenaufeinanderfolge, ihrer gleichförmigen oder ungleichförmigen Stellung zu einander, ihres Verhaltens zu den Massengesteinen an der Begrenzung (Contacterscheinungen) oder der Beziehungen der Massengesteine zu einander selbst. Ferner bleibt es hier, wie ausserhalb der Alpen, eine Hauptaufgabe, den Versteinerungen und der Art ihrer Verbreitung in verschiedenen Schichten die grösste Aufmerksamkeit zu widmen, um mit genauer Beachtung ihrer Artenverschiedenheit oder Uebereinstimmung in den einzelnen übereinanderliegenden, sie umschliessenden Gesteinslagen, ihre Altersverhältnisse und ihre Zugehörigkeit zu einer oder der anderen Formation daraus zu erkennen. Wir können dann als eine weitere Aufgabe

die Untersuchung der Veränderungen der Gesteine an der Oberfläche durch Verwitterung, über die Bildung der Pflanzenerde (Krume), der Zerklüftung, Zerspaltung und Absonderung (Säulen, Platten); der Einwirkung des Nebengesteins, der vulkanischen Thätigkeit, oder der Durchtränkung mit Wasser (Pseudomorphose und Metamorphose) bezeichnen. Daran reihen sich die Beobachtungen über örtliche Veränderungen in der Gesteinslage, über Hebungen, Senkungen, Verwerfungen, Unterwaschungen, Abrutschungen und Ueberkippungen. Endlich wird unsere Aufmerksamkeit auch auf die besondere Art der Oberflächengestaltung, namentlich der Bergformen, Thalrichtungen, Satteleintiefungen, Seebildungen, Gletscherwirkungen im geologischen Sinne, auf einfache und mineralische Quellen, deren Exhalationen und Absätze, auf Höhlen und deren Inhalt, auf Torf und Schuttablagerungen zu richten sein.

Es sei hier Gelegenheit genommen, noch einmal an das, was über die Art der Aufsammlung von Belegstücken und der Aufzeichnung der gemachten Beobachtungen früher angeführt wurde, zu erinnern.

Endlich möchte nicht eindringlich genug zu empfehlen sein, sich nicht durch kühne Theorien, die ja gerade in der Geologie so verlockend auf uns einstürmen, und bei der Grossartigkeit der Alpenwelt sich uns mit um so unabweisbarerer Gewalt aufzudrängen drohen, von dem geraden Wege der nüchternen Beobachtung ablenken zu lassen und sich nicht in das so oft täuschende schrankenlose Reich der Phantasien zu verirren, in welchem kühn Erdachtes und Geträumtes an Stelle einfacher Thatsachen gesetzt und angegeben wird. Vorurtheilsfrei, von allen vorgefassten Meinungen unabhängig nach dem wahren Thatsächlichen zu forschen, und die Natur mit klaren Augen offen anzusehen, sie mit einfachem Verstande aufzufassen und die sich darstellenden Verhältnisse mit nüchterner Kritik zu deuten, muss das Ziel jeder guten Beobachtung sein.

I. Urgebirgsgebiete.

In den Alpen bilden die Urgebirgsgesteine, die sog. krystallinischen Schiefer — Gneiss, Glimmerschiefer, Phyllit — und krystallinischen Massengesteine aus der Gruppe des Granits die centralsten Theile des ganzen Gebirgs und bieten der Forschung mehr durch die Unzugänglichkeit der aus ihnen zusammengesetzten Ketten, als durch abweichende Beschaffenheit und besondere Verhältnisse Schwierigkeiten dar.

1) Bei den krystallinischen Schieferarten, vom Gneiss bis zum Phyllit, dürfte die Aufmerksamkeit in erster Linie auf die Lagerungsordnung zu richten sein, nämlich darauf, ob der Gneiss als die eigentliche Grundlage des Ganzen, als das wirklich älteste, uns bekannte Glied der Centralkette (daher Centralgneiss genannt) sich erweist, an welches sich der Reihe nach auswärts der Glimmerschiefer und dann der Phyllit an- und auflegt. Ob dabei diese Schiefer eine fächerförmige, oder aufgebrochene gewölbeförmige und eine sog. C-förmig gekrümmte Schichtenstellung besitzen — erscheint besonders beachtenswerth. Es ist, um Irrthümer zu vermeiden, daran zu erinnern, dass gneissähnliche Gesteine — der sog. Phyllit- oder Sericitgneiss, z. Th. auch der Casanna-Schiefer und Roflagneiss — nicht diesem centralen Gneisssystem angehören, sondern als Zwischenlagen in jüngerem, hauptsächlich in Phyllit-Schiefer auftreten.

Als dem ältern Gneiss bei- und untergeordnete Glieder erscheinen da und dort hornblendereiche Schiefer, Hornblende-Gneiss, Hornblendeschiefer, Dioritschiefer, Eklogit (Saualpe, im Veltlin, am Allalingletscher), Serpentin und körniger Kalk. Fehlt in den Alpen (die Gegend von Meran etwa ausgenommen) der sonst gewöhnlich in Gneissgebirgen mit vorkommende Granulit gänzlich? Es nehmen ferner auch Massengesteine am Aufbau des Centralstockes theil — Granit, Syenit, Diorit, Tonalit, Porphyr theils in unzweideutigen Lagern zwischen dem Gneiss eingebettet (Lagergesteine), theils in Stöcken und Gängen, wobei diekrystallinischen Schiefer quer durchsetzt werden. Das Constatiren dieser Verhältnisse des Auftretens der Massengesteine ist von grossem wissenschaftlichem Werthe.

Als ein lehrreiches Beispiel eines Durchschnittes durch den Centralstock der Alpen sei hier die Gruppe des Mt. Blanc gewählt (Fig. 50). In den westlichen Alpen (Mt. Blanc, Aiguilles rouges, Grimsel, Gotthard) macht eine eigenthümliche Modification, der sog. Protogingneiss und Protogingranit (Alpengranit), die Kernmasse der höchsten Gebirgstheile aus. Beide scheinen constant in dem Verhältniss von Schichtgestein und eingeschlossenen Lagern zu stehen. Oder durchbricht der Protogin-

Durchschnitt durch den Centralstock der Alpen und die krystallinischen Felsarten.

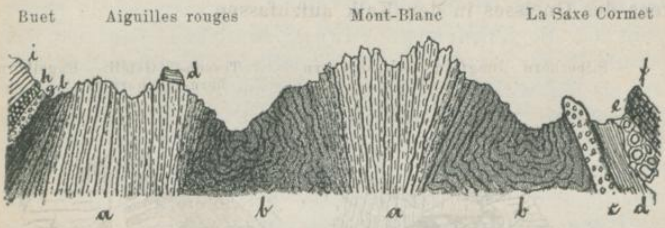


Fig. 50.

a) Protogin-Gneiss und -Granit.
b) Krystallinische Schiefer.
c) Phyllit-Gneiss.
d) Carbonschichten.
e) Gyps.
f) Obere Kohlenführende Schichten.
g) Verrucano.
h) Dolomit.
i) Schwarzer Kalk.

granit an irgend einer Stelle unzweideutig den Gneiss? Mehr gegen die Mitte der Alpenkette wurden jüngst im Ortler-Stock höchst merkwürdige Ganggesteine entdeckt, die den jüngsten Eruptivfelsarten sehr ähnlich sind, aber für Glieder des Urgebirgs gelten — der sog. Palaeo-Andesit, Ortlerit und Suldenit. Diese Felsarten verdienen bei dem häufigen Besuch der Ortlergruppe eine besondere Beachtung.

An der Grenze des Gneissgebietes gegen den jüngeren Kalk machen sich oft sehr auffallende Verhältnisse der Ueberschiebung des Gneisses über den Kalk, eines gangähnlichen Ineinandergreifens beider Gebirgsarten und des scheinbar isolirten Auftretens von Schollen der einen Felsmasse und der anderen bemerkbar. Solche Erscheinungen sind besonders grossartig in den Berner Alpen (Mettenberg, Laubstock, Pfaffenkopf, Jungfrau, Gstellihorn etc.) zu sehen (vergl. Fig. 51). Weil hierbei

der Gneiss oft meilenweit über das Kalkgebirge vorgeschoben ist, zeigt sich die dort ganz unerwartete Erscheinung, dass an der Jungfrau, am Mönch u. s. w. in umgekehrter Ordnung der Sockel der Gebirge aus jüngerem Kalk besteht, während die Gipfel von älteren Gneissschichten gekrönt sind. Vielfach ist der Kalk längs der Contactgrenze in weiss- und buntfarbige Marmore durch Druck und Reibung metamorphosirt. Denn alle diese allerdings sehr auffallende Erscheinungen lassen sich einfach auf mannichfache gegenseitige Ueberschiebungen und Verrückungen zurückführen und sind nicht als Folgen gangförmigen Eindringens des Gneisses in den Kalk aufzufassen.

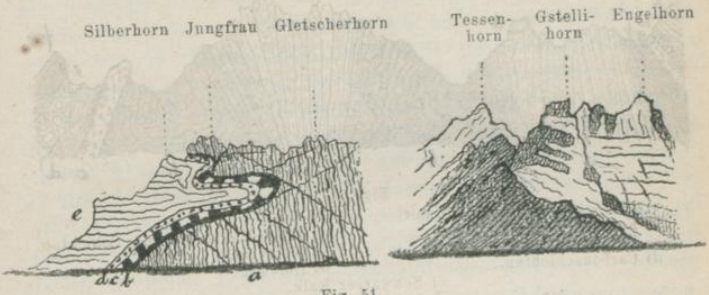


Fig. 51.

a) Gneiss; *b*) dolomitischer Kalk; *c*) Quarzit; *d*) Eisenoolith; *e*) Jurakalk.

Die dunkeln Partien stellen den Gneiss, die hellen den Kalk vor.

Von gleichförmigen Einlagerungen im Gneissgebiete ist jene von körnigem Kalk (Statuen-Marmor), besonders die Verknüpfung des letzteren mit Serpentin (Ophicalcit) nicht selten in den Alpen zu beobachten. Es wird in letzterem Falle wohl der näheren Untersuchung werth sein, ob auch hier jene eigenthümliche Vertheilung von Serpentin und Kalk wiederkehrt, welche man als Spuren organischer Einschlüsse (*Eozoon* s. S. 93) gedeutet hat; es soll eine solche thatsächlich im Gebiet der Jungfrau zu finden sein.

Bei Granit fallen zunächst mannichfache Färbungen und Texturverhältnisse ins Auge. Weit vorwaltend ist der Granit grau gefärbt; durch gewisse Beimengungen — Hornblende und

Titanit oder Onkesin — gehen diese grauen Töne ins Grünliche über (Syenitgranit, Arkesingranit).

Auch Chlorit und Turmalin, Granat, Eisenglanz, Pistacit, Augit, Apatit oder Flussspath zeigen sich da oder dort als Beimengungen im Granit. Grünliche Varietäten gewinnen in den Westalpen grosse Verbreitung (z. B. am Albula, Julier, im Engadin etc.), abgesehen von dem schon früher erwähnten Protogin; rothe sind selten (Lugano, Baveno, Pontresina); noch seltener blauliche Farbentöne (Trafoi). Durch Augiteinmengungen zeichnet sich der Granit des Julier und der Syenit vom Monzonigebirge aus. Das granitreiche Gebiet von Baveno beherbergt auch merkwürdige poröse und blasige Varietäten und nicht selten neben den eigenthümlichen Orthoklas-Zwillingskrystallen Quarz mit Flüssigkeitseinschlüssen. Im Adamellostock vertritt der Tonalit (Hornblende — Plagioklasgranit) die Stelle des Granits. Durch Ausscheidungen grösserer Feldspathkrystalle bildet sich manchmal jene Varietät, die man porphyrartig nennt, heraus. Bei Beobachtungen in Granitgebieten ist das Augenmerk übrigens am meisten darauf zu richten, ob derselbe mit dem anschliessenden Schiefergestein, namentlich Gneiss, gleichförmig zusammenlagert, also als Lagergestein ein Glied der Formation ausmacht, oder ob er als gang- und stockförmige Eruptivmasse selbständig auftritt. Man kennt in den Alpen auch ältere und jüngere Granite, die sich gegenseitig gangförmig durchsetzen. Bei eruptiven Granitmassen untersuche man die angrenzende Schieferzone, ob sich in derselben Veränderungen nachweisen lassen, dann, in welcher Art und in welcher Entfernung von der Grenze solche Einflüsse sich bemerkbar machen (Contactmetamorphose — Fleck-, Fruchtschiefer, Cornubianite, Hornfels, Porphyroide etc.). Auch der anliegende oder durchbrochene Kalk zeigt sich zuweilen in körnige Abänderungen umgebildet, und die Graniträndер selbst tragen zuweilen die Spuren von Texturänderungen an sich (Uebergänge ins Dichte). Aehnliche Beobachtungen, wie sie hier bei dem Granit aufgeführt sind, lassen sich nun an allen granitähnlichen Massengesteinen anstellen.

Ueber die Entstehung dieser verschiedenartigen Urgebirgsfelsarten, namentlich des Gneisses, als Hauptreprä-

sentanten derselben, herrschen bekanntlich verschiedene Meinungen; sie gelten dem Einen als erste Erstarrungsmassen der Erdoberfläche, dem Andern als im Ganzen umgeänderte Schiefergesteine (metamorphosirte Bildungen). Wahrscheinlich richtiger ist jedoch die Ansicht, welche ihre Entstehung nach Analogie der Sedimentbildung von einer Ausscheidung in einem ersten Stadium der Erdbildung aus wässeriger Hülle unter Einfluss von Druck und Wärme, und von einer weiteren Umbildung (Diagenese) der amorphen Ausscheidung in einzelne krystallinische Bestandtheile oder Mineralien ableitet.

Was den Granit anbelangt, so ist dessen zweifache Natur als Lagergestein und eruptive Gangmasse durch vielfache Beobachtungen ausser Zweifel gestellt. Man muss daher wohl annehmen, dass ein Theil desselben als massig entwickeltes Gneissmaterial anzusehen sei, während ein anderer Theil das gleiche Magma, aber durch eruptive Thätigkeit in besondere Form und Ausbildung gebracht darstellt. Es ist wichtig, dass man sich dieser noch offenen Frage bei Beobachtungen in Urgebirgsgebieten erinnert, um Thatsachen zu Gunsten der einen oder der andern Annahme zu sammeln. Beachtenswerth in dieser Richtung ist besonders, ob die Gesteinsbeschaffenheit immer genau mit der wahren Schichtung des Gneisses harmonirt, d. h. ob beide sich decken.

2) Ueber dem älteren Gneiss stellt sich in der Regel eine Stufe von krystallinischen Schiefern ein, deren Hauptgestein der Glimmerschiefer ausmacht. In den Alpen lehnt sich in Folge des inneren Aufbruchs die Glimmerschieferzone zunächst nach auswärts an das Gneisscentrum an. Doch ist diese zweite Stufe im Ganzen selten vollständig, oft gar nicht, entwickelt. Für sie treten strichweise Chlorit-, Hornblende-, Diorit- und Talkschiefer ein (Facies). Vielleicht muss auch ein Theil der sog. grünen Schiefer (Savoyer, lombardische Alpen, Mt. Blanc) als Stellvertreter dieser Stufe angesehen werden. Das umstehende Profil zeigt einen solchen Anschluss der Glimmerschieferhülle an den Centralgneiss im Gebiete des Grossglockner und Venediger. (Fig. 52.)

In den mittleren und östlichen Alpen sind die hierhergehörigen Gesteine fast durchgehends kalkhaltig (Kalkglimmerschiefer, —

Tauernkette, Drauthal, Kapruner-, Kalser-, Fuscher Thal, Pfitschthal, Mt. Cenis, Mt. Blanc). Liebhaber von Mineralien mögen auf die häufigen Einschlüsse schöner Granaten (Airolo, Premia, S. Simplon, Ziller-, Passeyerthal, Pfunders (grün), Kowald in Steiermark),

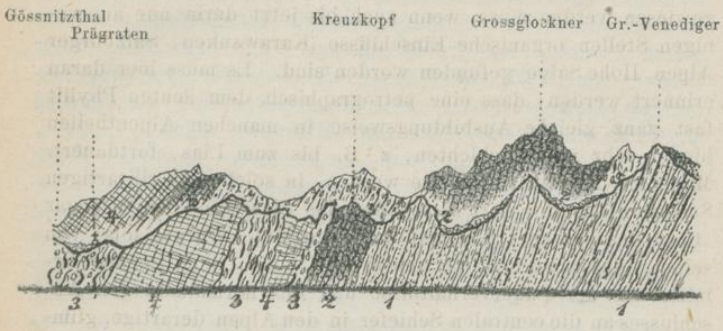


Fig. 52.

1) Centralgneiss. 2) Glimmerschiefer.
3) Kalkglimmerschiefer. 4) Chloritschiefer.

von Cyanit, Staurolith, Andalusit und Turmalin (St. Gotthard, Zillerthal) und blassgrüne Smaragde (Habachthal im Oberpinzgau) in dem Glimmerschiefer aufmerksam sein. Mit dem Vorkommen von Chlorit- und Talkschiefer steht das häufige Auftreten von Syenit, Diorit, Gabbro, Serpentin und Talk (Tessin, Val Camonica, Berner Alpen, Mte Rosa, Engadin, Chiavenna, Vorder-Rheinthal, Westtirol, Tauernkette) und das Erscheinen des seltenen Talk-, Topf- oder Lavezsteins (besonders bei Chiavenna, im oberen Engadin, im Hospenthal am Gotthard und in den piemontesischen Alpen in engster Verbindung.

3) Die Phyllite oder Urthonschiefer, halbglimmerglänzende, tiefgraue, schwärzliche oder grünliche, thonige Schiefer spielen in den Alpen als äussere Hülle des Centralstocks durch ihre mächtige Ausdehnung eine Hauptrolle. In der Schweiz werden sie z. Th. als graue Schiefer — theilweise kalkhaltig mit Uebergängen in thonigen Glimmerschiefer (Thonglimmerschiefer) und grauwacke-ähnliche Gesteine (Glarus-, Walliser-, Bündener- z. Th., Casanna-Schiefer z. Th.) und

als grüne Schiefer mit Uebergängen in Chloritschiefer (Wallis, Bünden, Aosta) unterschieden. In den Ostalpen sind vorwaltend mehr kalkige graue Schiefer verbreitet, von denen sicher ein Theil als echter Phyllit anzusehen ist, während ein anderer, der vielleicht grössere Theil der paläolithischen Reihe zugewiesen werden muss, wenn auch bis jetzt darin nur an wenigen Stellen organische Einschlüsse (Karawanken, Salzburger Alpen, Hohe Salve) gefunden worden sind. Es muss hier daran erinnert werden, dass eine petrographisch dem ächten Phyllit fast ganz gleiche Ausbildungsweise in manchen Alpentheilen bis in sehr junge Schichten, z. B. bis zum Lias, fortdauert. Man darf desshalb nicht irre werden, in solchen phyllitartigen Schiefern da oder dort *Belemniten* des Lias (Bünden), ja sogar *Algen* des Flysches (Prätigau) zu begegnen. Daraus folgt von selbst, dass man sehr vorsichtig sein muss, ohne genaue Ermittelung der Lagerverhältnisse und des normalmässigen Anschlusses an die centralen Schiefer in den Alpen derartige, glimmerglänzende Schiefer für echte, ältere Phyllite anzusprechen. Man versäume in diesen Gebieten nicht, wo sich etwa sehr schwarze Schichten oder Kieselschieferlagen bemerkbar machen, auf *Algen-* oder *Graptolithen*-Einschlüsse, wo sich kalkige Zwischenlagen vorfinden, überhaupt nach organischen Einschlüssen zu spähen.

II. Paläolithische Bildungen.

Die zuletzt betrachteten Phyllite haben uns bereits an den äusseren Rand der Thonschieferhülle geführt und uns auch petrographisch mit einer Reihe von Thonschiefern bekannt gemacht, welche die paläolithischen Schichten einleiten. Auf diesem Gebiete der ältesten, Versteinerungen führenden Bildungen ist wegen Mangel an organischen Einschlüssen noch vieles dunkel und ein weites Feld der Forschung offen. Es verdient in dieser Richtung jeder schwarze Schiefer, jede Kalkeinlagerung im Gebiete der Thonschiefer mit scharfem Auge auf Einschlüsse von Versteinerungen angeschaut zu werden.

Zu dem, was wir in dem vorbereitenden Theil der Alpengeologie über das Vorkommen von cambrischen, Silur-,

Devon-, Culm- und Kohlenablagerungen angedeutet haben (siehe S. 94 ff.), ist hier wenig weiter beizufügen. Wir kennen zur Zeit derartige alte Schiefer der Silur- bis Devonformation, wie es das beistehende Profil beispielsweise darstellt, ganz ausschliesslich nur in den Ostalpen. Es dürfte

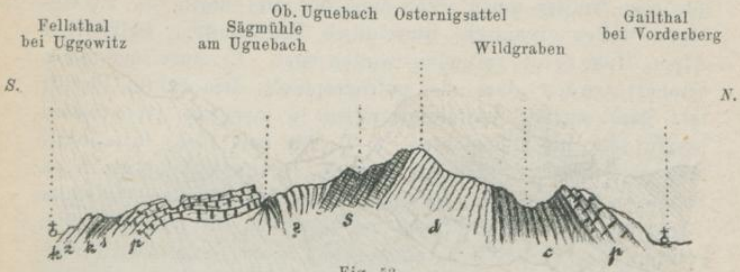


Fig. 53.

s) Silurschichten; *d*) Devonschichten; *?*) Zweifelhafte Devonschichten; *c*) Carbonschichten; *p*) bunter Breccienkalk mit Fusulinendolomit — Dyas? k^1) Breccie und Kalk; k^2) Dolomit.

nicht zu viel gewagt sein, zu behaupten, dass sie sich auch in den übrigen Alpen bei fleissigem Suchen finden werden. Wir empfehlen sie hiermit der besonderen Beachtung.

Nur über das Vorkommen der jüngsten Glieder dieser Periode, der Repräsentanten des Rothliegenden und des Zechsteins in den Alpen mögen einige weitere Bemerkungen hier eine Stelle finden.

Es gibt durch den ganzen Zug der Alpen von Savoyen bis in die Ostalpen und nach Ungarn eine Reihe grober meist rother Conglomerate, Breccien und Sandsteine (sog. Zwischenbildungen), welche sowohl vermöge ihrer Stellung über den Kohlenschichten und nach ihrem petrographischen Aussehen, als auch nach den organischen Einschlüssen, zum Rothliegenden gehören, wie z. B. Lagen im Val Camonica, Trompia und Caffaro. Sicher sind dazu viele Conglomerate und Porphyrbreccien zu zählen, die am Porphyrmassiv von Bozen dem Eruptivgebilde sich aufs engste anschmiegen und zwischen dasselbe eingekeilt sind (Naifschlucht bei Meran, Umgegend von Bozen, bei Prösls, dann bei Lienz, in Judicarien, bei Waidbruck u. s. w.) Auch im Gailthaler Gebirge bei Kappel treten analoge sandige Lagen mit

schwarzen, *Fusulina* führenden Kalken auf, welche der postcarbonischen oder Dyasformation zuzurechnen sind (im Nötschgraben bei Bleiberg und stellenweise bei Weitenstein in Steiermark). In der Westschweiz ist dies auch von dem sog. Verrucano in Unterwallis erwiesen, während das gleiche Verhalten bei den grossartigen Lagen in Glarus, im Vorderrheinthal, im Bündener Gebirge noch nicht sichergestellt ist. Wir wollen hier auch noch den weissen Kalk von Schwaz in Tirol nennen.

Profil an der Stangalpe

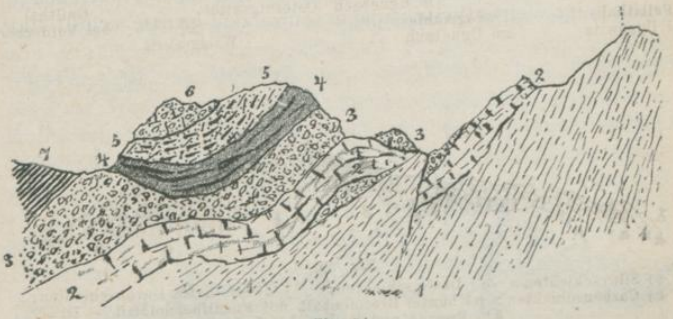


Fig. 54.
1) Gneiss; 2) Bergkalk; 3) Grundconglomerat; 4) Anthracitschiefer der Carbonformation; 5) Rothes Conglomerat; 6) Oberes Conglomerat; 7) Obere Schiefer (wahrscheinlich Rothliegendes).

Wir betreten aber ein bis jetzt noch strittiges Gebiet mit dem sog. Grödener Sandstein, den unteren Lagen der Werfener Schichten und einer Reihe rother, von dem Verrucano petrographisch oft kaum zu trennender Sandsteinbildungen, die auf der andern Seite dem ausseralpinen Buntsandstein bis zum Verwechseln gleichen. Derartige Gesteine streichen auf beiden Seiten am Rande der Centralkette von Savoyen und dem Bergamasker Gebirge bis nach Fünfkirchen in Ungarn. An zahlreichen Orten findet man über den oberen, oft dünnschieferigen und kalkigen Lagen unzweifelhaften Muschelkalk (ValTrompia, Recoaro, Pusterthal, Reutte, Innsbruck, Salzburger, österreichische Alpen) gelagert und von Stelle zu Stelle enthalten die Sandsteinschichten sogar eine der charakteristischen

Buntsandsteinversteinerungen (*Myophoria costata* s. S. 111), zum Beweise, dass ein guter Theil der rothen Sandsteine und Schiefer (mit den sog. Seisser Schichten) dem ausseralpinen Buntsandstein und Röth gleichkommt. In den tieferen Lagen ist allerdings in einem Strich der Südalpen am S.-Rande des Pusterthals bis zum Fuss des Schlern, wie es das beistehende Profil zeigt, eine Zwischenlage schwarzen Kalks, erfüllt mit

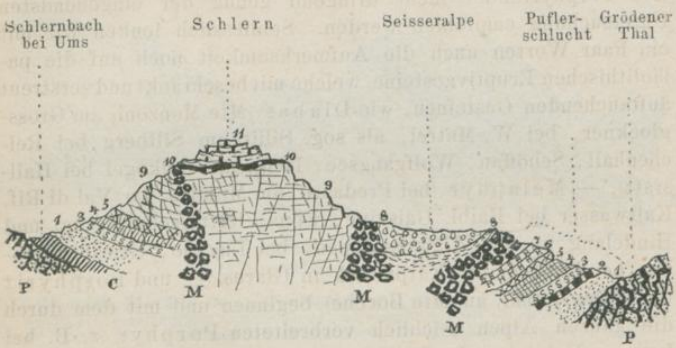


Fig. 55.

P Porphyr; *M* Augitophyr; *C* Postcarbonschichten (?).

1) Grödener Sandstein; 2) Bellerophonkalk; 3) Seisser Schichten; 4) Campiler Schichten; 5) Dolomit und Buchensteiner Kalk; 6) Wengener Schichten; 7) Pietra verde-Lagen; 8) St. Cassianer Schichten; 9) Schlerndolomit und Kalk; 10) Raibler Schichten; 11) Hauptdolomit.

kleinsten weissen Foraminiferen und sonstigen Versteinerungen (Bellerophonkalk s. S. 106) oder am Rande des Etschthales (Neumarkt, Tramin, Ueberetsch, Trient u. s. w.) ein weisser oder gelblicher Dolomit eingebettet, deren organische Einschlüsse von einigen Geologen mit denen des Zechsteins z. Th. für identisch, z. Th. für analog gehalten werden, während nahe darunter im Sandstein Pflanzenreste liegen, die gleichfalls für solche die obere Dyas charakterisirende Arten gelten. Meiner Meinung nach sind beide nur Stellvertreter tiefster Triasschichten, bei welchen gewisse Anklänge an die unmittelbar vorausgehende Dyaszeit in Fauna und Flora von sich selbst verständlich erscheinen. Bei der Controverse in der Auffassung dieser merkwürdigen Schichten wäre ein fleissiges Aufsammeln von Versteinerungen aus solchen

Lagen in hohem Grade erwünscht. Als vorzügliche Sammlungsstellen sind zu empfehlen; für den Bellerophonkalk: Heiligenkreuz und Sexten im Sextenthale, Altprags, St. Martin im Enneberg, Ursprung des Afersbachs, im Villnös-Thal, Puflerschlucht im Grödener Thal; für Pflanzenreste die Wassergräben oberhalb Missian bei Eppan, Neumarkt am Weg nach Mazzon; bei Lavis (alter Bergbau auf Kohlen) und Recoaro. Ueberhaupt können alle Porphyrränder nicht dringend genug der eingehendsten Untersuchung empfohlen werden. Schliesslich lenken wir mit ein Paar Worten auch die Aufmerksamkeit noch auf die paläolithischen Eruptivgesteine, welche mit beschränkt und zerstreut auftauchenden Gesteinen, wie Diabas (Mte Monzoni, am Grossglockner, bei W.-Matrei, als sog. Sillit am Sillberg bei Reichenhall, Schöffau, Wolfgangsee, Ischl, am Arikogel bei Hallstatt), — Melaphyr (bei Predazzo, am Mulatto, im Val di Rif, Kaltwasser bei Raibl, Gaisalpe, Ebna, Retterschwangthal und Hindelang in den Algäuer Alpen, bei Lugano, Griesbachgraben bei Rougemont, Kärpfstock in Glarus) — und Porphyrit (im Pellegrinthal, am Mte Bocche) beginnen und mit dem durch die ganzen Alpen reichlich verbreiteten Porphyr (z. B. bei Lugano, Valorcine, im Hasli, an der Gr. Windgelle, in Bünden, Mezzaldo, Leffe, Dovegno, Barghe, in Judicarien, Bozen mit zahlreichen Ausläufern, Val Sugana, Gebirge bei Schio, Raibl, Bleiberg, Radmannsdorf, Vellach, Cilli u. s. w.) abschliessen. Mineralienliebhabern besonders stehen in diesen Gesteinen reiche Funde in Aussicht.

III. Mesolithische Bildungen.

Wir leiten die Betrachtung der mesolithischen Gesteinsreihe, die mit der Trias beginnt, durch eine zweite Controverse ein, welche mit der eben besprochenen und als eine der brennendsten geologischen Streitfragen der Neuzeit bezeichneten, nämlich über die Stellung des Grödener Sandsteins und des Bellerophonkalks in engem Zusammenhang steht. Es ist dies die Frage über die Lage des in den Alpen vorkommenden Steinsalzes.

Wie es in sehr verschiedenen Horizonten der Alpengesteine Gypsablagerungen gibt, so mag es sich auch mit der Steinsalzbildung verhalten. Sichergestellt ist es, dass im Reiche des alpinen Buntsandsteins (Werfener Schichten) Steinsalz mit Gyps, Anhydrit und Polyhalit eingebettet vorkommt. Es beweisen dies die Stein-Pseudomorphosen nach Salzwürfel, die so häufig die Schichtflächen des rothen Sandsteins bedecken (z. B. Mödling, Admont, Gössling, Windischgarsten, Reichenhaller Burgholz, Berchtesgaden u. s. w.). An andern Punkten häuft sich das Salz in den dolomitisch-mergeligen Lagen unterhalb des Wetterstein-Hallstätter Kalkes an. Bei den berühmten oberdeutschen Salzwerken der Salzburger Alpen dürften sich beide salzführende Lagen zu einem einheitlichen Ganzen zusammenschliessen. Der Salzstock im Haller Salzberg liegt bestimmt höher, nämlich in den Partnachschichten des alpinen Keupers. Erst wieder in den Schweizer Alpen bei Bex und endlich bei Moutiers in der Tarentaise sind westwärts sporadische Salzstöcke, aber in noch unbestimmten Gesteinslagen bekannt. Mannichfache Mineralien pflegen das Steinsalz zu begleiten, welche die Beachtung des Sammlers verdienen. Auch merkwürdige Erze, besonders Kupfer-, Fahl- und Nickelerze, durchziehen auf Gängen die schwarzen Kalke dieser Region (Rattenberg, Leogang, Mürtschenalp, Filisur, Bärenboden in der Schweiz, vielleicht auch Agordo in den venet. Alpen) oder die an ihre Stelle tretenden Dolomite (Bergbau bei Trient) oder weisser Kalk (Schwaz in Tirol). Wir wenden uns nach dieser Abschweifung nun zu den regelmässigen Schichten der mesolithischen Periode, über welche in der Reihe von unten nach oben noch einige specielle Bemerkungen nachzutragen sind.

1) Buntsandstein der Alpen.

(Verrucano z. Th., Werfener Schichten, Grödener Sandstein z. Th., Seisser Schichten.)

Zur allgemeinen Orientirung kann das nachstehende Profil dienen, welches die ganze Reihe der unteren Triasschichten in einer der interessantesten Berggruppen unserer Alpen, dem Kaisergebirge, in sich fasst.

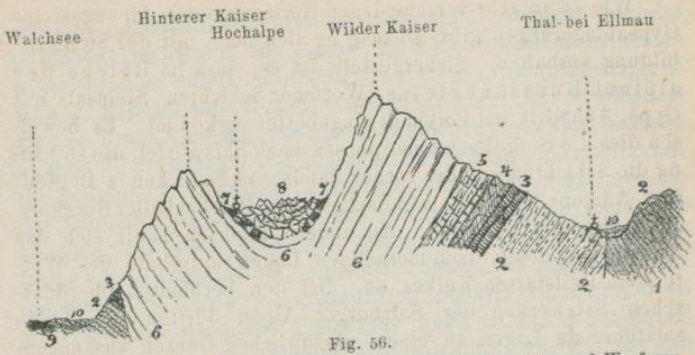


Fig. 56.

1) Thonschiefer der H. Salve; 2) Buntsandstein (Verrucano und Werfener Schichten); 3) Muschelkalk; 4) Partnachschichten; 5) Wettersteindolomit; 6) Wettersteinkalk; 7) Raibler Schichten; 8) Hauptdolomit; 9) Nummulitenschichten; 10) Thalgerölle.

Dieser Bildungen ist hier zu wiederholten Malen gedacht worden, zuletzt bei der Controverse über die Stellung des Bellerophon-Kalkes und des Steinsalzes. Damit wurden die Hauptbeziehungen schon erschöpfend angedeutet, die sich bei dem Vorkommen des Buntsandsteins in den Alpen etwa betonen lassen, und wir können auf das bereits Angeführte (S. 157—160) zurückverweisen, welches genügen dürfte, um die Aufmerksamkeit bei Wanderungen in Buntsandsteingebieten auf das geologisch Wichtigste hinzulenken. Als mineralogische Merkwürdigkeit ist das Vorkommen von Wagnerit und Lazulith auf Klüften der Werfener Schichten bei Werfen zu erwähnen.

2) Muschelkalk.

Sehr häufig legen sich zwischen Buntsandstein und Muschelkalk stark blasige, grossluckige, oft mehlartig sich abbröckelnde Rauhwacke (Cargneule, Dolomie farinoso) ein, welche geeignet ist, durch ihre oft riffartigen Felsaufragungen (z. B. Lichtenberg bei Saalfelden) auf diese Grenzen aufmerksam zu machen. Doch findet sich eine ähnliche Rauhwacke auch höher unterhalb des Hauptdolomits, die man mit dieser tieferen Gesteinslage nicht verwechseln darf. In der Regel sind es intensiv

schwarz gefärbte, weissaderige, selten oolithische, zuweilen dolomitische Kalke und graue Mergel mit den früher genannten Versteinerungen (s. S. 112), welche die Reihe der alpinen Muschelkalkschichten namentlich in den Nordalpen ausmachen (schöne Aufschlüsse in den Nordalpen: Amlech und am Ehrenberg bei Reutte, Partnachthal, Luttergrube und Wamberg bei Garmisch, Kerschbuchhof bei Innsbruck, Soolleitung Ilsang und Scharitzkehlgraben bei Berchtesgaden, Schreieralpe bei Hallstatt (hier rothgefärbt), Reifling, Gstattenerberg bei Lunz, Lasing, St. Anton, Raxalpe, Guttenstein, Altenmark, Kaltleutgebener Graben bei Rodaun, Cesova, Val Trompia, Marcheno u. s. w.). Man vergleiche bezüglich der Lagerung das vorstehende Profil des Kaisergebirges.

In den Südalpen setzen die bunten sandigen Schiefer der sog. Seisser Schichten bei Bozen in einer Reihe ähnlicher, oft intensiv rother Lagen fort, in den sog. Campiler Schichten, die als eine sandige schieferige Entwickelung des untersten Muschelkalkes anzusehen sein dürften (gute Aufschlüsse bei Bozen, bei Ums, Tiers, Welschenofen, Tisens, Kaltern,

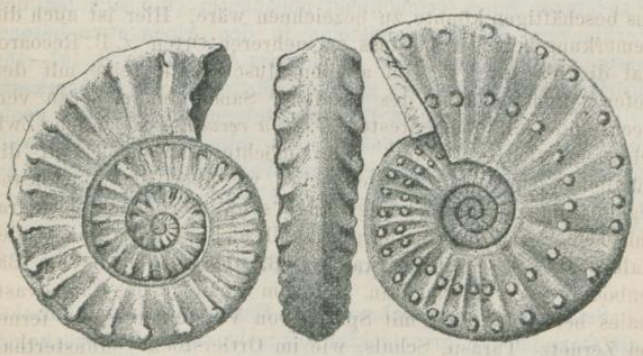


Fig. 56*b*.
Links: *Ammonites cassianus* Qu.
Rechts: *Ammonites binodosus* v. Hau.

Tramin mit zahlreichen Versteinerungen, *Anaplophora fassaensis*, *Naticella costata*, *Turbo rectecostatus*, *Ammonites cassianus* u. s. w. Wir stellen in der beigefügten Zeichnung (Fig. 56*b*.) den beson-

ders charakteristischen *Ammonites cassianus* aus den Campiler Schichten mit dem *A. binodosus* v. H. des unteren Muschelkalkes nebeneinander. Erst darüber folgen kalkige und dolomitische Lagen (Buchensteiner Kalk, Mendoladolomit) und schwarze kalkige Blätterschiefer, Wengerschichten, mit *Halobia Lommeli* (s. S. 112) und der grasgrünen Pietra verde. Diese Schichten lassen sich besonders schön bei Corfara im Enneberg, in der Puflerschlucht bei St. Anton in Gröden, an der Sotschedia daselbst, bei Buchenstein, bei Andraz, bei St. Vigil, bei Neu-Prags, westwärts in Judicarien bei Daone, Prezzo, im Val Trompia, Camonica, an Costa di Prada, bei Dezzo und so fort bis zum Comersee beobachten. Eben so häufig zeigen sie sich auch in den östlichen Südalpen, z. B. in Comelico und Carnia (Mte Cornon, Sappada, Cima, Rio d'aqua buona), bei Dont, in den Bleiberger Alpen, Karawanken, bei Idria, am Vogelsberg u. s. w. Als ganz ausnehmend versteinerungsreich ist die Umgebung des kleinen Badeortes Recoaro NW. von Schio hervorzuheben, wie denn das Einsammeln von möglichst zahlreichen Arten als die Hauptaufgabe, welche bei diesen Schichten uns beschäftigen könnte, zu bezeichnen wäre. Hier ist auch die Bemerkung beizusetzen, dass an mehreren Orten (z. B. Recoaro, Val di Non u. s. w.) im alpinen Muschelkalke eine mit den tieferen Pflanzenlagen des Grödener Sandsteins nicht zu verwechselnde, an Pflanzenresten (*Voltzia recubariensis*) reiche Zwischenlage sich vorfindet. Hier möchte auch noch auf die Bündener Alpen hinzuweisen sein, wo über dem Verrucano regelmässig eine oft mächtige Lage schwarzer, nach petrographischem Verhalten vom Virgloriakalk nicht zu unterscheidender Kalke, als sog. Steinsbergkalk, z. B. oberhalb Davos am Bärenboden, auch im Engadin, z. B. am Eingange des Campovastthales bei Ponte (hier mit Spuren von Versteinerungen), ferner bei Zernetz, Tarasp, Schuls, wie im Ortlerstocke (Münsterthal, Trafoi) gefunden wird, deren Muschelkalkcharakter durch organische Einschlüsse jedoch noch nicht bestimmt nachgewiesen ist, vielleicht auch sind es Bellerophon- oder Wettersteinkalke.

Mit Schluss der Ablagerungszeit der unteren Trias scheint eine wichtige Periode eruptiver Thätigkeit in einem Theile der Alpen erwacht zu sein, welche bis in die obere Trias an-

dauerte. Es ist namentlich das Gebiet zunächst O. vom Bozener Porphyrstock zwischen Fleimser- oder Fassa-, Boite-, Abtei- und Grödener Thal, welches durch das massige Auftreten des sog. Augitophyrs und mit demselben verbundener Eruptivgesteine, sowie durch grossartige Tuffablagerungen als der Mittelpunkt dieser merkwürdigen Erscheinung in den ganzen Alpen sich zu erkennen giebt. Es dürfte fast überflüssig sein, die ohnehin schon weltberühmte nächste Umgebung von Predazzo und den Mte Monzoni als diejenige Gegend der Alpen zu bezeichnen, wo alle die hierhergehörigen Erscheinungen ebenso bequem, wie ausgiebig studirt werden können. Wenn der Mte Monzoni durch die Mannichfaltigkeit dieser Eruptivgesteine (Monzonit, Turmalingranit, Diabas-Augitophyr, Porphyrit) und das Vorkommen prächtiger Mineralien zum Besuch empfohlen zu werden verdient, so ist Predazzo mit dem gegenüberliegenden Berghang Canzacoli dadurch ausgezeichnet und berühmt, dass hier durch Contactmetamorphose der Sedimentärkalk in prächtigen weissen, körnigen Kalk (grosse Steinbrüche) umgewandelt ist. Längs der Contactstelle sind zahlreiche neue Mineralien entstanden (Granat, Vesuvian, Gehlenit, Fassait, Wollastonit, Spinell u. s. w.) und hier wie am Mte Monzoni winkt dem Mineraliensammler die reichste Ausbeute. Aehnliche Eruptivgesteine sind sonst überall nur in kleinen Kuppen bekannt, z. B. Mte Sumano und bei St. Giorgio im Vicentinischen, bei Lienz, bei Kaltwasser, in der Carnia, einzelne Punkte in Krain u. s. w. Vielleicht gehört hierher auch das Eruptivgestein in den Gräben bei Ehrwald am Westfusse der Zugspitze.

3) Alpiner Keuper.

a) Partnach-, St. Cassianer oder Untere Cardita-Schichten, Stufe des Lettenkeupers.

Mit den eben erwähnten Tuffen der Augitophyre beginnen in den weiten Gebieten von Enneberg und Fassa über den Wengener Schichten und Buchensteinkalken die durch ihre zahlreichen Versteinerungen weltberühmten sog. St. Cassianer Schichten (s. S. 114). Sie sind als solche nur eine lokale

Facies, deren gehäufte organische Einschlüsse sich auf die Umgegend Ennebergs beschränken (Set Sass, Prelongei, bei Pescol, am Fuss des Plattkofel, zwischen Molignon und Cipit auf der Seisser Alpe). Dahin gehören auch die versteinerungsreichen Schichten von Heiligkreuz am W.-Fusse des Heiligkreuzkofels.

Ausserhalb der südalpinen Eruptivgebiete haben sich zu gleicher Zeit mit den St. Cassianer Schichten an ihrer Statt thonige und sandige Ablagerungen gebildet, die wir unter dem generellen Namen der Partnachschichten zusammenfassen (sonst auch Lunzer Sandstein-, Reingrabener Schichten z. Th. genannt) und als Zeitäquivalente des ausseralpinen Lettenkeupers betrachten. Darauf weisen die in den grünlichgrauen Sandsteinlagen eingeschlossenen Pflanzenreste, die vor allem der Beachtung zu empfehlen sind (Fundstellen: Weissenbach bei Reutte, Warth im Oberlechthal, Bludenz, Scharfmösele und Partnachthal bei Garmisch, Innsbruck, S-Fuss am Wilden Kaiser, Lunz, Arztberg an der Enns, Lilienfeld an der Traisen, Gössling bei Hochriss) hin. Im Gebiete der Salzalpen nehmen versteinerungsreiche graue Mergel (Scharitzkehlgraben, Zlambach bei Goisern) oder auch schwarze, zur Cementbereitung dienliche Schichten (Cementschiefer von Aussee) diese Stelle ein. In den SO-Alpen zeichnen sich auch wieder tuffige Lagen (z. B. Kaltwasser bei Raibl), aber in sehr beschränkter Weise entwickelt. Auf der südwestlichen Seite der Alpen mögen die Fischschiefer von Perledo am Comersee auf dieses Niveau zu setzen sein, wie gewisse pflanzenführenden Schichten bei Schilpario und im Val Camonica. In diesen überall geringmächtigen und durch Verwitterung stark veränderten Schichten, welche meist am Saume von Längsthälern ausstreichen oder Passeinschnitte bilden, ist die Orientirung selbst für Geologen schwierig und nur durch die Beobachtung der Lagerungsfolge und der Versteinerungen zu gewinnen. Wir eilen daher zu einer mächtigen, die grossartigsten Gestalten der Bergriesen unserer Kalkalpen bedingenden Gesteinsbildung, geeignet, uns rascher in den mannichfachen Schichtenbildungen zurechtfinden zu lassen.

b) Wettersteinkalk, Hallstätter rother Marmorkalk und Schlerndolomit.

Der Umstand, dass ein meist sehr mächtiger Complex von Kalk oder Dolomit (oft beide miteinander verbunden) nach unten und nach oben von zwei relativ schwachen und leicht zerstörbaren mergeligen Gesteinslagen begleitet wird, hat in Folge der Schichtenzusammenfaltung und der grossartigen Zerstörung dieser begleitenden weichen Mergelgesteine diesen Kalkmassen eine mit ihrer Umgebung um so stärker contrastirende Gestaltung verliehen, je beträchtlicher ihre Mächtigkeit und je fester und widerstandsfähiger das Material ist, aus dem sie bestehen. So sehen wir das Wettersteingebirge mit der Zugspitze, das Karwändelgebirge, die Kalkspitzen bei Innsbruck mit der Martinswand, dem Solstein und der Speckkarspitze, den Unnütz am Achensee, den Gufferrt, Pentling, das vordere und hintere Kaisergebirge, dessen vorstehendes Profil (S. 161) auch hier zu vergleichen wäre, dann Benediktenwand, Wendelstein, Kampenwand, den Rauschenberg und Hohen Stauffen aus diesem oft blendend weissen Kalk mit untergeordneten Dolomitlagen in ihren wildzackigen Kämmen und Spitzen die höchsten Erhebungen dieses Theils der nördlichen Kalkalpen gewinnen. In den Salzalpen und weiter ostwärts müssen sie ihre Stelle dem Hauptdolomit und Dachsteinkalk abtreten, gewinnen aber hier als rother Marmorkalk entwickelt eine neue Bedeutung als Material zur Herstellung prachtvoller Marmorgegenstände und als das Muttergestein zahlreicher, wohlerhaltener Versteinerungen (s. S. 115), die auch den Laien durch ihre Schönheit erfreuen. Noch einmal erheben diese Schichten meist in Form von Dolomit in einer Mächtigkeit von etwa 1500 m ihre zackigen Spitzen in dem langen Zug von Vordernberg bis Wiener Neustadt in den Bergriesen des Hochschwabs, der Hohen Veitsch, der Raxalpe und des Schneebergs.

Noch grossartiger entfaltet sich ihre majestätische Natur wieder in den Südalpen, wo in den sog. Dolomitalpen zwischen Etsch und Piave die Kühnheit der Bergformen mit der Mannichfaltigkeit und Erhabenheit der Gestaltung wetteifert. Man

vergleiche das vorstehende Profil (S. 158). Es genügt, die sogenannten Dolomitberge Schlern, Plattkofel, Mormalada als Beispiele zu nennen. Westwärts setzt der Zug über Latemar, Joch Grimm, Cislon zum Etschthal sich senkend, jenseits wieder zu dem gewaltigen Gebirgsstock der Mendel aufgerichtet durch Judicarien, Val Camonica, Val Brembana zum Comersee, in dessen Nähe bei dem Dörfchen Esino das Gestein mit einer erstaunlichen Menge sehr wohl erhaltener Versteinerungen erfüllt (daher Esinoschichten) getroffen wird, fort. In diesem Strich der lombardischen Alpen fällt die sog. Dolomia metallifera durch eine Art Riesenoolithstructur ganz besonders in die Augen. Ausläufer streichen weiter bis über den Lago maggiore hinaus. Noch bedeutender ist die Verbreitung ostwärts vom Etschthale bei Trient bis zur ungarischen Ebene. Hier wollen wir nur wenige wichtigere Glieder hervorheben: so den Mt. Clapsavon mit seinem Reichthum an Versteinerungen, die durch ihre Fülle von Blei- und Zinkerzen berühmten Kalkberge bei Villach, den Raibler Bleiberg und endlich die ausgedehnten Kalkberge bei Idria und Zirknitz.

In diesen Kalkbergen, welche durch ihre Schönheit und die Schwierigkeiten, die viele ihrer Gipfel dem Ersteigen bereiten, vor andern das Ziel rüstiger Bergsteiger und der Liebling der Alpenbesucher geworden sind, bietet sich eine Fülle von Gelegenheit, interessante und wichtige geologische Beobachtungen zu machen. Es sind vor allen die so leicht ins Auge fallenden und ungemein häufig vorkommenden zierlichen Kalkalgen *Gyroporella* (s. S. 115 No. 9), deren zierliche Ringe und Röhrchen ausgewittert die Natur des Kalks so sicher verrathen, dass sie der Beachtung besonders dringend zu empfehlen sind, namentlich bei Ersteigung der höchsten Spitzen der Bergriesen, auf welchen oft noch jüngere Gesteine aufgesetzt sind, ohne dergleichen Röhrchen zu beherbergen.

Von den vielen anderen Versteinerungen wollen wir nicht ausführlicher sprechen; sie sind ja alle von Wichtigkeit und der Beachtung werth; nur die Koralleneinschlüsse sind noch hervorzuheben, weil damit eine Streitfrage zusammenhängt, welche sich auf die Entstehung der plötzlich in grosser Mächtigkeit sich erhebenden Kalk- oder Dolomitfelsmassen bezieht.

Dieses locale Anschwellen der Kalkflötze leiten einige Geologen von alten Korallenriffen her, deren Form sich in den Kalkmassen erhalten haben soll. Von Anderen wird diese Annahme in Zweifel gezogen. Es handelt sich hierbei um den Nachweis der Korallen im Gestein und um die Uebereinstimmung der Felsstructur mit jener der Korallenriffe. Dadurch gewinnt die Besteigung solcher Kalkberge ein erhöhtes Interesse, das wir hiermit angeregt haben möchten. Die mehr oder weniger deutliche Schichtung des Kalklagerdolomits, die petrographische Beschaffenheit des Gesteins, ob es aus Kalk, oder Dolomit, oder Halbdolomit bestehe, verdienen gleichfalls die Berücksichtigung des Reisenden. Es ist sehr merkwürdig, dass gerade in diesem kalkigen Gestein an so zahllosen Stellen Blei- und Zinkerze gefunden werden, dass man das Gestein geradezu Erzkalk nennen könnte (Bieberwier, Höllenthal, Mittenwald, Nassereit, Rauschenberg und die ergiebigen Bergwerke bei Raibl, Villach, Bleiberg und viele Orte in den lombardischen Alpen). Charakteristisch für dieses Vorkommen ist, dass die Haupterze Bleiglanz und Galmei fast constant von Gelbbleierz begleitet werden. Da giebt es Mancherlei zu sammeln, selbst die alten Bergbauhalden erregen in diesem Sinne Interesse. Um nicht Irrungen zu begegnen, sei noch erwähnt, dass bereits in diesem Kalk Muschelversteinerungen vorkommen, welche der Dachsteinbivalve (s. S. 117) sehr ähnlich, nicht identisch sind. Ihre Form ist kleiner und weniger dick und in einer Art an der hinteren Seite doppelkantig. In dem Gebiete der Bündener Alpen, im Oberengadin bis zum Vintschgau, schlängelt sich neben dem Verrucano und der oft gypsigen Rauhwacke ein schmaler Streifen von schwärzlich grauem, abwechselnd auch hellfarbigem, bald festem, bald porösem Kalk und Dolomit unter dem Namen Arlbergkalk durch das hohe Gebirge und berührt selbst die Ortlergruppe. Derselbe gilt als Stellvertreter des Wettersteinkalkes. Aber noch fehlen alle sicheren Anhaltspunkte für die Richtigkeit dieser Annahme. Es kann daher gerade diese Gesteinsreihe in ihrem ganzen Verhalten der Aufmerksamkeit, besonders der Ortler-Besteiger, nicht dringend genug empfohlen werden. Namentlich möge man nach den kleinen *Gyroporellen* (s. S. 115)

Umschau halten, welche am leichtesten auf verwitterten Gesteinsstücken sich entdecken lassen und, wie erwähnt wurde, für die Altersbestimmung des Kalkes von grossem Werthe sind.

c) Raibler oder obere Cardita-Schichten.

Lüner-, Opponitzer-, Gorno- und *Dossena-Schichten* mit *Gervillia bipartita.*

Ueber den eben erwähnten Kalk- und Dolomitmassen folgt in Sätteln oder auf eingeschnittenen Terrassen vielfach aufgeschlossen und zu Tage ausstreichend eine ähnliche mergelige Schichtenreihe, wie wir sie unter dem mächtigen Kalke in den sog. Partnachschichten kennen gelernt haben. Sie hat, wie die Aufschrift lehrt, sehr verschiedene Namen erhalten und gewinnt besonders dadurch ein erhöhtes Interesse, dass sie überall, wo sie auftritt, als ein wesentliches Moment der Gebirgsgestaltung sich zu erkennen giebt. Denn viele tiefe Gebirgseinschnitte, Sättel und weidenreiche Stufen, die oft bandartig zwischen den wildzackigsten Kämmen sich fortziehen, sind allein durch das Vorkommen dieser Mergellagen bedingt. Schon dies genügt, die Wichtigkeit der Raibler Schichten anzudeuten. Dazu kommt ferner noch eine Fülle von in ihnen eingeschlossenen, oft sehr wohlerhaltenen Versteinerungen, welche denen der tieferen Cassianer Stufe sehr nahe stehen und mit diesen zunächst zu vergleichen sind. Welchen Reichthum an Formen der Bewohner eines uralten Meeres, ausgestorbene Arten als Vermittler früherer und späterer Zeit können wir da oft mit leichter Mühe aus dem weichen Mergel, Seegeschöpfe, Muschel- und Schneckenschalen auf den höchsten Bergen sammeln! Zuweilen tragen solche Einschlüsse noch den wunderschönen irisirenden Farbenschmuck mancher lebenden Muschelschalen (sog. irisirender Muschelmarmor von Bleiberg, auch vom Lavatscher Joch bei Innsbruck). Wie oft auch tritt an ihrem Saume auf der das Wasser nicht durchlassenden Schicht eine Quelle hervor und gibt einem üppigen Blumengarten das Dasein. Selten betritt der Alpenwanderer diese Gesteinsstreifen, ohne durch ein trinkbares Wasser erfreut zu werden. Zahlreiche Alpen benützen den grasreichen, feuchten Boden, den die

Zersetzung der Mergel liefert, z. B. Wettersteinalpe, Frauenalpl, Hochalpe am Kaiser, Moosalpe am Kienberg, Lüneralpe an der Scesaplana, Zirlerkristenalpe, Preindler-, Arzmoos-, Kaum-, Wildalpe u. s. w., um hier weit ausgedehnte Weiden sich zu schaffen.

In den Südalpen nehmen diese Bildungen oft eine eigene Beschaffenheit an, wie z. B. bei Raibl, wo unmittelbar auf Wettersteinkalk fischreiche Schiefer, dann harte Kalkmergel mit weichen Zwischenlagen und Bänken hornsteinführenden Kalkes und Dolomits, erfüllt von einer kleinen der Dachsteinbivalve ähnlichen Muschel und noch höher wieder reiche Mergel (sog. Torerschichten) unter dem mächtig sich aufbauenden Hauptdolomit lagern. Auf beiden Thalseiten (Torer- und Thörlsattel) finden sich höchst ergiebige Fundstellen von Versteinerungen in diesen Mergelschichten. In ähnlicher Beschaffenheit zieht diese Stufe durch die ganzen SO.-Alpen, als ein zwar meist schmaler, aber weithin ausgedehnter Gesteinsstreifen bis Cladenico und zum Südfusse des Mt. Tinizza bei Ampezzo). Im Gebiete zwischen Piave und Etsch nehmen solche Gebilde oft eine rothe Farbe und tuffige Beschaffenheit an (Schlernplateau, W. vom Mendelwirthshaus), wahrscheinlich in Folge einer Beimengung von Eruptionsmaterial, welches sich in ihrer Nähe durch das Vorkommen von augitophyrartiger Gang- und Deckengesteine verräth.

Fig. 56 *c*.

In den lombardischen Alpen endlich spielen die unter dem Namen Schichten von Gorno und Dossena oder der *Gervillia bipartita*, von der hier (Fig. 56c.) noch eine Abbildung nachträglich beige-

fügt ist, eine grosse Rolle, indem sie sich in einem fast ununterbrochenen Bande vom Lago d'Idro bis über den Comersee zum Grossen See hinausschlängeln, z. B. bei Cassiglio und Olmo unfern Piazza, bei Gorno und Ardese im Val Seriana, am Mte Alto N. vom Iseosee, bei Vestone u. s. w.

d) Hauptdolomit.

Im weiteren Aufbau des Kalkgebirgs folgt nun das verbreitetste und durchschnittlich mächtigste, jedoch einförmigste Glied — der sog. Hauptdolomit mit Plattenkalk, der meist aus kalkigem Dolomit besteht, strichweise aber auch (Salzkammergut, Berchtesgaden) durch ein System von Kalkschichten ersetzt wird (unterer Dachsteinkalk). Als Dolomit durch eine bis ins Endlose gehende Zerklüftung in kleine parallelepipedische Stückchen zersprengt, neigt sich das Ge-

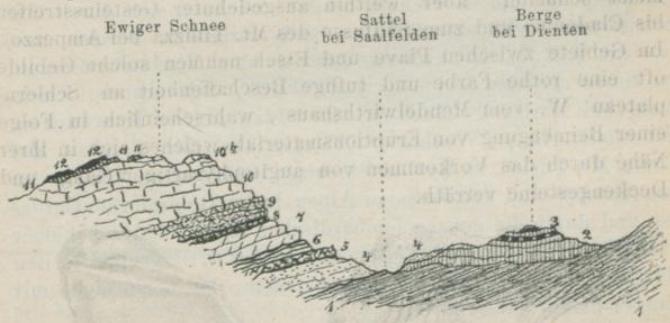


Fig. 57.
1) Thonschiefer von unbestimmtem Alter; 2) silurischer Thonschiefer; 3) Kalk- und Eisenerz-Einlagerungen in letzterem; 4) Werfener Schichten; 5) Rauhwacke; 6) Muschelkalk; 7) Wettersteinkalk; 8) Raibler Mergelschichten; 9) Hauptdolomit, untere Region; 10) dessen obere Region als Plattenkalk oder unterer Dachsteinkalk ausgebildet; 10 *b*) oberer Dachsteinkalk; 11) rother Liaskalk; 12) graue Algäuschiefer des oberen Lias.

stein zu einem leichten Zerbröckeln und zeigt sich mit stets rauher Oberfläche zu tausendfachen wilden Steinrinnen, zerschlitzten Felsgräben, scharfen Schneiden und Gräten, kühnen Spitzen und Nadeln ausgezackt und in den mannichfachsten

Formen zu pflanzenarmen, oft öden Bergen aufgethürmt. Sie bieten daher geringeres geologisches Interesse, zumal auch Versteinerungen darin zu den grössten Seltenheiten gehören und nur stellenweise als vereinzelte Steinkerne (s. S. 117) die ermüdende Einförmigkeit unterbrechen. Da giebt es kaum eine geologische Beobachtung zu machen, selbst nicht an den oft wunderlich ausgezackten Rauhwackenriffen, welche neben Gypsstöcken sich vielfach an der Basis der Dolomitmassen einstellen. Die Gegenden dagegen, wo kalkiges Gestein vorherrscht und sich mit dem obern Dachsteinkalk vereinigt zu ganz gewaltigen Kalkmassiven zusammenschliesst, wie solche uns in dem Plateaugebirge der Salzalpen — von Berchtesgaden bis Aussee — entgegentreten, gehören zu den landschaftlich grossartigsten der Nebenzone — Dachsteinstock, Tännen, Uebergossene Alpe, Ewigschneegebirge, Watzmann, Untersberg, Reitalpe, Loferer Steinberge. Die Gebirge, in denen der zerbröckelnde Hauptdolomit die Herrschaft besitzt, zeichnen sich durch ihre zerrissenen, viel zerschlitzten und unruhigen Formen aus, wie sie z. B. im Hochvogelgebirge, in den Vorderriss-Bergen, im Sonnwendjoch, Schneeberg, Voralpe, Schwarzberg-Kirchwald bei Mariazell, Moedling, im Süden in den Karawanken, Sannthaler Alpen, Wocheiner Gebirgen, Gr. Obir, Terglou, Mte Canin, Mt. Turlon, im Rauhkofelgebirge bei Lienz, in den Bergen von Auronzo und den Fassaner Alpen, in den Gebirgen am Gardasee und durch die ganzen lombardischen Alpen hindurch immer wiederkehren. Ob auch Felsmassen in der Ortlergruppe in den Bündner Alpen hierher zu rechnen seien, ist noch nicht mit einiger Sicherheit ermittelt.

e) Rhaetische Schichten.

Stufe der *Avicula contorta*.

So wenig Abwechselung sich der geologischen Forschung in den Dolomitbergen der vorigen Stufe darbietet, so lebhaftes Interesse beansprucht die den Hauptdolomit überlagernde meist mergelige und überaus versteinerungsreiche rhätische Schichtenreihe (s. S. 118). Zumeist sind es Gesteine dieser wichtigen Schichtenbildung mit ihren grossen, weidereichen, quelligen Alp-

flächen, die inmitten der ödesten Dolomitgebirge uns einladend winken und dem Wanderer Rast, Obdach und frischen Trunk gewähren. Den leicht zersetzbaren und sich ausebnenden Mergelgesteinen der rhätischen Stufe verdanken wir diese herrlichen Oasen in der Steinwüste. Der Quellenreichthum bewirkt häufig, dass der Untergrund schlüpfrig und kothig bleibt, sodass viele gerade dieser Alpen den Namen „Kothalpen" tragen. Wo aber die Gewässer zu kleinen Rinnsalen sich sammeln, in das weiche Gestein einschneiden und die leicht zerstörbaren Mergel auswaschen, da tritt uns eine geradezu erstaunliche Fülle der herrlichsten Versteinerungen entgegen, die zu sammeln ebenso verdienstvoll, wie lohnend ist. Welch' grosse wissenschaftliche Schätze können durch solche Aufsammlungen von unseren Alpenreisenden gehoben werden! Ein

Normalprofil aus den Miesbacher Alpen.

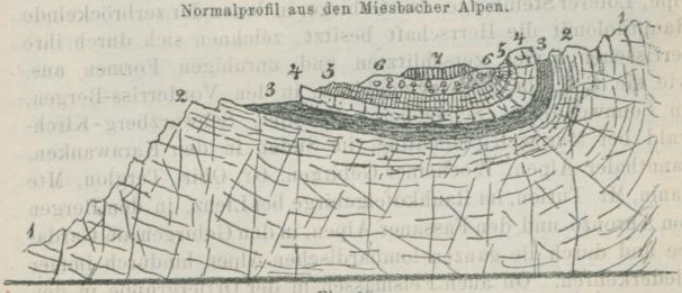


Fig. 58.

1) Hauptdolomit; 2) Plattenkalk oder unterer Dachsteinkalk; 3) rhätische Schichten; 4) oberer Dachsteinkalk; 5) Liasschichten; 6) Juraaptychenschichten; 7) Neocomschichten.

altes Meer, ähnlich wie jenes der St. Cassianer und der Raibler Stufe, aber ein relativ jüngeres, liegt hier gleichsam versteinert in seinen Muscheln und Korallenschätzen ausgebreitet vor uns und bietet uns die Reichthümer an organischen Formen, die es einst belebten. Wir wollen einige der bekanntesten und ergiebigsten Fundstellen solcher rhätischen Versteinerungen hier beifügen, um den Sammeleifer anzuspornen. In den westlichen Schweizer Alpen sind sie spärlich und vereinzelt: Bei Matringe im Chablais, in Maurienne, in den Frei-

burger Alpen, im Javroythal und bei Spiez am Thuner See. Erst O. vom Rheinthal entfalten sie sich in ergiebiger Ueppigkeit, gleich von der Schweizer Grenze an der Scesaplana beginnend und von da an fortstreichend durch die Algäuer Alpen (Krumbachsattel, Formarin, Bernhardsthal bei Elbigenalp, Palmwand bei Hindelang), dann im Zugspitzgebiet im Naidernachthal, im Lahnewiesgraben bei Garmisch, am Krotenkopf, Heimgarten, am Walchensee, am Spitzingsee, wo an der Benzingalpe auch Gyps sich einstellt, an der Kothalpe am Wendelstein, am Grossen Traithen und Brünnstein, im Gastättergraben, am Hochfellengipfel, in der Klamm bei Kössen (daher der vielfach gebräuchliche Namen: „Kössener Schichten"), am Kammerkar, im Wundergraben, Mahmoshals, am Osterhorn. S. bei St. Wolfgang, am Schaf- und Gaisberg, im Eibengraben bei Ebensee, bei Stahremberg, an der Feuchtenalpe im Sengsengebirge, im Pechgraben, in der Grassau, bei Gresten, am Kraxenberg, an der Mandlingerwand, bei Enzersfeld und Hirtenberg, im Helenenthal bei Baden, Anninger bei Mödling, Gumpertskirchen, am Dürren Liesing, zu St. Veit bei Hietzing. Auch aus den Südalpen mögen einige Hauptfundpunkte genannt sein: bei Lienz hinter Jungbad, im Gams- und Almbachgraben, am Jöchersberg und im Mayerholdgraben in SW. In Kärnten, spärlich hier wie in den Karawanken und Sannthaler Alpen, im Terglоustock. Weiter westwärts fehlen sie bis über die Etsch hinaus fast ganz, tauchen erst mit dem schwer zugänglichen Gebirge w. vom Gardasee zwischen Tremosine und Storo als versteinerungsreiche Mergel wieder auf und halten nun durch die ganzen lombardischen Alpen bis zur Schweizer Grenze bei Lugano aus, (Schichten von Azzarolla, Mte Tarbiga a Burni, Salla sul Lario, Val Lumezzano, Val Sarezzo, Villa Frizzoni, Val Menaggio u. s. w.). In den Gegenden, wo Hauptdolomit und Plattenkalk mit dem oberen Dachsteinkalk sich vereinigen (Salzalpen), haben sich die rhätischen Mergel verloren und eine oft nur handhohe Lage röthlich gefärbter schieferiger Gesteine mit einzelnen organischen Einschlüssen erinnert hier an das Niveau der sonst so versteinerungsreichen Schichten.

f) Oberer Dachsteinkalk.

Endlich sehen wir an vielen Stellen über dem weichen Mergel als steiles, aber grotesk geformtes Felsriff einige weisse Kalkbänke von geringer Mächtigkeit sich erheben, die durch ihren Widerstand gegen Zerstörung in schroffen Contrast zu der weichen mergeligen Unterlage treten. Diese Bänke machen den sog. obern Dachsteinkalk aus, der meist erfüllt ist von Korallenbüschen und der Dachsteinbivalve (s. S. 120 u. Fig. 58*b*)

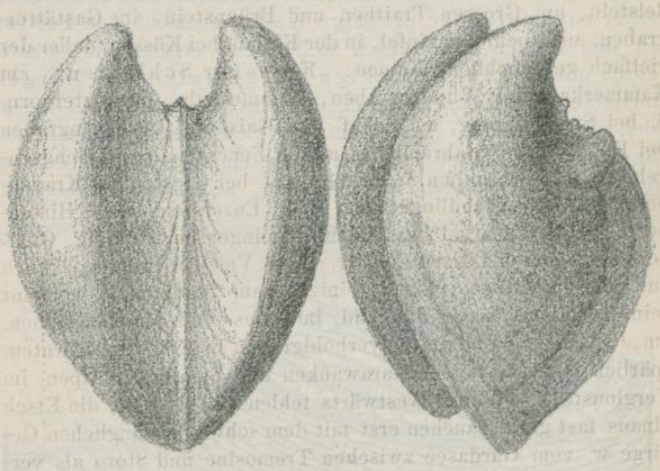


Fig. 58*b*.
Steinkerne der sog. Dachsteinmuschel. *Megalodon triqueter* Wulf.

oder deren ausgewitterten Hohlräumen, den sog. Hirschtritten oder Ungui di Capri der Alpenbewohner. In manchen Gegenden verfliessen diese Kalkbänke mit der grauen, mehr kalkig werdenden Mergelunterlage (Algäuer Alpen), in andern schliessen sie sich, wenn gleichzeitig die mergelige Zwischenlage der rhätischen Stufe sich auskeilt, unmittelbar ohne scharfe Grenze an den Platten- oder unteren Dachsteinkalk an und helfen dann mit diesem zu einem geschlossenen System von Kalkschichten vereinigt die ungemein mächtigen Kalkmassive der Salzalpen aufbauen.

Stellenweise enthält dieser Dachsteinkalk auch Hornstein (Hochfellen), welcher vielfach in Form der eingeschlossenen organischen Ueberreste auftritt.

4) Liasbildungen.

Wo über dem rhätischen Mergel die der Verwitterung trotzenden Dachsteinkalkbänke sich vorfinden, ist die Scheidung gegen den auflagernden Lias deutlich. Es übernehmen meist rothgefärbte plattige Kalke nunmehr den Fortbau an den Bergen und werden stellenweise ergänzt und ersetzt durch graue, dunkelfleckige Mergelkalke und Mergel. Im Gebiete der Kalkmassive in den Salzalpen (s. S. 172 u. 175) legt sich das röthliche Liasgestein oft gleichsam in Rinnen und Buchten oder Eintiefungen des Dachsteinkalks ein, so dass es den Anschein gewinnt, als ob beide, nebeneinander lagernd,

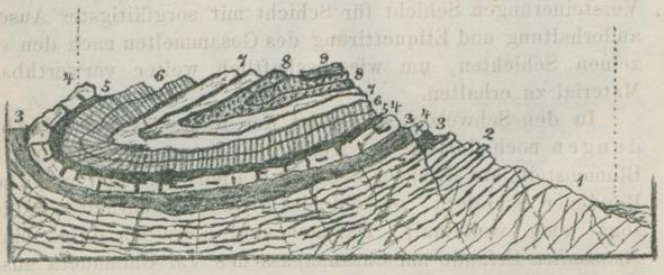


Fig. 59.

1) Hauptdolomit: 2) Plattenkalk oder unterer Dachsteinkalk; 3) rhätische Schichten; 4) oberer Dachsteinkalk; 5—8) Lias und zwar: 5) lichtweisser Thalassitenkalk (unterster Lias); 6) Arietenführender tiefrother, dichter Liaskalk (unterer Lias); 7) blassrother mittler Liaskalk; 8) mergeliger rother oder grauer oberer Lias; 9) Juraaptychenschichten.

gleichsam ineinander übergingen, eine Täuschung, zu welcher man durch die oft secundäre rothe Färbung des Dachsteinkalkes noch leichter verleitet wird (Loferer Steinberge, Steinernes Meer, Hoher Göhl, Dachsteingebirge). Wir setzen hier eines der lehrreichsten Profile in Bezug auf Gliederung der

alpinen Liasschichten aus dem Kammerkargebirge bei. Es muss vor dieser Verwechslung sehr gewarnt werden.

In analoger Weise verbinden sich rhätische Mergel, wo die Dachsteindecke fehlt, unversehens mit graulichgelben Liasschichten (Enzesfeld, Gresten, Algäu). Doch zeigen sich selbst wenn, wie an Pfanserjoch bei Pertisau, der tiefste Lias als sog. Planorbisbank direct über den rhätischen Schichten entwickelt ist, die Faunen beider Lagen ohne Uebergänge streng geschieden.

Die Gefahr einer Verwechselung der Liasgebilde, bloss nach ihrer Gesteinsbeschaffenheit beurtheilt, ist um so grösser, je mehr die früher erwähnten verschiedenen Faciesentwickelungen ungemein rasch wechseln und dicht nebeneinander aufzutreten pflegen. Daher ist es besonders räthlich, auf die organischen Einschlüsse ein wachsames Auge zu haben und darnach das Urtheil hauptsächlich zu gründen. Wir können hier nicht auf die feineren Unterschiede der Zergliederung in kleinste Abtheilungen ein Gewicht legen, welche die Sache der Fachgeologen bleibt. Aber empfehlen müssen wir doch das Aufsammeln der Versteinerungen Schicht für Schicht mit sorgfältigster Auseinanderhaltung und Etiquettirung des Gesammelten nach den einzelnen Schichten, um wissenschaftlich weiter verwerthbares Material zu erhalten.

In den Schweizer Alpen ist der Nachweis der Liasbildungen noch dürftig (bei Meillerie, Bex, am Torrenthorn, bei Blumenstein, am Brienzer See, am Wallenstein), und in den sog. Bündener Schiefern, obwohl sie *Belemniten* enthalten sollen, sogar noch zweifelhaft. Dagegen sind dieselben durch einige *Ammoniten*-Erfunde am Casannapass des Val Chiamuera ausser Zweifel gestellt. Mit dem Uebertritt über den Rhein erscheinen sofort die drei Facies der Adnether, Hierlatz- und Algäuschichten oft dicht nebeneinander entwickelt. Es muss hier genügen, einzelne ergiebige Fundstellen namhaft zu machen, und zwar für die rothen, oft knolligen Adnetherkalke: Spullersee und Formarin im Vorarlberg, Spitzstein bei Kufstein, Kammerkar bei Reut im Winkel, Adneth bei Salzburg, Schafberg bei St. Wolfgang, für das Auffinden der tiefsten Liasschichten als sog. Planorbisschichten das Pfanserjoch W. vom Achensee und in Form gelblich gefärbten Gesteins Enzesfeld

unfern Baden; für die roth- und weissgefleckten Hierlatzkalke: Hindelang im Algäu, Pfanserjoch gegen die Tiefenbrunneralpe bei Pertisau am Achensee, Gotzenalpe, Fagstein und Kallersberg bei Berchtesgaden, Hierlatz am Dachstein, Gratzalpe bei Salzburg u. s. w.; endlich für die grauen Algäuschichten: Algäu, Tegernseeer Berge, Riesen- und Asenberg bei Kufstein, Gastätter- und Wundergraben bei Ruhpolding, Schmelzhaus bei Bergen, dann in einer eigenthümlichen Kohle-führenden, sandigen Entwickelung bei Gresten in den österreichischen Alpen.

Die besondere Ausbildung des alpinen grauen Lias bei Rovereto, in den Sette communi und im Etschgebiete mit zahlreichen und schönen Pflanzeneinschlüssen (Rotzo), sowie eigenthümlichen Thierresten (vergl. Fig. 60) geht westwärts in den lombardischen Alpen wieder in die typische Adnether Facies über (sog. Corso oder Calcarēa rossa amm. inf.), wie solche zu Erba O. von Como, ausserdem zu Saltrio, Arzo, Mte Generoso, Moltrasio, Botticino, Tignale, bei Brescia etc. bekannt ist. Graue dichte Varietäten nennt man hier Medolo (Mte Domaro) und Saltrio, wenn sie Hornstein führen.

Diese Verschiedenheit, welche sich innerhalb der Alpen in der Gesteinsbeschaffenheit örtlich bemerkbar macht und sichtlich zugleich auch mit Differenzen in der Fauna verknüpft ist, könnte zu sehr interessanten Studien über die Beschaffenheit des alten Liasmeeres Veranlassung geben.

5) Dogger- und Jura-Schichten.

Zu den Andeutungen, welche früher (S. 124—126) gegeben wurden, haben wir hier Weniges beizufügen. Wir versuchen zunächst in einem ziemlich vollständigen Profil (Fig. 60) aus dem Etschthale bei Rovereto einen Ueberblick über die hierher gehörigen Gesteinsschichten zu geben. Es sei dazu weiter im Allgemeinen bemerkt, dass in dem Grade, wie O. vom Rhein die Triasgesteine in überaus mächtigen und ausgebreiteten Schichtensystemen die Oberherrschaft erlangt haben, ebenso gegen Westen zu die jurassischen Bildungen sich fast ausschliesslich der Alleinherrschaft in den Kalkalpen bemächtigen. Eine Reihe der glänzendsten Entdeckungen hat in neuerer Zeit in der

Schweiz Dogger und oberen Jura in ungeahnter Reichhaltigkeit und Mannichfaltigkeit an zahllosen Punkten ans Licht gefördert. Wir können hier natürlich nur einzelne festgestellte Vorkommnisse herausgreifen: Klausschichten zwischen Wengen und Lauterbrunnen, Schichten mit *Ammonites Murchisonae* an der Wengernalp, Lauberhorn, Grindelwald, am Faulhorn; mittleren Dogger und oberen Jurakalk reichlich in Savoyen, in den Berner Alpen und am Glärnisch u. s. w.

Etschthal bei Calliano

Fig. 60.

1) Hauptdolomit; 2) dickbankige Kalke mit Spuren rhätischer Versteinerungen; 3) grauer Lias von Rovereto und Rotzo; 4) Gardakalk (unterer Dogger); 5) rother Doggerkalk mit *Rhynchonella bilobata*; 6) Posidonomyenkalk; 7) rother Jurakalk mit *Ammonites acanthicus*; 8) Juradiphyenkalk; 9) Neocombiancone; 10) rothe Scaglia; 11) Thalschutt.

In den Ostalpen haben sich überhaupt zahlreiche Fundstellen ergeben; aber es liegt hier das Ganze doch noch ohne vermittelnden Zusammenschluss wie ein zerrissenes Blatt vor uns. Jedes Fragment, das wir zu dem bekannten weiter auffinden, bringt uns dem Verständniss des Ganzen wesentlich näher. Wie manche Gesteinsstücke oder Petrefakten werden aber bei Alpenwanderungen unbeachtet verworfen, die an einandergereiht wichtige Aufschlüsse über die Gesteinsverbreitung gegeben hätten.

Es mögen hier einige wenige Orte zunächst in den Nordalpen hervorgehoben werden, welche vor den vielen anderen Fund- und Beobachtungsstellen oberjurassischer Gesteinslagen durch besonders günstige Verhältnisse zu Studien sich eignen. Nur ganz spärlich bekannt sind im Osten die ältesten Doggerschichten mit *Ammonites Murchisonae* und *opalinus* (z. B. bei Hohenschwangau), während solche in den Schweizer Alpen, wie schon oben erwähnt ist, in Form grauer

harter Kalke (sog. Eisensteine) einen weiten Strich von Scheidegg über Wengernalp zur Schildhornkette einnehmen und im Molesonstock (C. Freiburg), im Kirchgraben am Thunersee und bei Mols in Glarus wiederholt auftauchen.

Reichlichere Fundstellen bieten sich für die sog. Klausschichten und das Posidonomyengestein. Zunächst ist der Thiergarten bei Wien und gleich dabei St. Veit hervorzuheben, wo es glückte, drei gesonderte Dogger-Stufen übereinander festzustellen (oben Schichten mit *Ammonites Parkinsoni*, darunter mit *A. Humphresianus* und unten mit *A. Sauzei*). Wichtig ist ferner die versteinerungsreiche Klausalpe bei Hallstatt, der ursprünglichen Fundstelle der darnach genannten Schichten, die Mitterwand daselbst, der Brunnenkogel bei Aussee und die Gracheralpe bei Maria-Zell. In den baierischen Alpen sind es die rothen und weissen Posidonomyenkalke bei Vils und namentlich am Weissen Haus bei Füssen, die leicht zugänglich, sich durch Reichthum an Versteinerungen empfehlen, wie in der Schweiz die Schichten bei Jelten in den Berner Alpen und in einem langen Zug vom Finsteraarhorn bis nach Glarus (z. B. Oberblegisee am Glärnisch) und sogar bis in die französischen Alpen (Digne).

Für Vilser Kalk ist das Vorkommen bei Windischgarsten, Stauffeneck und Vilseck namhaft zu machen.

Die noch jüngeren Juraschichten in den Facies des sog. Plassenkalks beschränken sich auf wenige Stellen, z. B. am Plassen, Sandling, an der Trisselwand im Salzkammergut, wo auch die graue Facies der tithonischen Stufe (sog. Oberalmer Schichten) weit verbreitet ist und bis ins Berchtesgadische streicht. Typische Aptychen- und Diphyenschichten zeigen sich mit älteren und jüngeren Schichten vielfach verschlungen an zahlreichen Punkten, z. B. am Hals bei Weyher (mit *T. diphya*), bei Weissenbach, Altenmarkt, im Hartelgraben, bei Hieflau, an der Weisswand des Wendelsteins, bei Ammergau, im Algäu, an der Sulzfluh im Rhäticon, am Fall des Staubbachs in der Schweiz, durch das ganze Berner Oberland, unter den Gletschern der Jungfrau, am Fusse des Mönchs, an den Gehängen des Wetter- und Wellhorns, bei Alpiglen (mit *T. diphya*), am Laucherhorn, Grindelwaldgletscher, am rechten Ufer des Brienzer See's, am Faulhorn u. s. w.

In den Südalpen mag der enge Anschluss der obersten Jurakalkbänke des überaus verbreiteten sog. Diphyenkalkes an den petrographisch sehr ähnlichen sog. Biancone oder Majolica der Neocomstufe zu eingehenden Studien einladen und namentlich in den vicentinischen Bergen zu vielen neuen Entdeckungen führen. Für Dogger und Schichten des *Ammonites acanthicus* bietet die Umgegend von Rovereto, Brentonico, das Ostufer des Gardasees u. s. w. günstige Gelegenheiten zu geologischen Beobachtungen.

Schliesslich sei vor der Verwechselung der vielerlei rothen Kalke auch bei dieser Gelegenheit noch einmal gewarnt. In den lombardischen Alpen versteht man unter Calcarea rossa-ammonitifera vorzugsweise Lias, verwechselt ihn jedoch häufig auch mit dem Kalke des *Ammonites acanthicus* der Aptychenschichten, dem Diphyenkalke und mit anderen rothgefärbten Marmorkalken.

6) Cretacische Bildungen.

Neocom-, Galt- und Plänerstufe.

Jeder Schritt, welchen wir aufwärts in der Gesteinsreihe thun, bringt uns neue Anregungen, öffnet uns neue Blätter in dem grossen Geschichtsbuche der Erde, von welchem die Berge nur Bruchstücke sind. Kaum haben wir von Westen her durch die so reich gegliederten und wohl untersuchten cretacischen Ablagerungen der Schweiz, welche noch fast unverändert in Vorarlberg und Algäu fortsetzen, wie es das Profil (Figur 61) zeigt, ostwärts den Lech überschritten, so stehen wir vor einem neuen besonders entwickelten Kreidegebiete, das, wie früher geschildert ist (S. 129), mit den Flyschvorbergen bis zum Ostrande und dem Wiener Berg sich ausdehnt. Hier verwachsen die Schichten gleichsam mit der sog. Flyschbildung und bei Wien finden sich inmitten des Flyschs oder, wie er dort heisst, des Wiener Sandsteins, cretacische *Inoceramen* neben den Flyschalgen ähnlichen Pflanzenabdrücken. Das regt die Frage an, ob nicht auch im übrigen Verbreitungsgebiete des Flysches (von dem in den Karpathen ist dies gleichfalls bereits bekannt), namentlich in der Schweiz,

manche Zwischenlagen aus dem Flysch herausgestellt und, wie es schon vielfach versucht wurde, den cretacischen Schichtenreihen zugewiesen werden müssen. In den Freiburger Alpen und in der Stockhornkette dürfte besonders nach dieser Einschaltung zu forschen sein, die, bezüglich jurassischer leichter

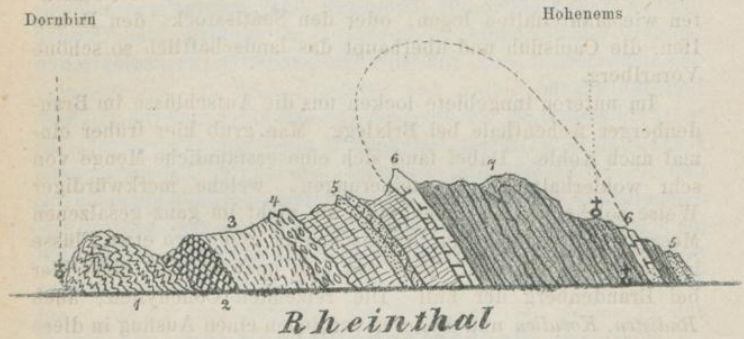


Fig. 61.

1) Flysch; 2) Nummulitenschichten; 3) Seewenmergel; 4) Seewenkalk 5) Galtgrünsand und Riffsandstein; 6) Schratten- oder Caprotinenkalk; 7) Neocom-Mergel, Kalk und Grünsandstein.

unterscheidbarer Aptychenschichten bereits erkannt, bei den dem Flysch petrographisch ähnlichen Neocomgesteinen fast nur durch Versteinerungen ausser Zweifel zu stellen ist. Diese Frage scheint wohl geeignet, unsere Aufmerksamkeit in den sonst einförmigen Flyschgebieten fortwährend lebhaft wach zu halten.

Eine andere Frage ist, gibt es etwa cretacische *Nummuliten* (s. S. 137 u. 138), wie man annimmt, dass es tertiäre *Belemniten* gäbe? Es haben sich an zahlreichen Stellen gewisse Zwischenbildungen zwischen den jüngsten cretacischen Schichten und den älteren Tertiärablagerungen eingeschoben gezeigt, bei denen man diese Frage stellen muss, so z. B. am Sentistock, bei Dornbirn, bei Burgberg am Grünten. An der zuletzt genannten Stelle erwies sich der dort in Steinbrüchen aufgeschlossene Grünsandstein noch als ein deutliches Glied der jüngsten cretacischen Stufe. Darf man das überall annehmen, auch in den Südalpen, wo eine eigenthümliche tertiäre Breccie mit *Rhyn-*

chonella polymorpha die dortige Scaglia überdeckt? Man sieht, auch bei dem cretacischen Gesteine darf der Hammer nicht ruhen!

Wer ein prächtiges Modell der Gesteinsentwickelung und zugleich auch der grossartigen Faltenbildung näher ansehen will, dem empfehlen wir den Grünten, um den sich die Schichten wie Mantelfalten legen, oder den Sentisstock, den Hohen Ifen, die Canisfluh und überhaupt das landschaftlich so schöne Vorarlberg.

Im unteren Inngebiete locken uns die Aufschlüsse im Brandenberger Achenthale bei Brixlegg. Man grub hier früher einmal nach Kohle. Dabei fand sich eine erstaunliche Menge von sehr wohlerhaltenen Versteinerungen, welche merkwürdiger Weise solchen Arten angehören, die nicht im ganz gesalzenen Meereswasser, sondern im brackischen da leben, wo etwa Flüsse in die See einmünden. Dies war also unzweifelhaft einst hier bei Brandenberg der Fall. Die reizenden Conchylien, auch *Rudisten*, *Korallen* und Anderes verdienen einen Ausflug in diese Gegend. Noch weiter im Osten sind gleichfalls überaus versteinerungsreiche Sedimente, in der Gosau schon von Alters her bekannt und daher Gosauschichten genannt und am Untersberg durch die Kuhhornmuschel (*Hippurites cornu vaccinum*) und die schönen Marmorkalke (s. S. 132, 133) weltberühmt, die uns lebhaft interessiren und zum Sammeln aneifern können. Schon bei Siegsdorf (in Götzreuther Graben) beginnen solche und ähnliche Lagen, setzen am Hochkreuz und in der Rossfeldalpe (Neocomstufe), in der Gosau bei Hallstatt, bei Ischl, Windischgarsten, in der neuen Welt bei Wiener Neustadt u. s. w. fort. Besonders berühmt aber ist die Wand oberhalb Grünbach, an der man Schicht für Schicht genau unterscheiden und studiren kann.

Von den obersten *Belemnitellen* führenden Schichten soll nur erwähnt werden, dass sie in einem Graben bei Hallthurm (Nierenthal) und am Fusse des Kressenbergs zu finden sind, am Burgberg durch Grünsandstein und bei Oberstdorf im Algäu durch grauen Mergel vertreten werden.

In den Südalpen kommen Gosau-artige Ablagerungen selten vor. Doch kennt man Aehnliches aus den Vorbergen der lom-

bardischen Alpen in der Brianza bei Sirone und Brenno neben Majolica und Scaglia, welche hier als Repräsentanten der Neocom- und oberen Kreidestufe eine ungemein grossartige Verbreitung gewinnen.

IV. Bildungen der Tertiärzeit
oder
Känolithische Schichten.

Immer noch stehen wir innerhalb des eigentlichen Alpengebietes, wenn auch am äussersten Saume desselben und in einzelnen tiefer einschneidenden Randbuchten, indem wir uns zur Betrachtung und zum Besuche der Tertiärgebilde wenden. Sie reichen nach der früheren Auseinandersetzung (s. S. 135—146) vom Schlusse der Ablagerung cretacischer Schichten bis zur Gegenwart, und in dieser fortdauernd stufen sie sich, vom Aelteren zum Jüngeren fortschreitend, in die Bildungen der eigentlichen Tertiär-, der Quartär- und der recenten oder Novär-Zeit ab.

1) Tertiär-Formation.

Merkwürdiger Weise sind es nicht die ältesten Tertiärgebilde, welche am Aufbau der Kalkalpen einen wesentlichen Antheil nehmen, sondern jener Complex kalkiger, mergeliger und sandiger Schiefer, welche unter der Bezeichnung Flysch oder Wiener (auch Karpathen-) Sandstein bekannt ist.

In einem fast ununterbrochenen Streifen zu einem hohen Randwall aufgehäuft, schliessen diese Flyschgesteine in den Nordalpen auf weite Strecken das innere hohe Alpengebirge ab und machen den eigentlichen Fuss desselben aus. Leicht verwitternd und sich zersetzend liefern sie hier einen tiefgründigen, feuchten, oft sumpfigen Boden, der eben so reiche Alpenweiden, wie stattliche Wälder trägt.

Nur sporadisch unter dem Schutz vorspringender Berge angelehnt oder in seichten Buchten gegen das Innere vordringend tauchen stellenweis alttertiäre Ablagerungen, die sog. Nummulitenschichten (s. S. 137) auf, die wir in ihrem Versteck

aufzusuchen haben. Ermüdet uns das Einerlei der Flyschberge, welche nur da und dort durch den Einschluss riesiger, an erratischen Ursprung erinnernder Blöcke (Bolgenach und Lenzenbergtobel im Algäu, viele Stellen in der Schweiz) oder durch die in ihnen eingezwängten Falten älterer Gesteinsstreifen (Jura-Aptychen-, Neocomschichten) uns grösseres Interesse abzugewinnen vermögen, so bieten die Nummulitenschichten älteren und jüngeren Ursprungs (eocäne und oligocäne Nummulitenschichten) durch die Fülle der in ihnen vergrabenen Thierreste einen desto grösseren Anziehungspunkt für Sammler und Naturfreunde. Es empfehlen sich hierfür die Diablerets, Ralligstöcke, das Niederhorn, Pilatus, die alten Erzgruben und die Gräben am Grünten, die Steinbrüche auf sog. Neubeurer Marmor bei Sinning bei Rosenheim, bei Traunstein, Hammer, der Kressenberg vor allen, die Pechkohlengruben bei Häring im Innthal (jüngere Schichten), die Bucht von Reit im Winkel, der Elendgraben bei Reichenhall, Mattsee, der Pechgraben bei Gross-Raming, der Waschberg bei Stockerau in den Nordalpen. Auch vergesse man nicht die grossen Dach- und Schieferbrüche in Glarus bei Engi und Matt, Attingshausen in Uri u. s. w. wegen der höchst merkwürdigen Fischüberreste, die sich hier eingeschlossen finden.

In den Südalpen bietet keine Gegend eine reichere Gliederung und eine grössere Menge von Versteinerungen in den Tertiärschichten, als die Vorgebirge der Vicentinischen Alpen, die Gegend von Ronca, Castel-Gomberto, Schio, Marostica, Belluno, das Isonzogebiet bis hinab nach Istrien mit den sog. Cosina-Schichten, welche mit den unterlagernden Rudistenkalken zu dem öden, wasserarmen Karstgebirge verwachsen sind.

Von den vulkanischen Euganeen an brechen Streifen und Gänge von trachytischem und basaltischem Gestein und Tuff vielfach bis in die Berge von Verona, Vicenza und Trient zwischen Kalk und Dolomit zu Tag.

Endlich treten wir aus den Alpen heraus in das hohe Vorland, das im NW. der Alpen von einem eigenthümlichen Sandsteingebilde, von der sog. Molasse (s. S. 140), eingenommen wird. Wir dürften rasch über dasselbe, als einen unserer engeren Aufgabe nicht mehr zufallenden Schichtencom-

plex hinwegeilen, wenn derselbe sich nicht noch auf grossartige Weise in einem beträchtlichen Theil der Alpen als Baumaterial mächtiger Berge verwendet fände. Es genügt, den weltberühmten Rigi (vergl. Fig. 62), den Speer, Kronen-, Obereggberg, den Pfänder, das Rindalphorn zu nennen, um zu rechtfertigen, dass wir an einem solchen wichtigen Gliede der Alpen nicht stillschweigend vorübergehen können. Zwar erlischt mit dem Grüntenvorsprung der Antheil, welchen die Molasse an dem hohen Vorgebirge übernommen hat. Doch begrüssen uns die zahlreichen Vorberge, Staffeln und Terrassen der Molasse, die von zahllosen Ansiedelungen reich bevölkert vom Genfer-, Thuner-, Zuger-, Züricher- und Bodensee her sich dem Hochgebirge anschmiegen, bei unserer Annäherung an die Alpen bereits mit dem frischen Hauch der Berge.

Fig. 62.
m^1) ältere Molasse; mn) Molasse-Nagelfluh; m^2) jüngere Molasse; n^1) untere Neocomschichten; n^2) obere Neocomschichten, n^3) Caprotinen- oder Schrattenkalk; g) Galtschichten; s) Seewen-Schichten.

Näher auf die Verhältnisse der Molasse einzugehen, kann gleichwohl hier nicht unsere Aufgabe sein, wo es sich um die Verhältnisse der eigentlichen Hochgebirge handelt.

Ebenso eilen wir rasch an den jüngeren Tertiärablagerungen längs des Südfusses der Alpen, der von keinem Vorwall mittelhoher Flyschberge umsäumt wird, sondern zu der tiefen Ebene unvermittelt abfällt, an den miocänen und pliocänen Schichten zwischen Varese und Como, bei Brescia, Schio, Bassano, Ceneda, Udine und Cividale, die oft tief in die Alpenthäler vordringen, vorüber. Nur eines Punktes sei hier noch

gedacht, der in neuester Zeit das Interesse mächtig erregte, indem er die Frage wachgerufen hat, ob es schon Glacialerscheinungen zur Pliocänzeit gegeben habe, wie die Vermengungen pliocäner Versteinerungen mit erratischem Schutt bei Firenzuola, Cassina Rizzardi, Monticello und Caccivio im Tessin annehmen lässt. Die Thatsachen scheinen jedoch zu Gunsten einer Einmengung pliocänen Gesteins im erratischen Geschiebe zu sprechen.

Auch am Ostrande im Wiener, Grazer und croatischen Becken bis zum adriatischen Meere hin haben sich seit der

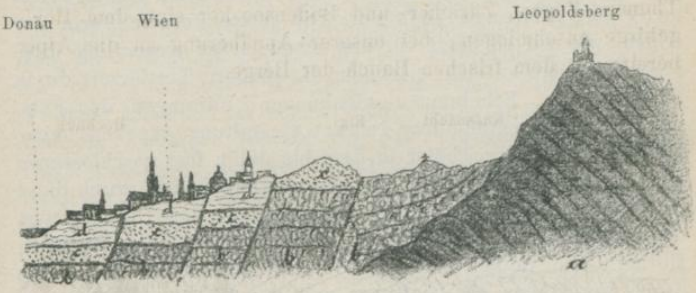


Fig. 63.

a) Flysch oder Wiener Sandstein (z. Th.).
b) Marine Tertiärschichten (z. Th. Leithakalk und Badener Tegel).
c) Sarmatische Tertiärschichten (Cerithiensand und Tegel).
d) Congerien-Schichten (Ingersdorfer Tegel nnd Belvedere-Schotter).

miocänen Zeit tertiäre Ablagerungen mit den Ausläufern des Hochgebirges gleichsam innigst verflochten, abgelagert, und zwischen die sich verflachenden Vorberge in Buchten und Fjords mit den Flussthalungen hoch ins Innere der Alpen vordringend ausgebreitet (Ennsthal, Mürz-, Murthal). Wir dürfen ihre Untersuchung Denen überlassen, welchen es nicht vergönnt ist, eine Bergfahrt ins Hochgebirge zu machen und beschränken uns hier darauf, ein Beispiel der Anlagerung der jüngeren Tertiärbildungen an den Alpenrand aus der Umgebung von Wien in dem Profile Fig. 63 beizusetzen.

2) Quartäre oder Diluviale Bildungen.

Wenn wir eben gesehen haben, dass die tertiären Ablagerungen im grossen Ganzen mit ihrem abnehmenden Alter immer weiter aus dem eigentlichen Hochgebirgsgebiete zum Rande zurückgedrängt werden, so könnte es scheinen, als ob für die noch jüngeren diluvialen oder quartären Ablagerungen innerhalb der Alpen kein Raum mehr übrig sei. Das ist nun aber keineswegs der Fall. Vielmehr fällt gerade der Quartärzeit die wichtige Aufgabe der wesentlichsten Umgestaltung des Alpenreliefs zu. Die letzte äussere Form der Alpen, wie wir sie jetzt vor uns sehen, trägt wesentlich diluviales Gepräge an sich, nachdem die jüngere Tertiärzeit durch Dislocationen, Erhebungen, Senkungen, Faltungen der Felsmassen ihre eigenthümliche innere Gestaltung gegeben hatte. Die Eintiefung der Thäler in dem bis dahin fest geschlossenen Gesteinsmassiv, die Fortführung des unermesslichen, durch diese Thalausnagung erzeugten Trümmerschuttes, das Durchfurchen der Felswände und Zuspitzen zu schartigen Schneiden, zackigen Hörnern und rauhen Nadeln, wie das Abschleifen der Berge durch Vordringen der Gletscher und das Wiederausfüllen von Terrassen und Thalrändern, das Alles ist diluviale Arbeit. Der Hauptgewinnantheil fiel hierbei freilich der Ebene zu, welche mit enormen Massen von Geröll, Gletscherschlamm und erratischen Blöcken ausgefüllt wurde. Wir erinnern an die dreifachen Abschnitte, in welchen diese grossartige Umgestaltung stattfand (s. S. 144 u. 145). Die Alpenwanderer werden an den Thalrändern, auf den Bergterrassen, auf den Flanken der Gehänge und selbst hoch oben auf den Gebirgssätteln häufig genug Gelegenheit finden, diese Erscheinungen zu prüfen, alten Flussläufen nachzuspüren, an gekritzten Geröllen den Charakter erratischer Ablagerungen festzustellen und an geschliffenen Felsen (Gletscherschliffen) die ehemals grossartige Ausdehnnng quartärer Gletscher zu erkennen. An Hochgebirgssätteln ist besonders darauf zu achten, ob das etwa hier abgelagerte Geröll die Natur des Absatzes aus fliessenden Gewässern an sich trägt oder als erratisch anzusehen ist. Im ersteren Falle untersuche

man die Art der Gesteine, aus denen die Rollstücke bestehen. Sie weisen auf die Gegend hin, aus welcher die Fluth ihren Hochgang zur Ebene fand. Ein grosser Werth ist hierbei auch auf die Bestimmung der Höhe zu legen, in welcher solche Hochfluthgerölle abgelagert worden sind. Indem wir solche Ablagerungen weiter in ihrem Zusammenhange verfolgen und in Verbindung zu einander bringen, taucht nach und nach aus dem jetzt zerrissenen Relief der Gegenwart das Bild der früheren einfachen Gebirgsgestaltung vor uns auf, wir erkennen alte Thalungen und frühere Wasserläufe.

Bei alten Gletscherschliffen lässt sich die Richtung der Streifen und damit die des Vordringens der Eismasse bestimmen und an mehrern übereinanderliegenden Streifensystemen der Nachweis liefern, ob ein mehrmaliges Vorschreiten in verschiedenen Richtungen stattfand. Stösst man tief in den Thälern auf solche Spuren alter Gletscher, so ist dies ein wichtiger Beweis für das Vorhandensein früherer Thaleintiefungen. Auf die Bedeutung der Abrunduug der Berge durch Gletschereis (Rundbuckelform) ist schon im Vorhergehenden hingewiesen worden (s. S. 145). Sie zeigen sich in einer Gegend auf eine gewisse correspondirende Höhe beschränkt, deren Bestimmung uns einen wichtigen Fingerzeig über die oft erstaunliche Mächtigkeit der vormaligen Eismassen gibt.

Kalktuff, Torf oder diluviale Braunkohle und Lössablagerungen im Hochgebirge haben ihre besondere Bedeutung. Bei Kalktuffmassen, die gern Landschneckenschalen in sich schliessen, ist von besonderem Interesse, wenn sie quartären Alters sind, durch Aufsammeln der Einschlüsse zu sehen, ob darunter jetzt in der Gegend ausgestorbene Arten vorkommen, welche den inzwischen eingetretenen Wechsel der Fauna documentiren würden.

Dasselbe gilt von diluvialem Torf und von der Braunkohle, die zuweilen Reste diluvialer Thiere beherbergen; es lassen sich selbst menschliche Culturüberreste darin erwarten.

An das Vorkommen von Löss knüpft sich die Frage, ob überhaupt im Innern des Hochgebirges sich echter Löss finde, oder ob er nicht als Gletscherschlamm immer auf das Gebiet ausserhalb der unteren Grenze des erratischen Diluvialgerölles

beschränkt sei. Doch ist es auch denkbar, dass zurückweichende Gletscher im Innern des Gebirges an ihren Rändern lössartigen Schlamm zurückgelassen haben (Calvarienberg bei Partenkirchen). Enthalten solche Lehmablagerungen und die ihnen ähnliche sog. Diluvial-Kreide, oder zerriebene Dolomitsande (Lager bei Mittenwald) Conchylienreste, so ist dies ganz besonders beachtenswerth.

3) Recente oder Alluviale Bildungen.

Ueber die geologischen Vorgänge und Erscheinungen, die sich vor unsern Augen andauernd auch jetzt noch vollziehen, — recente, noväre und alluviale Bildungen — haben wir den früheren Bemerkungen kaum Weiteres hinzuzufügen. Was hierher gehört, kann sich der aufmerksame Beobachter wohl leicht selbst zurechtlegen. Es drängt uns zum Schluss.

So mögen denn diese Blätter ihren Weg suchen ins Hochgebirge und freundliche Aufnahme finden bei Denen, welche sie als geologischer Führer bei ihren Alpenwanderungen begleiten.

Inhaltsverzeichniss.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Beilage
zur
Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen
Alpenvereins
1879.

Anleitung
zu
wissenschaftlichen Beobachtungen
auf
Alpenreisen.

Herausgegeben
vom
Deutschen und Oesterreichischen Alpenverein.

Zweite Abtheilung:

Einführung in die Meteorologie der Alpen von Dr. J. Hann.

Einführung

in die

Meteorologie der Alpen.

Von

Dr. J. Hann.

Einleitung.

Es kann nicht meine Absicht sein, zu den vielen schon existirenden Anleitungen zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen eine neue hinzuzufügen, selbst nicht mit Beschränkung auf den nächsten Zweck für die blossen Alpenreisenden. Ich sehe meine Hauptaufgabe vielmehr darin, eine kurze Übersicht der Alpen-Meteorologie zu geben, welche noch nicht existirt, und dadurch das Interesse an den atmosphärischen Vorgängen im Gebirge zu wecken. Das scheint mir das wichtigste. Was der Alpenwanderer selbst durch eigene Beobachtungen zur Vermehrung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete beitragen kann, das ist bald aufgezählt und ergibt sich eigentlich auch erst aus einer kurzgefassten Gesammtdarstellung des gegenwärtigen Standes unserer Kenntnisse. Wer aber längere Reihen von meteorologischen Beobachtungen an einem bestimmten Orte ausführen will, der thut immer am besten, wenn er sich dem meteorologischen Beobachtungsnetz seines Landes anschliesst, und sich an der grossen systematischen Arbeit betheiligt, statt einzeln seinen eigenen Weg zu verfolgen. Eine Zuschrift und Anfrage an die meteorologische Centralstelle des Landes (für die Schweiz in Zürich, Director Wolf und Billwiller, für Baiern in München, Prof. W. v. Bezold, für Oesterreich in Wien, Prof. J. Hann) genügt, um alle erwünschten Auskünfte sowie eine gedruckte Instruction zur Anstellung der meteorologischen Beobachtungen zu erhalten, viel ausführlicher als sie hier gegeben werden könnte. In der Schweiz und in Oesterreich werden auch, soweit die Mittel reichen, die nöthigen Instrumente leihweise an jene abgegeben, welche sich zu regelmässigen meteorologischen Aufzeichnungen zu fixen Tagesstunden entschliessen.

Uebrigens weiche ich keineswegs der Aufgabe aus, Andeutungen darüber zu geben, nach welcher Richtung hin vorzugsweise Beobachtungen erwünscht wären, und wie sie am leichtesten auch von nicht physikalisch geschulten Reisenden angestellt werden könnten. Es bleiben aber dabei alle jene Beobachtungen ausgeschlossen, welche über ein einfaches Ablesen der Instrumente hinausgehen und schon in die Classe von Versuchen (Experimenten) eingereiht werden müssen, wie z. B. die absoluten Messungen der Intensität der Sonnenstrahlung. Freilich ist dies meist gerade jene Classe von Beobachtungen, durch welche sich auch der Reisende am meisten nützlich machen könnte, aber sie setzen physikalische Schulung voraus, und wer diese besitzt, würde einer nothwendig kurzgefassten Anleitung gar nicht bedürfen.

Es gibt kaum eine zweite naturwissenschaftliche Disciplin, welche aus blos vereinzelten Beobachtungen und Messungen weniger Nutzen zu ziehen im Stande ist als die Meteorologie. Es ist dies eine Folge der grossen Veränderlichkeit der meteorologischen Erscheinungen im Raume wie in der Zeit. Nur systematische und längere Zeit (wenigstens ein Jahr) hindurch consequent fortgesetzte Beobachtungsreihen können daher im allgemeinen als schätzbare Beiträge zur Alpen-Meteorologie bezeichnet werden, und zwar um so mehr, je eigenthümlicher die Lage des Beobachtungsortes ist, je entfernter derselbe von schon bestehenden Beobachtungsstationen, oder je grösser der Höhenunterschied desselben gegen eine benachbarte derartige Station ist. Im Allgemeinen haben darum auch correspondirende Beobachtungen den grössten Werth, indem das Zufällige des momentanen Zustandes der Atmosphäre mittels derselben ausgeschieden werden kann, und die Differenz der Beobachtungs-Resultate als eine mehr oder weniger normale und charakteristische Verschiedenheit der betreffenden zwei oder mehreren Beobachtungsorte betrachtet werden darf. Es dürfen aber dann die Orte, an welchen solche gleichzeitige Beobachtungen des einen oder anderen meteorologischen Elementes oder aller zugleich angestellt werden, in Bezug auf horizontale Entfernung nicht zu weit auseinander liegen, damit der allgemeine Witterungszustand für dieselben der gleiche, und so die

in den Beobachtungen hervortretenden Verschiedenheiten als die örtlichen Modificationen eines gleichförmigen allgemeinen Witterungszustandes angesehen werden dürfen. Wie weit die correspondirenden Stationen von einander entfernt liegen können, das richtet sich nach der Natur der Erscheinung, deren örtliche Beeinflussung man untersuchen will, und wir können daher erst später im speciellen Theil darüber Auskunft geben.

Es gibt übrigens auch gewisse Classen von meteorologischen Phänomenen, zu deren genauerer Kenntniss und Erklärung selbst die Beobachtungen eines einzelnen Reisenden von Werth sein können. Hindeutungen darauf können gleichfalls erst später gegeben werden. Es erübrigt hier nur noch darauf aufmerksam zu machen, dass der Tourist sich grosse Verdienste um die Meteorologie erwerben kann, wenn er Persönlichkeiten entdeckt, welche geneigt sind, aus eigenem Interesse, ohne Nebenabsichten auf materielle Vortheile, systematische Beobachtungen consequent anzustellen. Die Auffindung solcher Persönlichkeiten und ihre Bekanntgabe bei der meteorologischen Centralstelle des betreffenden Landes hat um so grösseren Werth, eine je wichtigere Position der Wohnort derselben in Bezug auf die klimatische Erforschung der Alpen haben kann und je mehr durch die Lebensstellung und die Berufsgeschäfte dieser Persönlichkeit eine Garantie für sorgfältige und auf Jahre hinaus gesicherte Dauer der Beobachtungen geboten wird. Besonders von hoch und frei gelegenen Punkten, die den ganzen Winter hindurch bewohnt bleiben, sind regelmässige Aufzeichnungen der meteorologischen Erscheinungen erwünscht, da solche aus dem ganzen Alpengebiete bisher noch äusserst spärlich vorhanden sind. Es ist aber dem Manne, der lebhaftes Interesse für meteorologische Beobachtungen zeigt, recht deutlich zu machen, dass es sich nicht um gelegentliche Ablesungen des einen oder anderen Instrumentes handelt, sondern um ausdauernde, täglich und an jedem Tage wenigstens zwei- bis dreimal zu fixen Stunden anzustellende Beobachtungen und Aufzeichnungen, ferner dass erst nach einem vollen Jahre, auch erst nach mehreren Jahren, die Früchte solcher Bemühungen reifen können.

Ich glaube am besten zu thun, wenn ich nun nach den einzelnen meteorologischen Elementen oder klimatischen Factoren

vorgehe und jedesmal eine allgemeine Uebersicht der Modificationen gebe, welchen dieselben im Alpengebiet nach Lage und Höhe unterliegen und zeige, wo Beobachtungen besonders erwünscht wären. Einige erklärende Auseinandersetzungen über Begriff des betreffenden meteorologischen Elementes, dann über Art und Methoden der Beobachtung und Messung müssen aber dem stets vorausgehen — auf eine Beschreibung der Instrumente meine ich jedoch verzichten zu sollen. Ich will nur Andeutungen geben, welcher Art von Instrumenten man sich am besten bedienen mag und von wo dieselben zu beziehen sind. Abbildungen der wichtigsten meteorologischen Instrumente und Anleitung zur Behandlung derselben findet man in der „Anleitung zur Anstellung meteorologischer Beobachtungen von Dr. C. Jelinek.“ (2. Aufl. Leipzig 1876 Engelmann. Preis 3 Mark).

Temperatur.

Wenn man in der Meteorologie von der Temperatur eines Ortes oder der Temperatur schlechtweg spricht, so meint man immer die Temperatur der Luft, das ist die Angabe eines Thermometers, welches an der betreffenden Stelle so genau als möglich die Temperatur der Luft annehmen kann, und vor directer Sonnenstrahlung oder Wärmereflexen von besonnten Mauern, trockenem Boden etc. nach Möglichkeit geschützt ist. Die Luft muss trotzdem stets den freiesten Zutritt zum Thermometer haben, dasselbe darf daher nicht in einem wenn auch nur theilweise abgesperrten Raume sich befinden, in Fensternischen etc. etc. Bei fixer Aufstellung ist darum das Thermometer am besten auf einer Nordseite anzubringen, aber mindestens 5 Fuss über dem Boden und etwa 2 Fuss von den Mauern. Es muss aber auch hier gegen Benetzung durch Thau und gegen die Morgen- und Abendsonne durch eine Beschirmung geschützt sein. Bei Beobachtungen im Freien selbst, wo man selten in der Lage ist, einen genügenden Schutz gegen Sonnenschein sowohl als gegen Wärmestrahlung von Felsen etc. zu finden, gleicher Weise auf Berggipfeln, wo die Insolation sehr wirksam ist, wenn nicht ein heftiger Wind herrscht, leisten die besten Dienste die sog. Schleuderthermometer (thermomètre fronde), zu beziehen

von Baudin in Paris, 330 Rue St. Jacques (Preis 10 Francs, in Blechhülsen verpackt, sehr bequem und sicher für den Transport). Es sind dies kleinere Thermometer mit etwas stärkerer Glasröhre, welche an ihrem Ende mit einem Öhr versehen ist, durch welches eine starke seidene etwa $^1/_2$ Meter lange Schnur läuft. Mittels derselben wird das Thermometer rasch im Kreise herumgeschwungen. Man zeichnet die Temperatur erst auf, wenn die Angabe des Instrumentes bei weiterem Herumschwingen sich nicht mehr ändert. So erhält man selbst in voller Sonne die Lufttemperatur auf 0,2 bis 0,3° Cels. genau. Die Wirkung des raschen Herumschleuderns ist leicht einzusehen. Das Thermometer kommt dabei mit so viel Luft in Berührung, dass es rasch bis zur Temperatur derselben abkühlt. Ein heftiger Wind thut dieselbe Wirkung.

Will man auf Berggipfeln bei Sonnenschein und windstiller Witterung richtige Temperaturen erhalten, so gibt es oft kaum ein anderes Mittel hiezu, als die Benutzung solcher Schleuderthermometer. Unter Schirmen, auch sehr opaken, erhält man meist viel zu hohe, ganz unbrauchbare und irre führende Temperatur-Angaben.

Nach der richtigen Aufstellung des Thermometers ist das wichtigste Moment bei den Temperatur-Beobachtungen die richtige Wahl der Beobachtungszeiten.

Wir haben schon gesagt, dass isolirte Beobachtungen wenig oder gar keinen Werth haben. Will man vergleichbare und dadurch allein verwendbare Beobachtungen liefern, so muss man zu gewissen fixen Terminen beobachten, ausgenommen den speciellen Fall, wo man für correspondirende Beobachtungen vorgesorgt und hiedurch die vereinzelten Beobachtungen gleichsam an ein festes Niveau geknüpft hat. Die Alpenländer sind jetzt schon von einem ziemlich dichten Netz meteorologischer Stationen überspannt. Die Beobachtungstermine sind in der Schweiz 7^h 1^h 9^h, in Oesterreich meist 7^h 2^h 9^h, in Italien 9^h 3^h 9^h. Die Beobachtungen dieser Stationen können beim Einhalten der genannten Termine die Stelle correspondirender Beobachtungen vertreten, und man kann durch einen Vergleich mit denselben die Eigenthümlichkeiten des Ortes der eigenen Beobachtungen ableiten, um so sicherer, je länger man an dem

betreffenden Orte beobachtet hat. Die täglichen Beobachtungen einer grösseren Zahl von Alpenstationen werden veröffentlicht in den „Schweizerischen meteorologischen Beobachtungen", die in Zürich erscheinen, in den „Jahrbüchern der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus" in Wien und in dem „Bolletino decadico" der Meteorologia Italiana, welches in Rom erscheint, desgleichen in dem Bolletino des Club alpino Italiano. Monatsresultate findet man in den Publicationen für alle Stationen.

Unter dem wahren Tagesmittel der Temperatur (sowie jedes anderen meteorologischen Elementes) versteht man in der Meteorologie den Mittelwerth, den man aus stündlichen Tag und Nacht hindurch angestellten (also 24 maligen) Beobachtungen erhält. Doch kommen auch Beobachtungen zu 3 und selbst nur zu 2 Terminen täglich einem solchen Mittel schon recht nahe, wenn man diese Termine richtig wählt. Diese Uebereinstimmung tritt nun allerdings nicht in einzelnen Fällen, sondern erst im Mittel eines ganzen Monats ein. Solche günstige Beobachtungszeiten sind:

$6^h\ 2^h\ 10^h$ | ; $7^h\ 1^h\ 9^h$ | ; $7^h\ 2^h\ 9^h$ | ;
9^h Vormitt. 9^h Abends | 10^h Vormitt. 10^h Abends.

Das Mittel aus den zu den angegebenen 3 oder 2 Stunden beobachteten Temperaturen liefert ein gutes Tagesmittel. Die mittleren zwei oder drei Combinationen sind des Anschlusses an die systematischen Beobachtungen der Alpenstationen wegen am meisten zu empfehlen. Die Extreme der Temperatur erhält man am bequemsten mittels der sog. Maximum- und Minimum-Thermometer. Die meisten dieser Instrumente sind aber für Reisezwecke unbrauchbar. Am empfehlenswerthesten hiefür dürften noch die Metall-Maximum- und Minimum-Thermometer von Hermann & Pfister in Bern sein und die Six-Thermometer von Casella in London*).

---

*) Die meteorologische Central-Anstalt in Wien hat zuweilen verfügbare Instrumente letzterer Art. Der Preis beträgt circa 17 fl. L. Casella 147, Holborn Bars, London EC. hat auch Maximum- und Minimum-Thermometer „specially designed for the Alpine Club, very portable" zum Preis von 35 Shilling (Nr. 47 seines Catalogs).

Liest man an einem solchen Instrument täglich einmal das Maximum und Minimum der Temperatur ab, so geben die Monatmittel dieser Extreme ziemlich nahe ein wahres Temperatur-Mittel. Die Aufstellung dieser Thermometer mit Vermeidung jeder Insolation ist schwierig und sie erfordern eine sorgfältige Behandlung, will man nicht irreführende Resultate mit ihnen erhalten. Uebrigens sind die Extreme der Temperatur ein sehr wichtiger klimatologischer Factor.

Um eine richtige Vorstellung von der Vertheilung der Luftwärme im Alpengebiet allgemeiner anzubahnen, will ich eine möglichst kurzgefasste Tabelle der mittleren Temperaturen der Jahreszeiten an ausgewählten Alpenorten hierher setzen. In der Meteorologie fasst man unter der Bezeichnung Winter die drei Monate December, Januar, Februar zusammen, unter Frühling März, April, Mai etc. Während der drei Winter- wie während der drei Sommermonate ändert sich die mittlere Temperatur nur wenig, so dass sich die Temperatur des kältesten und des wärmsten Monats nur unbedeutend von jener des Winters und Sommers unterscheidet, während des Frühlings und Herbstes hingegen ändert sich die Temperatur rasch, das Frühlings-Mittel fällt aber nahe zusammen mit dem Mittel des April, das Herbstmittel mit dem des October, beide kommen der mittleren Jahrestemperatur nahe. Für das Hochalpenklima ist aber charakteristisch, dass der Herbst viel wärmer ist als der Frühling.

Ich theile zudem die mittleren Jahres-Extreme der Temperatur mit, welche zur Charakterisirung der Wärme-Verhältnisse eines Ortes sehr geeignet sind und jeder klimatographischen Beschreibung eines Ortes beigefügt werden sollten. Sie geben an, welche tiefste Temperatur man im Winter und welche höchste Wärme man im Sommer zu erwarten hat. Die Angabe der sog. absoluten Extreme, d. i. wie tief und wie hoch das Thermometer im Laufe der ganzen Beobachtungsperiode einmal gestanden hat, ist viel weniger zweckmässig, weil diese Daten völlig von der grösseren oder geringeren Länge der Beobachtungszeit abhängig und zufälligen Fehlern zu sehr unterworfen sind. Die extremsten Thermometerstände verschiedener Orte sind darum nicht recht vergleichbar.

Uebersicht über die Wärmeverhältnisse des Alpengebiets.

Gruppe	Station	N. Br.	Seehöhe	Winter	Frühj.	Sommer	Herbst	Jahr	Mittleres Minimum	Mittleres Maximum
				Temperatur Celsius						
I.	Genf	46° 12′	408	1°.1	9°.4	18°.2	10°.0	9°.7	—11°.8	32°.8
	Bern	46 57	574	— 1.1	8.2	16.8	8.3	8.1	—15.6	30.8
	Zürich	47 23	470	— 0.3	8.9	17.6	8.8	8.7	—13.8	30.0
	München	48 9	530	— 1.8	7.5	16.6	7.8	7.5	—18.5	30.4
	Kremsmünster	48 4	384	— 2.0	7.9	17.2	8.1	7.8	—16.2	30.1
	Wien	48 14	202	— 0.6	9.8	19.5	10.1	9.7	—15.1	33.9
II.	Graz	47 4	344	— 1.2	9.3	19.1	9.7	9.2	—15.7	31.9
	Laibach	46 3	287	— 1.0	9.3	19.1	9.9	9.3	—17.9	31.9
	Görz	45 56	94	3.7	11.9	21.8	12.7	12.5	— 6.6	33.4
	Pisa	45 54	84	3.8	12.2	21.8	13.4	12.8	— 4.4	30.5
	Mailand	45 27	147	2.3	13.1	23.1	13.0	12.9	— 9.7	34.3
	Turin	45 3	275	1.8	12.2	21.8	12.1	12.0	—	—
III.	Martigny	46 6	498	0.5	10.7	18.7	9.9	10.3	—12.2	31.8
	Interlaken	46 41	571	— 0.1	9.2	17.3	8.8	8.8	—11.4	29.4
	Altdorf	46 53	454	1.1	9.5	17.3	10.0	9.5	—10.9	30.2
	Chur	46 51	603	0.4	9.5	17.4	9.3	9.2	—14.4	31.1
	Innsbruck	47 16	574	— 2.0	8.3	17.2	8.7	8.1	—16.8	30.4
IV.	Ischl	47 43	467	— 1.9	7.3	16.6	8.1	7.5	—16.0	29.3
	Klagenfurt	46 37	440	— 4.5	7.9	18.1	8.1	7.4	—21.8	32.8
	Lienz	46 50	676	— 3.3	8.0	17.5	7.9	7.5	—17.8	29.3
	Bozen	46 30	289	1.7	12.6	22.7	12.0	12.2	— 8.1	33.2
	Lugano	46 0	275	2.9	11.9	20.8	12.0	11.9	— 7.0	33.1
	Aosta	45 44	587	0.2	11.6	20.0	11.0	10.7	—	—

	Bozen	46 30	289	1.7	12.6	22.7	12.0	12.2	— 8.1	33.2
	Lugano	46 0	275	2.9	11.9	20.8	12.0	11.9	— 7.0	33.1
	Aosta	45 44	587	0.2	11.6	20.0	11.0	10.7	—	—
V.	Engelberg	46 49	1024	— 2.5	5.5	13.7	5.7	5.6	—18.6	25.4
	Marienberg	46 43	1323	— 1.7	5.4	14.5	6.5	6.2	—12.7	25.3
	Prägraten	47 1	1296	— 4.4	3.7	12.6	4.5	4.1	—18.7	27.0
	Tamsweg	47 4	1014	— 6.2	4.7	14.1	4.7	4.3	—27.3	28.2
VI.	Grächen	46 12	1632	— 3.0	3.7	12.4	4.8	4.5	—17.3	24.6
	Andermatt	46 38	1448	— 5.0	3.1	10.9	3.7	3.2	—22.6	23.8
	Davos	46 47	1650	— 5.8	1.9	10.8	3.1	2.5	—24.7	25.2
	Bevers	46 33	1715	— 8.1	1.4	11.1	2.6	1.8	—27.4	25.8
	Sulden	46 32	1843	— 6.1	0.5	9.4	1.9	1.4	—20.5	22.5
	Vent	46 52	1845	— 6.6	0.1	9.2	1.5	1.0	—23.7	23.8
VII.	St. Bernhard	45 52	2478	— 7.9	— 2.8	6.0	— 0.4	— 1.3	—22.1	17.9
	Theodul-Pass	45 56	3333	—12.7	— 8.3	0.2	— 5.5	— 6.6	(—21.3)	(15.1)*)
	St. Gotthard	46 33	2093	— 7.0	— 1.9	7.0	0.4	— 0.4	—24.0	20.0
	Julier	46 28	2244	— 7·6	— 1.2	7.5	0.5	— 0.2	—23.9	19.8
	Fleiss	47 3	2740	— 7.6	— 3.8	4.1	— 1.3	— 2.1	—20.0	16.0
VIII.	Rigikulm	47 3	1784	— 5.4	0.7	9.1	3.2	1.9	—18.9	20.6
	Schafberg	47 46	1776	— 5.6	0.0	9.4	2.9	1.7	—20.0	21.7
	Obir	46 30	2043	— 6.3	— 1.5	8.9	2.2	1.1	—20.2	22.6

*) Blos 1 Jahr.

Im Allgemeinen nimmt die Wärme mit der Höhe ab, wie auch die Tabelle uns deutlich zeigt, trotz einzelner Ausnahmsfälle. Man hat gefunden, dass diese Wärme-Abnahme durchschnittlich beträgt:

Jahreszeit	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	
Für je 100 m	0°45	0°67	0°73	0°52	0.58	Grade Cels.
oder 1° Cels. für	224	148	137	193	175	Meter.

Man muss also im Winter viel höher steigen um die Temperatur um denselben Betrag sinken zu sehen, wie im Sommer. Mit anderen Worten, im Höhenklima sind die Winter relativ mild, die Sommer relativ kühl, der Temperatur-Unterschied zwischen Winter und Sommer wird mit der Höhe immer kleiner.

Unsere Tabelle zeigt dies auch sehr deutlich. Der Unterschied der Winter- und Sommertemperatur ist im Mittel der Stationsgruppe II (Südseite der Alpen) in einem mittleren Niveau von 205 Meter 19°6, im Mittel der Gruppe I (Nordseite) in 430 Meter 18.8, hingegen im Mittel der Stationsgruppe VII in dem Niveau von 2580 Meter nur mehr 13°5. Die relative Abstumpfung der Extreme tritt in den mittleren Jahres-Extremen noch deutlicher hervor. Man würde sehr irren, wenn man aus dem kühlen Sommer der Hochalpen auf eine entsprechende Winterkälte schliessen würde. Die äussersten Kälte-Extreme auf grossen Höhen, namentlich auf Berggipfeln, übertreffen nur wenig die der Niederung auf der Nordseite der Alpen, und werden übertroffen von jenen einzelner besonders kalter Thäler. Während 18 Jahren war die tiefste Temperatur auf dem St. Bernhard — 27.2, zu Genf — 23.3, während 20 Jahren waren die grössten Kältegrade auf dem Obir — 27.5, zu Klagenfurt — 30°6. Minima von — 30° kommen zu Bevers im Engadin, zu Tamsweg im Lungau nicht so selten vor, während sie bisher noch auf keiner der Höhenstationen bis 3300 m beobachtet worden sind.

Wenn man das Hochalpenklima mit dem Klima der Polarregionen vergleicht, so muss man stets beachten, dass, bei gleichen Jahresmitteln der Temperatur, die Winter- und Sommerwärme ausserordentlich verschieden sind, wie folgende zwei Beispiele zeigen:

		Jahr	Winter	Sommer	Differenz
Theodulpass	3333 Meter	— 6.6	— 12.7	0.2	12°9
Berešov	64° N. Br.	— 4.2	— 21.4	14.5	35.9
St. Bernhard	2478 Meter	— 1.3	— 7.9	6.0	13.9
Jenisseisk	58° N. Br.	— 1.7	— 21.2	17.5	38.7

Die mittleren Jahres-Extreme zu Jenisseisk sind — 47.9 und 31°8. Welche Differenz gegen den Wärmegang am St. Bernhard! Die hohe Sommerwärme der Polargegenden ermöglicht noch Pflanzen-, ja Baumwuchs und Bodencultur bei denselben mittleren Jahrestemperaturen, bei denen in den Hochalpen schon ewiger Schnee liegt.

Bei gleicher Höhenlage zeigen sich in den Alpen grosse Verschiedenheiten der mittleren Temperatur. Im Allgemeinen haben Orte an Abhängen, noch mehr auf Berggipfeln, relativ milde Winter und kühle Sommer (Grächen, Rigikulm, Schafberghaus), während abgeschlossene, besonders aber die nur nach Osten offenen Thalbecken extreme Winterkälte und hohe Sommerwärme haben. Die extremste Winterkälte in den Alpen findet man im Lungau (Tamsweg, das österreichische Sibirien genannt), im kärntnerischen Becken und im oberen Engadin. Die Wintertemperatur von Bevers ist niedriger als auf dem Julierpass, die von Klagenfurt niedriger als jene von Lienz. In Kärnten hat man sogar das Sprichwort: „Steigt man im Winter nur einen Stock, so wird es wärmer um einen Rock". Das kärntnerische Becken, der Lungau, das Ober-Engadin sind gegen die kalten Ostwinde offen, während die warmen südlichen und westlichen Luftströmungen durch die Gebirge abgehalten werden. Dazu kommt noch die Ansammlung der kalten Luft in diesen Thalbecken. Die an den Berghängen durch Wärmeausstrahlung erkaltete Luft fliesst hier zusammen und breitet sich ruhig aus, gleichsam einen kalten Luftsee bildend. Es braucht dann immer längere Zeit bis die wärmeren Luftströme die kalte schwere stagnirende Luftmasse aus diesen Thälern wieder hinausschaffen können.

Bei windstiller Witterung und hohem Luftdruck zeigt sich oft tage- ja wochenlang über dem ganzen Alpengebiet die auffallende Erscheinung, dass es auf den Höhen warm ist, während

in den Thälern strenge Kälte herrscht. Hier lagert auch meist Nebel, während die Höhen vollen Sonnenschein geniessen. Die kalte Luftschicht hat nicht eine bestimmte obere Grenze, alle Thalbecken in den verschiedensten Niveau's sind kalt, die freien Abhänge und namentlich die Berggipfel sind warm, auch bei Nacht. Es ist diese Erscheinung nicht in dem Vorherrschen eines warmen Luftstromes aus S oder SW in der Höhe begründet, was zuweilen auch, aber nur auf kürzere Zeit, einen ähnlichen Zustand herbeiführt, sie ist immer mit Windstille oder ganz schwachen östlichen oder nördlichen Winden verbunden. Sobald ein heftiger Südwind eintritt, werden die Höhen wieder kalt, die Niederungen warm. Die Kälte in den Thalbecken entsteht jedenfalls durch Wärme-Ausstrahlung und Ansammlung der von den Berghängen herabfliessenden kalten Luft daselbst. Die Wärme auf den Höhen ist vielleicht ähnlich wie die Wärme des Föhn aus dem Herabsinken der Luft aus grossen Höhen und der dabei eintretenden Temperatur-Zunahme derselben zu erklären.

Jene Thäler, wo der Föhnwind häufig auftritt, haben eine relativ milde Wintertemperatur (und hohe Wärmemaxima im Winter), so ist jene von Altdorf gleich der von Genf, Bludenz hat —0°.2, während München (60 m tiefer) —1°.8, Innsbruck (gleichfalls etwas tiefer liegend) —2°.0 als Wintertemperatur haben.

Ich habe erwähnt, dass mit Zunahme der Seehöhe der Herbst wärmer wird als der Frühling, während in den Niederungen kaum ein Temperatur-Unterschied zwischen diesen Jahreszeiten besteht. Es erklärt sich dies zunächst dadurch, dass im Frühling erst die tiefe Schneedecke, die der Winter zurückgelassen, geschmolzen werden muss, bevor die Sonne auf den Boden der Hochthäler und Hochalpen wirken kann. Die Wärme-Unterschiede zwischen Frühling und Herbst sind im Mittel für die Stationen unserer Tabelle die folgenden. Das Zeichen + bedeutet, dass der Herbst wärmer ist, als der Frühling:

Gruppe	I	430 m	+ 0°.2	Cels.;	Gruppe	V	1164 m	+ 0°.5	Cels.
-	II	205 -	+ 0.5	-	-	VI	1690 -	+ 1.2	-
-	III	540 -	— 0.1	-	-	VII	2580 -	+ 2.3	-
-	IV	430 -	+ 0.1	-	-	VIII	1870 -	+ 3.0	-

Man sieht, dass bis zu 500 bis 600 Meter der Temperatur-Unterschied unbedeutend ist, dann ziemlich gross wird, am grössten auf Gipfelstationen, selbst wenn sie keine so grosse Seehöhe haben.

Was die Abnahme der Jahresmittel der Wärme mit der Höhe anbelangt, so ist noch hervorzuheben, dass dieselbe viel rascher erfolgt bei Erhebung auf Berggipfeln, als beim langsamem Ansteigen in Thälern und auf Hochebenen. In je grösserer horizontaler Ausdehnung der Boden sich erhoben hat, d. h. je grösser die Massenerhebung, desto geringer ist die durch diese Erhebung herbeigeführte Wärme-Abnahme.

Um die Wärme-Abnahme mit der Höhe in der Atmosphäre richtig beurtheilen zu können, wollen wir folgende Erörterungen einschalten.

Die Luft selbst lässt die Sonnenstrahlen zum grössten Theil durch, ohne sie stark zu absorbiren und sich dadurch zu erwärmen, und zwar um so mehr, je trockener und reiner sie ist.

Direct wird also die Luft nur wenig von den Sonnenstrahlen erwärmt. Erst wenn diese auf den Erdboden treffen, werden sie fast völlig absorbirt, und der Boden erwärmt sich dadurch sehr stark (der Wüstensand bis auf 60—70° C.) Diese Wärme theilt sich dann den untersten Luftschichten mit und allmählich auch den höheren, so dass die Atmosphäre hauptsächlich vom Erdboden, also von unten aus erwärmt wird.

Es ist desshalb klar, dass Berggipfel eine niedrigere Temperatur haben müssen, denn die erwärmte Bodenfläche ist klein, und die Winde führen die daselbst erwärmten Luftschichten sogleich wieder fort. Wenn sich grössere Gebirgsmassen in die Atmosphäre erheben, so wird die erwärmte Bodenfläche grösser, die Wärme-Fortführung geringer, die Wärme-Abnahme mit der Höhe darum kleiner.

Dazu kommt noch folgender Umstand. Die mittlere Temperatur eines Ortes ist nicht allein von der Wärmezufuhr durch die Sonnenstrahlung, sondern auch von dem Wärmeverlust durch Wärme-Ausstrahlung bei Nacht und im Winter abhängig. Nun spielt die Atmosphäre hiebei eine ähnliche Rolle wie die Glasdächer der Treibhausbetten der Gärtner. Sie lässt die leuchtenden Sonnenstrahlen fast ungeschwächt durch, nicht

in gleichem Maasse die von der erwärmten Erde wieder in den kalten Himmelsraum ausstrahlende Wärme. Es findet so eine Wärme-Anhäufung unter dieser Schutzhülle gegen freie Ausstrahlung statt, die mittlere Temperatur steigt. Je dichter diese Hülle, desto grösser ist diese ihre Wirkung, je dünner, desto schwächer. Je höher wir in die Atmosphäre hinaufsteigen, desto dünner wird die wärmebewahrende Hülle, desto ungehinderter geht die Wärme-Ausstrahlung vor sich. Wenn also auch auf grossen Höhen bei Tag die Sonnenstrahlen noch so kräftig wirken, es kommt die Nacht und ebenso rasch strahlt nun die empfangene Wärme wieder in den Himmelsraum zurück.

Es steigt nun zwar die am Boden erwärmte Luft in die Höhe, oder es führen sie die Winde die Bergabhänge hinan, aber trotzdem gleicht sich auch dann der Temperatur-Unterschied zwischen Berg und Thal nicht aus. Denn die aufsteigende Luft kühlt rasch ab und zwar wie wir später noch erörtern müssen im Verhältniss von 1° Cels. für je 100 Meter. Da die durchschnittliche Wärme-Aenderung mit der Höhe kleiner ist, als diese Wärme-Abnahme, so werden die Winde im Allgemeinen die Höhen erkälten statt erwärmen, obgleich sie Luft aus der Niederung hinauf bringen.

Das sind die Ursachen der Wärme-Abnahme mit der Erhebung in der Atmosphäre.

Dass diese Wärme-Abnahme oder der Temperatur-Unterschied zwischen Berg und Thal im Winter kleiner ist als im Sommer, ist schon nach dem eben Gesagten unschwer einzusehen. Im Winter wirkt der Boden wenig, oder wenn schneebedeckt gar nicht erwärmend, im Gegentheil stark erkältend auf die unteren Luftschichten. Eine Schneedecke strahlt sehr stark Wärme aus, so dass dann meist die Temperatur mit der Höhe zunimmt. Von den Berghängen und Berggipfeln kann aber die kalte Luft abfliessen und wird durch Zufluss aus der freien Atmosphäre ersetzt. Dieser Zufluss ist wärmer, weil die Atmosphäre viel weniger durch Wärme-Ausstrahlung erkaltet als der Erdboden, darum erkalten die Abhänge und Gipfel nicht so stark. Wenn während des ganzen Winters Windstille herrschen würde, würden wir in allen höheren Breiten, wo der Boden

schneebedeckt, oder auch nur die Tage schon sehr kurz werden, eine Wärme-Zunahme mit der Höhe antreffen.

In den touristischen Schilderungen und Abhandlungen findet man zwar öfter Temperatur-Angaben, von denen aber die meisten wegen Nichtbeachtung der Maassregeln zur Erlangung wahrer Schattentemperatur (Lufttemperatur) ganz ohne Werth und unbrauchbar sind. Die Angabe, dass ein Thermometer in der Sonne so und so viele Grade zeigte, hat gleichfalls nicht den geringsten wissenschaftlichen und selbst keinen praktischen Werth, weil der Stand eines Thermometers in der Sonne bei gleicher wirklicher Intensität der Sonnenstrahlung (Insolation) ein sehr verschiedener sein kann, je nach der Beschaffenheit des Thermometers (nach der Grösse und Gestalt des Thermometergefässes), nach der zufälligen grösseren oder geringeren Nähe und der Verschiedenheit der gleichfalls besonnten Körper oder des Bodens, nach der Stärke der Luftbewegung u. s. w. Die Angaben eines direct besonnten Thermometers sind desshalb gänzlich unvergleichbar und man kann keinerlei Schlüsse darauf gründen. Lamont hat gezeigt, dass ein Thermometer mit kleinem kugelförmigem Gefäss frei in der Sonne aufgehangen nur um einige Zehntel Grade mehr anzeigen kann, als ein beschattetes, das die Lufttemperatur angibt. Wenn ein heftiger Wind herrscht, so zeigt überhaupt ein besonntes Thermometer eine nur wenig höhere oder die gleiche Temperatur, wie ein Thermometer im Schatten. Also nochmals: die Angaben eines gewöhnlichen Thermometers in der Sonne haben keinen Werth und gestatten keinen Schluss auf die Intensität der Insolation.

Die Zunahme der Intensität der Sonnenstrahlung mit der Erhebung über die Erdoberfläche ist eine interessante und wohl constatirte Thatsache. Weitere Beobachtungen hierüber, namentlich über die Intensität der Sonnenstrahlung im Winter auf grossen Höhen, wären aber immerhin noch sehr erwünscht. Die Instrumente, die zu exakten derartigen Messungen nöthig sind, setzen aber wie schon erwähnt zu ihrer Behandlung eine grössere Uebung in physikalischen Beobachtungen voraus, als im Allgemeinen von Alpenreisenden vorausgesetzt werden darf, darum machen wir nur aufmerksam auf die sog. Radiations- oder Solar-Thermometer, das ist ein Maximum-Thermometer mit geschwärzter

Kugel, das sich in stark verdünnter Luft innerhalb einer grösseren Glaskugel eingeschmolzen befindet (darum auch Schwarzkugel-Thermometer im Vacuum genannt). Diese äussere Glashülle schützt gegen die Wärmefortführung durch den Wind und gegen die Wärmestrahlung der Umgebung. Die Angaben solcher Thermometer werden dadurch unabhängiger von den zufälligen Einflüssen und geben ein genähertes relatives Maass für die Intensität der Insolation. Verschiedene Instrumente liefern aber auch verschiedene, nicht direct vergleichbare Angaben. In England und den englischen Colonien sind diese Solarthermometer an den meisten meteorologischen Stationen in Gebrauch. (Zu beziehen von L. Casella in London, Preis 35 Shilling. Solar Maximum-Radiations-Thermometer). Sie könnten dem Alpenreisenden empfohlen werden; leider sind sie aber ziemlich gebrechlich und nicht bequem zum Transport. Zwei solche Instrumente, vorher verglichen (die Differenz ihrer gleichzeitigen Stände neben einander notirt), das eine unten im Thal und das andere gleichzeitig in einer grösseren Höhe abgelesen, können ein genähertes Maass über die Zunahme der Intensität der Sonnenstrahlung mit der Höhe liefern.

Von den Resultaten der Messungen über die Zunahme der Intensität der erwärmenden Kraft der Sonnenstrahlung mit der Höhe will ich nur jene von J. Violle auf dem Mont Blanc anführen. Dieser Physiker fand, dass die Wärmemenge, welche eine Fläche von 1 qcm senkrecht der Sonnenstrahlung ausgesetzt in der Minute empfängt, auf dem Mont Blanc (4810 m) gleich 2.39 Wärmeeinheiten, bei den Grands Mulets (3050 m) 2.26, am Fuss des Glacier de Bosson (1200 m) 2.02 und zu Grenoble (213 m) 1.81 war. Nennen wir die Intensität der Sonnenstrahlung an der Grenze unserer Atmosphäre 100, so war die auf dem Mont Blanc-Gipfel 94, bei den Grands Mulets 89, am Fuss des Bosson-Gletschers 79 und zu Paris (60 m) 68.

In einem noch grösseren Maasse vielleicht nimmt die Intensität der chemisch wirksamen Sonnen-Strahlung mit der Höhe zu; es liegen hierüber noch fast keine Messungen vor. Für die Alpen-Vegetation namentlich muss diese Zunahme der leuchtenden, wärmenden und besonders der chemisch wirksamen Sonnenstrahlung mit der Höhe von wesentlicher Bedeutung sein.

Es lassen sich schliesslich auch ohne Instrumente einige Angaben sammeln, die für die Wärmeverhältnisse eines Ortes und in anderer Hinsicht interessant sind. Hierher gehört die Aufzeichnung des ersten und letzten Schneefalls im Jahre, die Dauer einer bleibenden Schneedecke, die Zeit, zu welcher im Frühling der Boden schneefrei („aper") wird, die Zeit des letzten und ersten Reifes. Die Reifgrenzen, besonders jene im Frühling, sind von besonderer Wichtigkeit für die Vegetations-Verhältnisse.

Wir reihen hier noch an, obgleich zum Theil einem späteren Abschnitt angehörend, Beobachtungen über die Lage der Schneegrenze. Aufzeichnungen über das Hinaufrücken der Schneegrenze im Frühling (Angabe der Höhe, bis zu welcher die zusammenhängende Schneedecke auf Nord- oder Südhängen noch reicht), über die Höhe, bis zu welcher herab im Sommer die Berghänge eingeschneit werden, sind, wenn sie consequent Jahre hindurch fortgeführt werden, von grossem Interesse in Bezug auf die klimatischen Unterschiede der verschiedenen Alpentheile.

Luftdruck.

Beobachtungen über die Grösse des Luftdruckes werden von Alpenreisenden nur zum Zweck der Höhenbestimmungen gemacht werden. Bevor wir diesen uns zuwenden, mag bemerkt werden, dass von Luftdruckbeobachtungen an sich nur stündliche, Tag und Nacht hindurch fortgehende Aufzeichnungen des Luftdruckes an einem Quecksilber-Barometer mindestens einen Monat hindurch von rein meteorologischen Interesse wären. Eine solche Aufgabe wird aber kaum ein Alpenreisender in sein Programm aufnehmen. Sonst lässt sich aber kaum etwas zur Förderung der Meteorologie der Alpen leisten.

Der Luftdruck nimmt mit solcher Regelmässigkeit (in einer geometrischen Progression, wenn die Höhen in arithmetischer Progression wachsen) mit der Höhe ab, dass sich der mittlere Luftdruck für jede Höhe mit hinlänglicher Genauigkeit berechnen lässt.

Nur zur Uebersicht mag folgende kleine Tabelle hier stehen. Nimmt man eine gleichmässige mittlere Lufttemperatur von 0° an, so haben der Luftdruck und die Höhe, um welche man steigen muss, damit das Barometer um 1 mm sinkt, folgende Werthe:

Höhe	0	1000	2000	3000	4000	5000 m
Luftdruck	762	672	593	523	462	408 mm
Höhe für 1 mm Druckänderung	10.5	11.9	13.5	15.3	17.3	19.6 m

Wenn die Temperatur der Luft steigt, so dehnt sich letztere aus, und ein Theil der Luftsäule, die früher unterhalb einer gewissen Bergstation sich befand, erhebt sich nun über dieselbe, daher muss der Luftdruck daselbst steigen. Das Umgekehrte tritt ein, wenn die Temperatur der Luft sinkt. Darum müssen besonders sehr hoch gelegene Orte im Winter einen niedrigen, im Sommer einen hohen Luftdruck haben, auch wenn am Fuss des Gebirges keine Aenderung des Druckes eintritt. Betrachten wir z. B. die drei Stationen Genf, St. Bernhard, Theodulpass, so macht sich die Wirkung der steigenden Wärme vom Winter zum Sommer auf den Luftdruck sehr merklich.

Mittlerer Luftdruck in mm.

	Höhe	Januar	Juli	Jahr	Juli-Januar
Genf	408	727.5	727.5	726.8	0.0
St. Bernhard	2478	561.1	569.0	564.1	7.9
Theodulpass	3333	502.0	511.9	506.2	9.9

Die Luftdruck-Unterschiede zweier Stationen in verschiedener Höhe variiren daher vom Winter zum Sommer.

Bemerkungen zur barometrischen Höhenmessung.

I. Instrumente.

A. Quecksilber-Barometer. Nach meiner Erfahrung würde ich die sog. Reisebarometer (Heber-Barometer) von L. Kappeller in Wien (Wieden Nr. 1 Freihaus) allen andern vorziehen. Sie sind so bequem zum Transport, als ein Quecksilberbarometer es überhaupt sein kann und halten ziemlich arge Stösse und Strapazen aus, ohne dadurch untauglich zu werden (Preis in Lederfutteral 40—50 fl. ö. W.).

B. Aneroide, Feder- (Dosen-) Barometer. Es sind dies unstreitig die bequemsten Instrumente zur Luftdruckmessung, bedürfen aber einer häufigen Controle, d. i. Vergleichungen mit guten Quecksilber - Barometern. Die ziemlich zahlreichen meteorologischen Stationen in den Alpen erleichtern jetzt diese Vergleichung. Abgesehen von Standänderungen (vom Luftdruck unabhängigen Verschiebungen des Zeigers) haben sie die Eigenschaft, grösseren Druckänderungen (bei raschem Auf- und Abstieg von höheren Punkten), nicht sogleich und völlig zu folgen, und hiebei auch Stand-Aenderungen zu unterliegen. Ueber die Aneroide existirt jetzt schon eine reichhaltige Literatur. Wir können hier auf die Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins selbst verweisen.

Grohmann: über die Eruirung eines empfehlenswerthen Aneroids (III 351), Schildbach: Aneroid-Barometer für Höhenmessungen II 202, 474, Frischauf: Ueber Goldschmids Aneroide (Neue deutsche Alpen-Zeitung 1876 Nr. 17 und 18):

Bei der Wahl der verschiedenen Formen dieser Instrumente mag sich jeder nach seinen Zwecken und Mitteln richten. Etwas kostspielige aber Präcisions-Instrumenten sich nähernde Modificationen der Federbarometer sind die von Goldschmid (Hottinger) in Zürich, Construction Weilenmann, und von Starke & Kammerer in Wien (die Temperatur-Compensation der letzteren scheint ziemlich vollständig gelungen zu sein).

C. Thermo-Hypsometer. Diese Apparate, die zur Ermittlung des Luftdruckes aus genauen Beobachtungen des Siedepunktes reinen Wassers dienen, leisten bei sorgfältiger Beobachtung sehr gute Dienste. Die Beobachtungen selbst sind aber etwas umständlich, nehmen mehr Zeit und grosse Sorgfalt in Anspruch. Das Thermometer darf nur in den Dampf des siedenden Wassers eintauchen, muss aber auch von diesem völlig umgeben sein, so dass eben nur die oberste Kuppe des Quecksilbers aus der umschliessenden Röhre herausragt. Man muss längere Zeit zuwarten, bis der Stand der Quecksilberkuppe völlig stationär geworden ist und sehr genau ablesen. Den zu jedem Siedepunkt gehörigen Luftdruck kann man Tafeln entnehmen (z. B. jenen in Jelineks schon citirter Anleitung 2. Auflage S. 197); hier genügt es anzuführen, dass bei einer mittleren

Luftwärme von 0° folgende Höhenunterschiede in Metern eine Siedepunkt-Aenderung von 1° und 0°.1 Cels. entsprechen:

Siedepunkt	100—95°	95—90°	90—85°	85—80°	Cels.
Höhendifferenz für 1° Aenderung	288	297	307	316	m
für 0°.1 also	29	30	31	32	»

War die Temperatur an der unteren Station T, an der oberen t, so sind diese Höhenunterschiede noch zu mulipliciren mit

$$1 + \frac{T \times t}{500}$$

Thermohypsometer kann man beziehen von Baudin, Rue St. Jacques, Paris; von L. Casella in London (E. C. Holborn Bars) Pocket Hypsometer for Alpine travellers 2 £ 10 sh., und von Fuess in Berlin.

II. Tafeln

und kurze Rechnungs-Vorschriften.

Es werden hier die bequemsten Tafeln zur Berechnung barometrischer Höhenmessungen ohne Logarithmen, nach ihrem Umfang geordnet, angeführt. Es wird mit denselben die gleiche Genauigkeit erreicht, als wenn man direct nach der Formel rechnen würde.

Frischauf: Tafeln zur Berechnung barometrischer Höhenmessungen. Wien 1877, Hölder. 28 Seiten.

Schoder: Hülfstafeln zur barometrischen Höhenmessung nebst einer Anleitung zur Untersuchung und zum Gebrauch der Federbarometer. 2. Aufl. Stuttgart 1874. 64 Seiten.

Jordan: Barometrische Höhentafeln. Stuttgart 1879. 75 Seiten.

L. Neumayr: Hilftstafeln für barometrische Höhenmessungen. München 1877. 194 Seiten.

Allen diesen Tafeln (mit Ausnahme jener von Jordan) liegen die älteren Constanten der barometrischen Höhenformel zu Grunde und dem Einfluss der Feuchtigkeit ist durch Vergrösserung des Temperatur-Coefficienten Rechnung getragen. Wer schärfer rechnen wollte, was sich aber nur lohnt, wenn man über Jahresmittel des Luftdruckes, der Temperatur und der Feuchtigkeit

(letzteres wenigstens für eine der Stationen) verfügt, der möge sich der Tafeln von Rühlmann bedienen, in dessen Werk „die barometrischen Höhenmessungen und ihre Bedeutung für die Physik der Atmosphäre. Leipzig 1870". Verbessert und erweitert finden sich diese Tafeln auch in „Jelineks Anleitung" etc. 2. Aufl. S. 193—195.

Erwähnung mag hier auch finden die einfache hypsometrische Formel von Babinet. Ist B der Barometerstand an der unteren, b jener der oberen Station, und sind T und t die zugehörigen Lufttemperaturen in Cels.-Graden, so findet man den Höhenunterschied h in Metern aus der Formel

$$h = 16000 \left(\frac{B-b}{B+b}\right) \left(1 + \frac{T+t}{500}\right)$$

Folgende Regel, nach welcher man auf der Reise selbst ohne Tafeln bequem kleinere Höhenunterschiede berechnen kann, mag hier noch Platz finden:

1. Man dividire die Zahl 8000 durch den Barometerstand der unteren und oberen Station und nehme das Mittel aus diesen Quotienten (bis auf 2 Decimalen).

2. Man vergrössere diesen Mittelwerth um so viele Tausendtheile seiner selbst (oder Zehntel-Procente) als die doppelte Temperatursumme der oben und unten abgelesenen Temperatur beträgt.

3. Man multiplicire mit dieser so vergrösserten Zahl (welche die Seehöhe in Metern angibt, um die man bei der herrschenden mittleren Lufttemperatur und bei der mittleren Seehöhe steigen muss, damit das Barometer um 1 mm sinkt) die Differenz $B - b$ der unten und oben abgelesenen Barometerstände.

Z. B.: Am 5. August 1878 stieg ich auf das Pfannhorn und las unten im Dorf Toblach beim Abgang und bei der Rückkehr, sowie am Gipfel des Pfannhorns ein Taschenaneroid von Beck (London) sowie ein Thermometer ab. Es war $B = \frac{1}{2}(655 + 651.5) = 653.2$, $b = 548.5$, $2(T + t)$, die doppelte Temperatursumme, 48° Cels. Mit diesen Daten findet man:

$8000 : 653 = 12.26$; $8000 : 548.5 = 14.59$, Mittel 13.42; diese Zahl ist zu vergrössern um $0.048 \times 13.42 = 0.64$.

Man musste also damals zwischen Toblach und dem Pfannhorngipfel durchschnittlich um 14.06 m steigen, um das Aneroid

um 1 mm sinken zu sehen. Die ganze Höhendifferenz beträgt also, da der Unterschied der unten und oben abgelesenen Barometerstände (653.3 — 548.5) = 104.8 mm war

$$104.8 \times 14.06 = 1473 \text{ m}.$$

Die Seehöhe von Toblach beträgt 1204 m, daher die Seehöhe des Pfannhorngipfels 2677 m. Die neue Specialkarte gibt 2662. Die Uebereinstimmung ist genügend und nicht besser zu erwarten, da auf die Messung keine Sorgfalt verwendet wurde, das Barometer im starken Fallen war, und das Höhenintervall für dieses abgekürzte Rechnungs-Verfahren eigentlich schon zu gross ist. Dasselbe ist bequem und zu empfehlen, wenn es sich blos um Höhenunterschiede von einigen Hundert Metern handelt, und man die Rechnung etwa gleich in seinem Notizbuch ausführen will.

Z. B.: 4. Aug. 1878. Toblach 653, Wetterkreuz 629, Temperatur 19°6 Dies gibt, indem man gleich mit dem Mittel der Barometerstände dividirt:

$$8000 : 641 = 12.47; \quad 12.47 \times 1.04 = 12.96.$$

$24 \times 13 = 312$ m Höhenunterschied Toblach-Wetterkreuz.

III. Allgemeine Betrachtungen.

Alle Formeln und Rechnungsvorschriften zur Bestimmung des Höhenunterschiedes zweier Orte, für welche die gleichzeitigen (correspondirenden) Barometerstände bekannt sind, gehen von der Voraussetzung aus, dass die Atmosphäre im Gleichgewichtszustande, d. i. dass in horizontaler Richtung in jedem Niveau (jedem Abstand von der Erdoberfläche) der Luftdruck derselbe ist. Nur bei ruhiger Witterung darf man daher erwarten, mittels correspondirender Barometerstände, bei gleichzeitiger Erfüllung anderer noch zu erwähnender Bedingungen, richtige Höhenunterschiede erhalten zu können. Je grösser die horizontale Entfernung der beiden Stationen ist, desto strenger wird die Erfüllung dieser Bedingungen gefordert werden müssen.

Wir haben früher erwähnt, dass der Luftdruck jeder über der Erdoberfläche gelegenen Station von der mittleren Temperatur der Luftsäule zwischen der Station und der Erdoberfläche abhängt. Mit steigender Temperatur steigt der Luftdruck in der Höhe,

bei fallender Temperatur nimmt er ab. Bei demselben Höhenunterschiede vermindert sich also die Luftdruckdifferenz zweier Stationen, wenn die Temperatur steigt, sie nimmt zu, wenn die Temperatur der zwischen ihnen befindlichen Luftmasse sinkt. Jedermann kann sich von der Richtigkeit dieses Satzes direct überzeugen, indem er die Unterschiede des Luftdruckes zwischen zwei nahen Orten verschiedener Seehöhe im Winter und Sommer vergleicht. Zwischen Genf und St. Bernhard ist diese Differenz im Januar 166.4 mm, im Juli 158.5 mm. Daraus ergibt sich, dass die Kenntniss der mittleren Temperatur der Luft, die zwischen den beiden Stationen liegt, deren Höhendifferenz bestimmt werden soll, unerlässlich ist, wenn man letztere einigermaassen genau erhalten will. In einem viel minderen Grade hängt der Luftdruck in der Höhe auch von dem Gehalt der Luft an Wasserdampf ab, eine Zunahme des letzteren wirkt wie eine (schwache) Zunahme der Temperatur. Es ist aber nur in jenem Falle nöthig, ja selbst möglich, mit Erfolg auf die Luftfeuchtigkeit Rücksicht zu nehmen, wenn man mit den Mittelwerthen aus längeren Beobachtungsreihen rechnen kann, und auch sonst die grösste Genauigkeit der Beobachtungen verbürgt ist. Gewöhnlich begnügt man sich, statt der Feuchtigkeit direct Rechnung zu tragen, jenen Factor in der Höhenrechnung, welcher den Temperatur-Einfluss darstellt, ein für allemal etwas zu vergrössern, weil ja wie gesagt die Feuchtigkeit im selben Sinne wie die Wärme wirkt und auch mit der Wärme selbst zunimmt. Von den Verbesserungen, welche die Abnahme der Intensität der Schwere mit der Höhe nöthig macht, können wir hier völlig absehen, ebenso von jener, welche aus gleichem Grunde der Unterschied der geographischen Breite der beiden Stationen erheischen würde. Gegenüber anderen fast unvermeidlichen Fehlern tritt der Einfluss der Schwere-Aenderungen völlig zurück.

Was die correspondirende Station anbelangt, aus deren gleichzeitigen Luftdruckbeobachtungen der Höhenunterschied ermittelt werden soll, und deren Seehöhe selbst bekannt sein muss, wenn man die absolute Höhe des betreffenden Beobachtungsortes erfahren will, so kann hiezu die nächste meteorologische Station dienen, an welcher täglich, meist dreimal, Barometer-Ablesungen gemacht werden. Das Alpengebiet zählt

jetzt eine ziemlich grosse Zahl solcher Stationen, so dass der Alpenreisende stets eine unfern gelegene Correspondenzstation finden kann.

Gegenwärtig werden von der österreichischen meteorologischen Central-Anstalt und von der deutschen Seewarte in Hamburg tägliche Witterungskarten ausgegeben, welche die Vertheilung des Luftdruckes im Meeresniveau um 7—8^h Morgens für Mittel-Europa, also auch für das Alpengebiet, mit ziemlicher Genauigkeit darstellen. Dieser Karten könnte man sich auch ganz zweckentsprechender Weise anstatt der Luftdruckbeobachtungen einer Correspondenzstation bedienen, natürlich nur bei Abwesenheit grösserer Störungen des Luftdruckes, worüber die Karte selbst den directesten Aufschluss gibt. Auch die Temperatur für das untere Niveau könnte man diesen Karten entnehmen, der Fehler wird meist kleiner sein, als wenn man die Temperatur einer einzelnen Correspondenz-Station in Rechnung stellt. Man erhält dann auch gleich die absolute Höhe oder die Seehöhe des Beobachtungsortes. Beobachtet man zu einer späteren Tagesstunde, so zeigt ein Vergleich mit der Karte der Luftdruck-Vertheilung des nächsten Tages, ob die Aenderung hinlänglich geringfügig war, um sich ihrer bedienen zu dürfen.

Bei kleineren Touren und Bergbesteigungen, Tagesausflügen, die man von seinem Standquartier aus unternimmt, genügt es, vor Abgang und nach Rückkunft an diesem Orte selbst den Luftdruck abzulesen und das Mittel aus beiden als correspondirenden Barometerstand der unteren Station zu betrachten. Natürlich wird man nur bei ruhigem Wetter und constantem Barometer dies mit Sicherheit thun können, auch ist zu beachten, dass die Aneroide, wenn man von grösseren Höhen rasch wieder herabsteigt, zurückbleiben und noch einige Zeit hindurch einen zu tiefen Stand zeigen. Wer sich mit zwei Aneroiden versieht und davon eines unten in seinem Standquartier zurücklässt, entgeht dieser Fehlerquelle.

So wie die Aneroide beim Abstieg zurückbleiben hinter der Zunahme des Luftdruckes, so unterliegen sie dem auch beim Hinaufsteigen gegenüber der Abnahme desselben. Man muss also nicht allein das Aneroid vor jeder Ablesung durch Klopfen

erschüttern, sondern auch einige Zeit warten, bis die Elasticität der Dosen sich den neuen Druckverhältnissen besser fügen kann. Immer wird die Tendenz vorhanden sein, zu grosse Ablesungen beim Hinaufsteigen und auf dem Gipfel zu erhalten.

Auf die Beobachtung der Luftwärme muss grosse Sorgfalt verwendet werden. Wir haben früher erwähnt, wie man selbst im Sonnenschein mittelst der sog. Schleuderthermometer recht nahe die wahre Lufttemperatur erhalten kann. In Ermanglung solcher muss man möglichst dafür sorgen, gute Schattentemperaturen zu erhalten. Es muss aber auch die correspondirende Temperatur der unteren Station bekannt sein. Das Mittel der beiden Temperaturen sieht man als die mittlere Temperatur der ganzen Luftsäule zwischen beiden Orten an. Jedermann wird sogleich einsehen, dass diese Annahme nur ein sehr rohes Auskunftsmittel, dass die Fehler, die damit verbunden sein können und müssen, nicht unerheblich sein werden. Es gibt aber keine Annahme, welche vorzuziehen wäre und diese Fehler vermeiden liesse. Die Unsicherheit über die wahre Lufttemperatur ist es, welche die Höhenberechnung aus einzelnen Beobachtungen stets mit einem ziemlichen Fehler behaftet erscheinen lassen. Eine Schätzung dieses Einflusses folgt unten. Man muss sich demnach selbst unter den günstigsten atmosphärischen Bedingungen, bei der grössten Sicherheit der Ablesungen des Luftdruckes und Vermeidung von Instrumentalfehlern immer auf gewisse Fehler in den barometrisch bestimmten Höhenunterschieden gefasst machen.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass diese Fehler eine tägliche und eine jährliche Periode haben. Aus Jahresmitteln findet man die wahren Höhenunterschiede mit grosser Genauigkeit, aus Mitteln kürzerer Perioden oder gar aus einzelnen Beobachtungen findet man in der kälteren Hälfte des Jahres und Tages die Höhenunterschiede zu klein, in der wärmeren zu gross. Beobachtungen zu den Vormittagsstunden um $7—8^h$ herum oder zu den gleichen Abendstunden liefern ziemlich nahe die wahren Höhenunterschiede. Aus Beobachtungen zwischen Mittag und 2^h im Juli findet man die Höhenunterschiede durchschnittlich um $1^1/_2\%$ zu gross. Es rührt dies höchst wahrscheinlich daher, dass wir die Lufttemperatur in der wärmeren Hälfte des

Jahres und Tages zu hoch finden, in der kälteren umgekehrt zu niedrig. Es gibt keine allgemein giltige Vorschrift um diese Fehler vermeiden zu können, es erübrigt nichts, als ihre Existenz im Auge zu behalten.

Zur Beurtheilung der Fehler der barometrisch bestimmten Höhen mag Folgendes dienen:

1. Einfluss der Fehler der Luftdruckmessung. Derselbe steigt mit der Höhe oder der Abnahme des Luftdruckes. Für ein Zehntel Millimeter Fehler in der Ablesung des Barometers oder in Folge ungleichförmiger Vertheilung des Luftdruckes beträgt der Fehler des berechneten Höhenunterschiedes bei

760	600	500	400	mm Luftdruck
1.1	1.3	1.6	1.9	m

Wenn man die Seehöhe aus der Abnahme des Siedepunktes reinen Wassers berechnet, so ist, da bis zur Mont Blanc-Höhe recht nahe für je 300 m der Siedepunkt um 1° Cels. abnimmt, ein Fehler von 0°1 bei der Bestimmung des Siedepunktes äquivalent einem Fehler von 30 m in der Höhenbestimmung.

2. Einfluss eines Fehlers bei Bestimmung oder Annahme der mittleren Luft-Temperatur zwischen beiden Stationen. Derselbe steigt mit Zunahme des Höhenunterschieds. Einem Fehler von einem Grad Cels. in der angenommenen Luftwärme entspricht ein Fehler von 0.36%, (nicht ganz 4 Zehntel %) des Höhenunterschiedes. Die Lufttemperatur muss bis auf 3° Cels. genau sein, wenn der Höhenunterschied bis auf ein Procent genau sein soll. Diese Genauigkeitsgrenze wird häufig nicht erreicht werden, weil man blos zwei Temperaturen (die oben und unten abgelesene) in Rechnung stellen kann.

3. Es sei noch kurz erwähnt, welchen Einfluss die Fehler in der Bestimmung der Feuchtigkeit der Luft auf die Höhenmessung haben, wenn man letztere überhaupt separat in Rechnung zieht. Ein Fehler von 1 mm in der Bestimmung des Dunstdruckes (ausgedrückt durch die Höhe einer Quecksilbersäule) gibt nur einen Fehler von 0.05 bis 0.07% (zunehmend mit der Seehöhe) im Höhenunterschied, ein Fehler von 7—8 mm in der Bestimmung oder Annahme des Dunstdruckes (das ist aber meist der ganze Betrag desselben) gibt erst einen Fehler von 0.4%

im Höhenunterschied und ist also erst äquivalent einem Fehler von 1° bei der Bestimmung der Lufttemperatur. Man sieht hieraus, dass es gerechtfertigt ist, wenn man dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft nur genähert und indirect Rechnung trägt, wie dies in den früher angeführten Tafeln geschieht.

Feuchtigkeit.

Je höher die Temperatur der Luft ist, eine desto grössere Menge (unsichtbaren) Wasserdampf kann sie aufnehmen. Es gibt aber für jede Temperatur ein Maximum des Wasserdampfgehaltes der Luft, das nicht überschritten werden kann, weil sich der überschüssige Wasserdampf dann als tropfbar flüssiges Wasser niederschlägt (condensirt). Wenn die Luft jene grösste Menge von Wasserdampf enthält, den sie bei ihrer Temperatur enthalten kann, so sagt man, die Luft ist gesättigt (mit Wasserdampf). Folgende kleine Tabelle gibt an, wie viel Gramme Wasser (in Dampfform) in einem Kubikmeter gesättigter Luft von verschiedenen Temperaturen enthalten sind:

Temperatur	— 10	— 5	0	5	10	15	20	25	Cels.
Gewicht des Wasserdampfes	2.3	3.4	4.8	6.7	9.2	12.6	17.0	22.8	Gramm.

Man sieht, dass der Wasserdampfgehalt gesättigt feuchter Luft rascher wächst als die Temperatur, denn die Unterschiede in der zweiten Zahlenreihe werden immer grösser, während die Temperatur in gleichen Intervallen zunimmt. Eine Folge davon ist, dass gesättigt feuchte Luftmassen verschiedener Temperatur sich nicht mischen können, ohne dass ein Theil ihres Dampfgehaltes sich condensirt. Mischen sich z. B. 1 cbm gesättigt feuchter Luft von 10° C. mit einem solchen von 20° C., so sind in dem Gemenge 26.2 Gramm Wasserdampf. Die Tabelle zeigt aber, dass bei der mittleren Temperatur von 15°, welche die Mischung annimmt, blos 25.2 Gramm in 2 cbm existiren können. 1 Gramm Wasserdampf muss sich also condensiren. So oft sich also feuchte Luftmassen ungleicher Temperaturen miteinander vermengen, z. B. wenn in eine warme Luftströmung ein kalter Wind einbricht, ist ein Niederschlag zu erwarten. Würde die Luft bei 10° nur 7.5 gr Wasserdampf auf den cbm z. B. enthalten, so könnte sie noch 1.7 gr Wasser-

dampf aufnehmen. Das Verhältniss der bei einer bestimmten Temperatur in der Luft möglichen Dampfmenge zur wirklich vorhandenen nennt man die relative Feuchtigkeit, in unserem Falle ist dieses Verhältniss 7.5 : 9.2 = 0.81. Man sagt dafür kürzer: die relative Feuchtigkeit beträgt 81 Procent, denn die Luft enthält dann in der That 81 Procent der bei dieser Temperatur möglichen Wasserdampfmenge. Das Maass der absoluten Feuchtigkeit der Luft in unserem Fall ist 7.5 gr Wasserdampf, die relative Feuchtigkeit wäre 81%.

Die Luft kann zugleich eine grosse relative und geringe absolute Feuchtigkeit haben. Im Winter ist in den Niederungen die Luft fast stets relativ sehr feucht und der Sättigung (100%) nahe, im Sommer ist die Luft, wie man auch allgemein sagt, trockener. Dennoch ist der absolute Wassergehalt derselben dann erheblich grösser als im Winter. Nehmen wir z. B. Genf im Januar und Juli:

	Absolute Feuchtigkeit	Relative Feuchtigkeit
Januar	4.4 gr	86%
Juli	10.8 »	68 »

Im Allgemeinen steigt der Wassergehalt der Luft mit der Temperatur, während gleichzeitig die relative Feuchtigkeit abnimmt. Die Alpenhöhen zeigen aber eine Abweichung von dieser Regel, die Lufttrockenheit ist daselbst relativ wie absolut im Winter grösser als im Sommer. Folgende kleine Tabelle mag dies zeigen.

Relative Feuchtigkeit (Procente der Sättigung).

	Wien	Genf	Simplon	Stelvio	Theodul
Höhe	202	408	2008	2470	3333
Winter	**81**	**85**	77*	72*	79*
Frühling	67	73	79	**84**	**89**
Sommer	64*	70*	74*	78	80
Herbst	75	82	**80**	73	83

Natürlich nimmt mit der Temperatur auch der absolute Wassergehalt der Luft mit der Höhe ab. Während die Luft in Genf im Jahresmittel noch 7.3 gr Wasserdampf pro cbm, im Julimittel 10.8 gr enthält, war der Wassergehalt der Luft auf

dem Theodulpass (3333 m) im Jahresmittel 2.8, im Julimittel 4.2 gr.

Ueber Gletschern kann die Luft im Sommer eine grosse relative Trockenheit zeigen, weil sie in Berührung mit dem Gletschereis von 0° ihren Wasserdampf condensirt bis zum Maximumgehalt bei dieser Temperatur (4.8 gr). Wäre die Luftwärme an einem Sommernachmittag über dem Gletscher z. B. 15°, so könnte die relative Feuchtigkeit der Luft bis auf 38% herabsinken. Die Gletscher wirken also im Sommer in hohem Maasse austrocknend auf die Luft in ihrer nächsten Nähe.

Die Apparate zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft heissen Hygrometer. Das bequemste Hygrometer ist das August'sche, das sog. Psychrometer. Umgibt man ein Thermometergefäss mit einer ganz leichten Hülle (aus Mousselin z. B.) und befeuchtet dieselbe, so bewirkt die Verdunstung des Wassers ein Sinken des Thermometers. Wird die Hülle feucht erhalten, so nimmt das befeuchtete Thermometer bei einem gegebenen Temperatur- und Feuchtigkeitsgehalt der Luft bald einen unveränderlichen Stand an. Die Differenz zwischen dieser Angabe des befeuchteten und eines gewöhnlichen Thermometers, das die Lufttemperatur anzeigt, ist ein Maass für den Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Denn je trockener die Luft ist, je mehr sie noch Feuchtigkeit aufnehmen kann, desto mehr Wasser verdampft in gleicher Zeit von dem nass gehaltenen Thermometergefäss und desto stärker wird dieses abgekühlt. Die Differenz zwischen den Angaben des trockenen und des nassen Thermometers (die sog. Psychrometer-Differenz) wächst mit der Trockenheit der Luft. Bei niedrigen Lufttemperaturen entsprechen aber viel kleinere Psychrometer-Differenzen denselben Trockenheitsgraden als bei hohen Temperaturen. Es gibt Tabellen, aus welchen man für jeden Stand des trockenen Thermometers und gleichzeitigen des nassen die relative Feuchtigkeit und die Expansivkraft des Wasserdampfes in der Luft entnehmen kann*). Die beiden Thermometer, von

*) Psychrometertafeln für das hunderttheilige Thermometer. Nach Wilds Tafeln bearbeitet von C. Jelinek. Wien 1876. Zur Umrechnung der Angaben des Dunstdruckes (Expansivkraft des Wasserdampfes) in Gehalt der Luft an Dampf pro cbm dient eine Tafel in der „Anleitung" desselben Verfassers S. 199.

denen man das eine im benetzten, das andere im trockenen Zustande abliest, müssen unter gleichen Verhältnissen genau übereinstimmen. Auch ist dafür zu sorgen, dass die Benetzung genügend ist, und ein mässiger Luftzug die beiden Thermometer umspült. Bei heftigem Wind erhält man zu grosse Trockenheitsgrade. Wenn das Wasser auf dem benetzten Thermometer gefriert, so ist dafür zu sorgen, dass nur eine ganz dünne Eishülle das Thermometergefäss umgiebt.

Bequemer noch als das Psychrometer ist das zuerst von Saussure angewendete Haarhygrometer. Ohne stete und sorgfältige Controle sind jedoch dessen Angaben nicht verlässlich. Das Haarhygrometer hat eine Scala, welche unmittelbar die relative Feuchtigkeit angibt. Zu empfehlen sind die Haarhygrometer von Hermann & Pfister in Bern, die von Klinkerfues in Göttingen und eine zweckmässige Combination von Haarhygrometer und Psychrometer von Hottinger (Kopp) in Zürich.

Beobachtungen über den Feuchtigkeitsgshalt der Luft auf Hochspitzen, besonders auch im Winter, wären sehr erwünscht. Der tägliche Gang der relativen Feuchtigkeit auf Berggipfeln wäre gleichfalls ein dankbares Beobachtungsobject, besonders wenn stündlich Tag und Nacht hindurch längere Zeit beobachtet würde. Wenn auch einzelne Touristen nicht in der Lage sind, solche umständlichere Beobachtungsreihen auszuführen, so könnte sich doch die eine oder andere Section des Alpenvereins eine solche dankbare Aufgabe stellen.

Einzelne Feuchtigkeitsbeobachtungen, ausser während besonders bemerkenswerther Witterungserscheinungen (Föhn z. B.) haben für die Meteorologie wenig Werth. Wir wiederholen schliesslich, dass die Beobachtungen mit dem Psychrometer und selbst mit dem Haarhygrometer grosse Sorgfalt erheischen, wenn sie brauchbare Resultate liefern sollen.

Hydrometeore.

Die atmosphärischen Erscheinungen, welche durch die Verdichtung des Wasserdampfes entstehen, werden unter der gemeinsamen Bezeichnung der Hydrometeore zusammengefasst.

Die Condensation, ein Niederschlag des atmosphärischen Wasserdampfes, tritt jedesmal ein, wenn die Luft so stark

abgekühlt wird, dass der in ihr vorhandene Wasserdampf das Maximum jener Quantität überschreitet, die bei der gegebenen, erniedrigten Temperatur in der Luft enthalten sein kann.

War die Temperatur der Luft z. B. 25° und die relative Feuchtigkeit 70 %, enthielt sie also pro cbm 16 gr Wasserdampf (siehe Seite 221) und würde sie nun bis auf 15° abgekühlt, bei welcher Temperatur der cbm Luft im höchsten Falle 12.6 gr enthalten kann, so müssten sich in jedem cbm 16 weniger 12.6, d. i. 3.4 gr Wasser verdichten. Eine Luftsäule von 1000 m Höhe (und 1 qm Querschnitt) würde also 3.4 kg Wasser in flüssiger Form ausscheiden. Fiele dieses Wasser auf den Boden herab, so gäbe dies einen Regen (Niederschlag überhaupt) dessen Wassermenge den Boden bis zu einer Höhe von 3.4 mm bedecken würde.

Die Temperatur, bei welcher in feuchter Luft der Niederschlag eben beginnt, nennt man deren Thaupunkt. In obigem Falle läge derselbe circa bei 19°, indem bei dieser Temperatur die Luft gerade noch 16 gr Wasserdampf enthalten kann. Kommt feuchte Luft mit Gegenständen in Berührung, die eine niedrigere Temperatur haben als jene ihrs Thaupunktes, so verdichtet sich ein Theil des Wasserdampfes der Luft auf der Oberfläche dieser Körper. Der bekannteste Fall ist jener der Thaubildung selbst. Die Blätter der Bäume, Gras etc. strahlen in heiteren Nächten reichlich Wärme aus und erkalten dadurch sehr stark; sinkt ihre Temperatur dabei unter die des Thaupunktes der sie umgebenden Luft, so verdichtet sich Wasserdampf auf ihnen; liegt diese Temperatur unter dem Gefrierpunkt, so bildet sich Reif. Auf ähnliche Weise entsteht das Glatteis, wenn feuchte, warme Südwinde eintreten und der Boden noch sehr kalt ist etc.

Wenn der Wasserdampf sich innerhalb grösserer Luftmassen, die abgekühlt werden, verdichtet, so geschieht dies in Form winziger Wassertropfen, Wasserstaub, welcher in der Luft längere Zeit schwebend sich erhalten kann und sie theilweise undurchsichtig macht. Befinden wir uns mitten in solcher Luft, so nennen wir diese Erscheinung Nebel, von der Ferne gesehen bezeichnen wir den Vorgang als Wolkenbildung.

Trotz der ausserordentlichen Formenverschiedenheit, welche

solche Ansammlungen von Wasserstaub in der Luft aus der Ferne gesehen darbieten, kann man doch einige Grundformen unterscheiden, die allerdings in der mannigfaltigsten Weise in einander übergehen.

Die sehr hoch schwebenden, weissen streifigen Wolkenfasern (Windbäume) nennt man Federwolken (Cirrus). Sie bestehen jedenfalls aus Eisnadeln, wofür sowohl ihr optisches Verhalten (die Bildung von Höfen und Nebensonnen etc.) spricht, als auch die niedrige Temperatur in den Höhen zwischen 5 bis 8000 m, in welchen sie schweben.

Die von rundlichen Umrissen begrenzten, oft hoch aufgethürmten Wolkenballen, welche in geringeren Höhen meist auf einer horizontalen Basis schwimmen, heissen Haufenwolken (Cumulus). Es ist die am meisten malerische und die grössten Verschiedenheiten der Farben darbietende Wolkenform. Die Haufenwolken sind im Gebirge besonders häufig und ruhen oft scheinbar unbeweglich auf den Bergspitzen.

Die oben und unten horizontal begrenzten, mehr gleichmässig dichten Wolkenlager heissen Schichtwolken (Stratus), eine am Boden aufliegende Schichtwolke ist der Nebel.

Die dünnen Schichtwolken in grösster Höhe heissen Cirro-Stratus. Wenn die Haufenwolken sich zu grossen Wolkenlagern ansammeln und dann auch meist in der Höhe sich mit einer Schicht von Cirro-Stratus bedecken, so sieht man bald auch schon graue Regensäulen von ihnen herabsinken. Es ist dies die eigentliche Gewitterwolkenform, der Cumulo-Stratus.

Den Grad der Wolkenbedeckung des Himmels bezeichnet man mit den Namen der Bewölkung. Man schätzt die Bewölkung, indem man beurtheilt, den wievielten Theil des ganzen Firmamentes die zur Beobachtungszeit vorhandenen Wolken einnehmen dürften, und zwar meist in Zehntheilen desselben. Der Grad der Bewölkung ist z. B. 4 wenn 4 Zehntheile des Himmels mit Wolken bedeckt sind.

Die Bewölkung zeigt eine tägliche und jährliche Veränderung. In der wärmeren Jahreszeit steigt die Bewölkung mit der Zunahme der Tageswärme, Abends vermindert sie sich wieder. In unseren Niederungen ist die Bewölkung im Winter am grössten, sie nimmt gegen den Sommer hin ab und erreicht

am Nordfuss der Alpen im September oder October (besonders wenn man von den Morgennebeln absieht) ein Minimum. In den Alpenhöhen jedoch ist im Winter der Himmel weniger bedeckt als im Sommer. Folgende kleine Tabelle zeigt den jährlichen Gang der Bewölkung am Fuss der Alpen und auf deren Höhen:

Bewölkung (0—10, 0 ganz heiter, 10 ganz trüb).

	Wien	Genf	Vent	Sils-Maria	St. Bernhard	Theodul
Höhe in m	202	408	1845	1810	2478	3333
Winter	7.0	7.7	3.9*	4.8*	4.9*	4.4*
Frühling	5.5	6.0	5.0	5.3	6.5	6.4
Sommer	4.6*	4.9*	5.8	5.4	5.9	5.3
Herbst	5.6	6.1	4.2	5.3	5.9	5.2
Jahr	5.7	6.2	4.7	5.2	5.8	5.3

Die Zahl der Tage, an welchen in jeder der 4 Jahreszeiten der Schafberggipfel (1782 m) im Mittel von 7 Jahren in Wolken gehüllt war, zeigt ein gleiches Verhältniss:

Winter 24.3 Frühling 27.1, Sommer 27.3, Herbst 25.2.

Die Höhenregion der häufigsten Wolkenbildung liegt im Winter tiefer als 5000 Fuss, ja sie liegt dann häufig am Boden selbst auf, während die Berghöhen frei ober dem Wolkenmeere zu einem reinen blauen Himmel emportauchen. Mit steigender Wärme, abnehmender relativer Feuchtigkeit der Luft steigt auch das Niveau, in welchem sich zumeist die Wolken bilden. Dazu kommt, dass sich auf den Berggipfeln, aus später anzuführenden Gründen, besonders häufig Wolken bilden, während der Himmel ober den Niederungen klar bleibt.

Für den Naturfreund haben Beobachtungen über die Wolkenbildung, das Steigen und Sinken derselben etc. gewiss grossen Reiz und namentlich die Alpenhöhen bieten dazu die beste und lohnendste Gelegenheit. Bestimmt formulirte Anleitungen hiezu lassen sich wohl nicht geben, es lässt sich nur sagen, dass es sich verlohnen würde die bemerkenswertheren Erscheinungen naturgetreu zu schildern und in den Alpenvereinsschriften zu publiciren. Es ist noch vieles dunkel auf diesem Gebiete und gewissenhafte Aufzeichnungen eines dafür interessirten Beobachters könnten hie und da zur Aufhellung desselben beitragen.

Wenn die kleinen Wassertröpfchen, welche eine Wolke bilden, zusammenfliessen, sei es in Folge grösserer Verdichtung der Wolke durch weitere Condensation oder durch Luftbewegungen innerhalb derselben, welche die feinen Tröpfchen mit einander in Berührung bringt, so vereinigen sie sich zu grösseren Tropfen, welche nicht mehr in der Luft schweben können, sondern fallen und dabei auf ihrem Wege durch die Wolken allen Wasserstaub auf den sie treffen mit sich vereinigend endlich als mehr oder minder grosstropfiger Regen die Erde erreichen. Wenn man während eines Regens von einem Berg herabsteigt, kann man häufig den feinen Nebelregen der Höhe allmählig in einen prasselnden Platzregen übergehen sehen. Schweben die Wolken sehr hoch, ist der aus ihnen herabfallende Regen gering, und sind die unteren Luftschichten trocken, so verdampfen die Regentropfen wieder bevor sie den Erdboden erreichen — man sieht graue Regenstreifen aus der Wolke niedergehen, welche aber nicht bis zur Erde herabreichen. Da der Wasserdampfgehalt der Luft um so grösser sein kann je höher die Temperatur derselben ist, so wird der Regenfall um so intensiver sein können, je höher die Lufttemperatur ist, während in sehr kalten Klimaten und also auch in grossen Höhen die Niederschläge (Schnee und Regen) nur wenig ausgiebig sind.

Lässt man den Regen in ein Gefäss mit senkrechten Seitenwänden und ebenem Boden fallen (Regenmesser, Pluviometer) und misst nach Aufhören des Regens die Wasserhöhe in demselben, so hat man das, was man die Regenhöhe nennt. Fällt Schnee, so muss man ihn vor der Messung schmelzen. (Man rechnet im grossen Durchschnitt die Wasserhöhe gleich $^1/_{10}$ der Schneehöhe.) Die Niederschlagshöhe eines Monats oder eines Jahres ist die Summe der Regenhöhen oder der Höhe des geschmolzenen Schnees während dieser Perioden.

Folgende Zahlen mögen eine Vorstellung von der Wassermenge liefern, die im Laufe eines Jahres im Alpengebiete fällt, und von deren Vertheilung. Die Niederschlagshöhe ist in cm angegeben:

Nordsaum der Alpen.

Basel 88, München 81, Kremsmünster 95, Wien 57.

Nördliche Alpenthäler.

Beatenberg 161, Schwyz 172, Einsiedeln 165, Auen 189, Isny 130, Haller Salzberg 125, Tegernsee 119, Reichenhall 124, Salzburg 110, Alt-Aussee 194.

Alpenpässe und Gipfel.

St. Bernhard 112, Simplon 90, Grimsel 222, Bernhardin 256, Splügen 152, Stelvio 231, Rigikulm 170.

Südliche Alpenthäler.

Laibach 138, Raibl 206, Görz 164, Tolmezzo 244, Cercivento 202, Feltre 179, Riva 114, Brescia 125, Lugano 157.

Aus diesen Zahlen ersieht man im allgemeinen, dass die Regenmenge zunimmt, wenn man sich von der Nordseite her den Alpen nähert, dasselbe ist auch auf der Südseite der Fall, denn Venedig hat 87, Mailand 97, Turin 95 cm jährlichen Regenfall.

Die Regenmenge erreicht in manchen Alpenthälern, namentlich jenen auf der Südseite, dann auf einigen Alpenpässen einen Betrag, der jener regenreicher tropischer Orte gleichkommt, und das drei- bis vierfache der durchschnittlichen Regenmenge Mittel-Europas ist. Die regenreichsten Orte auf der Nordseite der Alpen bleiben immer noch zurück gegen die regenreichsten Orte der südlichen Alpenthäler. Ein einfacher Zusammenhang zwischen der Seehöhe und der Regenmenge einer Alpenstation ist nicht vorhanden. Es gilt nur im Allgemeinen die Regel, dass die nach der Ebene sich theilweise öffnenden Thäler, welche aber in ihrem Hintergrund schon Hochgebirg haben, die grössten Niederschlagsmengen aufzuweisen haben, während jene Thäler, welche rings um von Hochgebirg umschlossen sind, eine Verminderung des Regenfalls zeigen. So hat das obere Innthal von Innsbruck bis Sils hinauf weniger Regen als der Nordrand der Alpen, ebenso hat das Wallis weniger Regen, als auf der Nordseite der Berner Alpen und auf der Südseite der Walliser Alpen fällt; dasselbe gilt vom oberen Etschthal gegenüber dem Südfuss des Ortlerstocks etc. Im ganzen ist die Vertheilung der Quantität der Niederschläge im Alpengebiet ein ziemlich complicirtes Phänomen, das in grösstem Maasse von den orographischen Verhältnissen jedes Punktes abhängt.

Eine Übersicht über die Vertheilung der Niederschlagsmengen im östlichen Theile der Alpen gibt die Regenkarte von Oesterreich, welche Sonklar in den Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft 1860 publicirt hat, über die Vertheilung der Niederschlagsmengen in der Schweiz hat Benteli eine Karte geliefert im 7. Band der schweizerischen meteorologischen Beobachtungen (Zürich 1873). Aus letzterer Karte ergibt sich als mittlere Niederschlagsmenge für das Rheingebiet 114, Aaregebiet 118, Reussgebiet 140, Limmatgebiet 134, Rhonegebiet 90, Tessingebiet 170, Inngebiet 83 cm. Die Flussgebiete sind innerhalb der Schweizer Grenzen zu verstehen. Man sieht wie die beiden Längsthäler des Rhone und des Inn die kleinsten Niederschlagsmengen haben, die mehr quer auf den Alpenkamm verlaufenden viel grössere.

Die Alpen bilden eine Grenze zwischen dem Gebiete, wo die grösste Regenmenge im Sommer fällt, zu dem ganz Mittel-Europa gehört, und jenem, wo das Maximum im Herbst eintritt, dem Ober-Italien und das Gebiet der Adria angehören. Südlich schliesst sich daran ein Gebiet mit Winterregen und trockenem Sommer, das ganz Süd-Italien und Nord-Afrika umfasst. Drücken wir die Niederschlagssummen der Jahreszeiten (December, Januar, Februar = Winter u. s. w.) in Procenten der jährlichen Regensumme aus, so erhalten wir folgende Übersicht über die jahreszeitliche Vertheilung des Regenfalls im Alpengebiete:

Gebiet	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
	Procente der Jahresmenge			
Nördliche Alpenthäler	19	24	37	20
Alpenkämme und Gipfel	18	25	29	28
Südliche Alpenthäler	19	23	25	33

Man sieht, wie nach Süden die relative Menge der Sommerregen abnimmt, während die Niederschläge des Herbstes zunehmen. Winter und Frühling zeigen keine Verschiedenheiten innerhalb des Alpengebietes.

Wenn wir noch das Schweizer Gebiet specieller betrachten (nach Benteli), so kommen wir zu einem ähnlichen Resultat. Da die Vertheilung auf der Nordseite der Alpen sehr überein-

stimmend ist, haben wir eine Gruppe daraus gemacht.

Fluss-Gebiete	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
	Procente der Jahresmenge			
Rhein-, Aare-, Reuss- und Limmatgebiet	18	25	33	24
Rhonegebiet	21	26	26	27
Tessingebiet	12	26	27	35

Während wir uns auf der Nordseite der Alpen oft eines warmen trockenen Octobers erfreuen, fallen gleichzeitig auf den Südhängen der Alpen fast tropische Regengüsse.

Die Zunahme der Bewölkung und Regenmenge mit der Annäherung gegen das Gebirge und dem Emporsteigen in demselben (bis zu einer gewissen Höhe) hat man früher durch die Anziehung erklärt, welche das Gebirge auf die Wolken ausübt, und man hört noch häufig von dieser Anziehung sprechen. Offenbar ist dies keine Erklärung, sondern nur eine Umschreibung der oben angeführten Thatsache. Wie man sich die Anziehung der Wolken durch das Gebirge vorstellen solle, welche Kräfte sie bewirken, wird nicht gesagt. Aber eine aufmerksamere Beobachtung zeigt überdies, dass die Gebirge nicht die schon gebildeten Wolken gleichsam anziehen, sondern dass sich die Wolken in der Nähe des Gebirges und an demselben selbst erst bilden. Dieselbe Luft, die durchsichtig und klar über die Niederungen hinstreicht, trübt sich durch ausgeschiedenen Wasserstaub, so wie sie an dem Gebirge hinaufsteigt, ja selbst schon in einiger Entfernung von demselben. Und wenn sie auf der andern Seite des Gebirges wieder herabsinkt, so erscheint sie nun wieder eben so durchsichtig, wie früher. Nur der Weg, den sie in der Höhe zurücklegen musste, ist durch ausgeschiedenen Wasserstaub, durch Wolken und Regenbildung bezeichnet.

Jedem Bergwanderer ist ferner die Erscheinung bekannt, dass an Gebirgshängen und Gipfeln sich oft Wolkenmassen scheinbar unbeweglich festgesetzt haben, trotz des heftigen Windes halten sie sich immer an derselben Stelle, während rings herum die Luft klar bleibt. Kommt man an die Stelle, wo die Wolke fest sitzt, so sieht man sie (als Nebel) mit

dem Wind fortziehen, und doch bleibt sie an derselben Stelle. Das kann nur geschehen, indem sich der in der bewegten Luft befindliche Wasserdampf gerade an dieser Stelle verdichtet, sowie aber der Wasserstaub von dem Wind darüber hinaus weggetragen wird, verdunstet er wieder und verwandelt sich wieder in unsichtbaren Dampf. Es ist dies also eine Stelle örtlicher Abkühlung, vor und hinter welcher sich die Luft wieder erwärmt.

Was ist nun die Ursache der Erkaltung der Luft im Gebirge? Man dachte früher, dass die Luft sich in Folge der Berührung mit den kälteren Bergabhängen beim Emporsteigen abkühlt. Das könnte aber nur die dem Boden nächsten Schichten treffen und würde höchstens einen dünnen Bodennebel hervorbringen, wie wir ihn auch in den Niederungen entstehen sehen, wo warme feuchte Luft mit kälteren Wasser- oder Sumpfflächen in Berührung kommt. In unserem Falle aber beginnt die Wolkenbildung oft schon meilenweit vom Kamme des Gebirges, und reicht jederzeit bis in eine viel grössere Entfernung, als der Einfluss der kalten Bergabhänge sich erstrecken könnte. Auch steht damit folgende Thatsache in Verbindung, die gleichfalls jedem Bergsteiger bekannt ist. Dieselbe Südluft, die unten im Thale weich und lau sich fühlt, ist auf den Höhen empfindlich kalt, viel kälter als der Erdboden daselbst. Es ist sogar eine allgemeine Wahrheit, dass auf den Höhen alle Winde kalt gefühlt werden, und dass die angenehmste Temperatur bei Windstille herrscht. Diese Abkühlung der Höhen durch Winde ist nicht allein physiologisch aufzufassen, auch die Thermometer-Ablesungen auf Berggipfeln beweisen dieselbe.

Die neuere Physik erst hat die Ursache dieser Abkühlung der Luft beim Emporsteigen erklärt. Wenn Luft aus einem Niveau wo der Barometerstand z. B. 76 cm beträgt zu einer Höhe emporsteigt (sei es an Bergabhängen oder ober einer Ebene, das ist ganz dasselbe), wo der Barometerstand nur mehr 50 cm, ist, so dehnt sie sich aus im Verhältniss, in welchem der Druck abnimmt, also im Verhältniss von 76 : 50. Die Luft, die früher den Raum eines cbm einnahm, erfüllt jetzt den Raum von mehr als $1^1/_2$ cbm. Bei dieser Ausdehnung leistet sie eine gewisse Arbeit, indem sie dabei den Druck

der umgebenden Luft zurückdrängen muss. Diese Arbeitsleistung erfolgt auf Kosten eines Theiles ihrer mit dem Thermometer nachweisbaren Wärme. Luft, die sich ausdehnt ohne Wärmezufuhr von aussen, kühlt ab. Man könnte sie aber jederzeit auf dieselbe Temperatur wieder zurückbringen, wenn man sie auf ihr früheres Volum comprimirt und dabei verhütet, dass sie während dieses Vorganges nach aussen Wärme abgiebt.

Die Rechnung lehrt, dass, wenn trockene Luft emporsteigt, sie in Folge ihrer Volumänderung (Ausdehnung) für je 100 m Erhebung um 1° C. abkühlt. Hätten wir z. B. Luft in einem schlaffen Ballon eingeschlossen, welcher derselben jede beliebige Ausdehnung gestattet, aber jede Wärmeabgabe oder Wärmezufuhr von aussen verhütet, und liessen diesen Ballon emporsteigen zu 1000, 2000, 3000, 4000 und 4800 m (Mont Blanc-Höhe) so würde die darin enthaltene Luft abkühlen um respective 10, 20, 30, 40 und 48° C., Luft von 30° C., die von Genf (408 m) bis zur Mont-Blanc-Höhe in dieser Weise emporstiege, würde also bis auf — 14° C. erkalten. Sowie wir sie aber denselben Weg zurück durchlaufen liessen, würde sie sich in gleichem Maasse wieder erwärmen und unten wieder mit 30° C. ankommen.

Wir sehen daraus, dass die Luft durch das blosse Emporsteigen im hohem Maasse sich abkühlt, und es wird nun klar, warum dieselbe Luft auf den Höhen des Gebirges kalt anlangt, die unten warm gewesen, und auch jenseits am Fuss des Gebirges wieder warm ankommt. Wenn nun die emporsteigende Luft Wasserdampf enthält, so muss derselbe sich verdichten, sobald die Temperatur in Folge des Aufsteigens unter den Thaupunkt der Luft sinkt. Wenn also ein feuchter Wind gegen ein Gebirge weht, so wird in seiner ganzen Masse von einer gewissen Höhe an die Wolkenbildung beginnen müssen. Daher erscheint dann die untere Wolkengrenze horizontal abgeschnitten. Je relativ feuchter der Wind, in desto geringerer Höhe beginnt die Wolkenbildung, je relativ trockener er ist (je tiefer sein Thaupunkt liegt) in desto grösserer Höhe kann sie erst beginnen. Da im Winter die Luft der Sättigung viel näher ist als im Sommer, so muss die Höhe, wo im Gebirge die

Wolkenbildung durchschnittlich beginnt, vom Winter zum Sommer steigen. Ist der Luftstrom feucht, so kann schon in grösserer Entfernung vom Gebirge die Wolkenbildung beginnen, weil schon einige hundert Meter, um welche seine oberen Schichten durch das allmälige Ansteigen des Terrains gegen das Gebirge gehoben werden, genügen, daselbst den Wasserdampf in Folge der Abkühlung zu verdichten. In dieser Weise kann sich selbst schon der Einfluss von Hügelketten durch die Wolkenbildung ober ihnen am Himmel abzeichnen.

Wenn nun der Luftstrom über das Gebirge hinüber weht, so sinkt er jenseits des Kammes wieder herab und erwärmt sich dabei wieder. In Folge dessen lösen sich die Wolken wieder auf und auf der hinter dem Winde liegenden Seite (der Leeseite) kann der Himmel heiter und blau sein, während er auf der Windseite (der Luvseite) schwer mit Wolken bedeckt und regnerisch ist. Und das unter dem Einfluss derselben allgemeinen Wetterconstellation. In dieser Weise wirken die Gebirgskämme als Wetterscheiden, der Alpenkamm bildet bekanntlich häufig eine solche Wetterscheide. Bei SO- und S.-Winden haben die Südalpen Regenwetter, während oft gleichzeitig unter dem Einfluss derselben Winde auf der Nordseite heiteres und sehr warmes Wetter herrscht, und das Umgekehrte ist oft der Fall bei den nassen kühlen NW-Winden unseres Sommers; da nützt oft eine Flucht nach Süden über den Brenner oder den Splügen.

Wir verstehen jetzt auch, warum die äusseren Flanken des Gebirges, und die gegen die Niederung mehr oder minder geöffneten Alpenthäler die grössten Regenmengen erhalten, die von hohen Bergzügen rings eingeschlossenen, wenn auch höher liegenden Orte eine geringere. Sobald der Luftstrom einmal einen höheren Gebirgskamm hat überschreiten müssen, hat er schon den grösseren Theil seines Wassergehaltes dabei verloren, und kann, auch wenn er abermals zu grösseren Höhen emporgetrieben wird, nur in geringeren Maass wieder Wasser abgeben.

Die wasserreichsten Luftmassen kommen aus jener Richtung, nach welcher in kürzester Distanz ein Meer liegt, und je wärmer dieses Meer, desto dampfreicher ist die Luft, die von

da kommt. Für die Alpen sind nun alle Winde von SO über S bis gegen NW feuchte Winde, nur das Viertel von N bis O bringt trockene Luft. Die Südwinde als die wärmsten und am directesten von einen warmen Meere herkommenden sind natürlich desshalb im allgemeinen die wasserreichsten. Daher die ungeheuern Wassermengen, die in den südlichen gegen das Meer hin geöffneten Alpenthälern vom Himmel herabstürzen. Es ist auch zu beachten, dass der Südabfall der Alpen viel steiler ist als der Nordabfall, die Condensation des Wasserdampfes vom Fuss bis zum Kamm sich daher auf eine kürzere Strecke concentrirt.

Wie wir schon früher angedeutet haben, wächst, wenn auch in den Alpen sehr unregelmässig, die Regenmenge mit der Höhe bis zu einer gewissen Grenze, dann nimmt sie wieder ab. Diese Wiederabnahme ist auch physikalisch erklärlich, ja nothwendig, denn der Wassergehalt der Luft nimmt ja mit abnehmender Temperatur rasch ab, die Niederschläge müssen daher mit der Zunahme der Höhe durchschnittlich wenigstens minder ergiebig werden. In grossen Höhen fällt der Winterschnee nur mehr als feiner Staub. In welcher Höhe in den Alpen die durchschnittliche Maximal-Zone des Regenfalls liegt, hat man bis jetzt nicht constatirt. Es mangeln hiezu auch Niederschlags-Messungen in grösseren Höhen. Für den nordwestlichen Himalaya fand Hill (in Allahabad) die Höhe dieser Maximalzone in 1300 m. Sie fällt zusammen mit jener Höhe, in welcher während der Regenzeit (Juni-September) die von den Niederungen aufsteigende Luft durch die Abkühlung gerade die Temperatur ihrer Thaupunktes erreicht. Wo der feuchte Luftstrom zuerst seinen Wasserdampf bis zu Regen verdichtet, da ist der Niederschlag am stärksten.

Mit Regenmessungen wird sich wohl kaum ein Alpenreisender beschäftigen, aber Anregung zur Anstellung solcher könnte er geben. Es fehlen namentlich von grossen Höhen, die nicht eine Passlage haben, Niederschlags-Messungen.

Hingegen kann auch der Reisende selbst zum besseren Verständniss einer andern Classe von Hydrometeoren beitragen, das sind die Gewitter und Hagelwetter. Sorgfältige Beobachtungen über die Bildung derselben, namentlich von hohen den

ganzen Vorgang der Entwicklung beherrschenden Standpunkten aus sind sehr erwünscht. Es scheinen diese Phänomene namentlich von Bewegungen der Luftmassen in vertikaler Richtung begleitet zu sein, über welche die Bewegungen und das Aussehen der Wolken Aufschlüsse geben können.

Die Häufigkeit der Gewitter zeigt eine Analogie mit der Vertheilung der Regenmenge. Auch die Gewitter sind in der Aussenzone des Gebirges häufiger, als in den inneren Alpenthälern. Nach ihrer Entstehung zerfallen die Gewitter in zwei Classen. Die einen kommen aus der Ferne und ziehen mit den allgemeinen Wetteränderungen und Wirbelstürmen namentlich vom atlantischen Ocean heran, oder begleiten doch örtlich dieselben. Diese weiter verbreiteten Gewitter dringen häufig nicht in die inneren Alpenthäler ein, sondern entleeren sich an den Aussenflanken des Gebirges, im Innern desselhat man oft blos Regen. Die zweite Classe von Gewittern entsteht durch aufsteigende Bewegung der Luft in Folge der Erwärmung derselben an heissen windstillen Sommertagen. Diese örtlichen Gewitter (die man auch Wärmegewitter genannt hat) verweilen oft ruhig über dem Ort ihrer Entstehung oder ziehen langsam mit dem herrschenden Luftstrome fort. Sie stören das Wetter der Umgebung nicht und bringen derselben blos abgekühlte Luft durch die radialen Winde, die unterhalb der Gewitterwolke ringsum ausgehen. In den Alpenthälern bildet sich bei ruhigerer aber feuchter Sommerwitterung oft mehrere Tage hintereinander fast zur selben Nachmittagsstunde ein Gewitter aus, das unbeweglich stehen bleibt und sich bis Abend entladet, worauf regelmässig eine erfrischte heitere Nacht und ein klarer Morgen folgt.*)

In Bezug auf die Hagelfälle, die meist die Gewitter begleiten, wäre es interessant weitere Beiträge zu liefern zur örtlichen Vertheilung derselben. Es ist bekannt, dass manche Alpentheile regelmässig verhagelt werden, während wieder andere sich einer theilweisen Immunität erfreuen.

---

*) Eine eingehendere Darstellung dieser Gebirgsgewitter habe ich gegeben in dem I. Bande der Mittheilungen des österreichischen Alpenvereins unter dem Titel „die Nachmittagsgewitter in den Alpenthälern".

Die Richtung und Breite der Hagelzonen, die den Hagelwettern vorausgehenden und die dieselben begleitenden bemerkenswerthen Erscheinungen verdienen alle aufgezeichnet zu werden. Nur durch eine sorgfältige Sammlung von Thatsachen dürfen wir hoffen weitere Einblicke in die Entstehung dieser noch ziemlich räthselhaften Naturerscheinung zu erlangen.

Winde.

Die Alpenthäler haben, wie alle Gebirgsthäler, ihre eigenthümlichen Winde. Es sind dies entweder die örtlich modificirten allgemeinen Luftströmungen oder eigentliche locale Winde, welche an Ort und Stelle selbst entstehen. Wir betrachten zunächst die ersteren, müssen aber hiebei einen Blick auf die Entstehung und das Hauptgesetz der Winde überhaupt werfen.

Luftströmungen entstehen, wenn der Druck der Luft an der Erdoberfläche selbst oder in irgend einer Fläche gleichen Abstandes von derselben ungleich vertheilt ist. Die Luft strömt dann von den Orten höheren Luftdrucks zu dem Orte niedrigsten Luftdruckes. Durch die Rotation der Erde werden aber die bewegten Lufttheile von ihrer geradlinigen Bahn gegen das sogenannte »Depressionscentrum« abgelenkt und zwar nach rechts (im Sinne ihrer Bewegung) auf der nördlichen Halbkugel. Es entsteht dadurch eine kreisende Bewegung der Luft um das barometrische Minimum und zwar von rechts nach links oder entgegengesetzt dem Zeiger einer Uhr. Diese mehr oder weniger vollständigen Luftwirbel nennt man Cyclonen. Die Lufttheilchen werden durch die Erdrotation und durch die bei jeder drehenden Bewegung auftretende sogenannte Centrifugalkraft, die hier im gleichem Sinne nach rechts ablenkend wirkt, so stark von dem Ziel ihrer Bewegung abgelenkt, dass ihre Bewegungsrichtung fast rechtwinklig wird auf die Richtung gegen das Centrum kleinsten Druckes hin. Ein Beobachter, der dem Winde den Rücken kehrt, hat also das barometrische Minimum, um das die Luft kreist, zu

seiner Linken. Dieser Satz heisst auch das Buys-Ballot'sche Windgesetz.

Die Alpen haben demnach Südwinde, wenn das barometrische Minimum in der Bai von Biscaya, an der Westküste von Frankreich etwa sich befindet, Westwinde, wenn dasselbe über oder nördlich von der Nordsee oder im Süden von Skandinavien auftritt, Nordwinde wenn das Minimum im Osten der Alpen sich befindet und Ostwinde, wenn ein Minimum südlich von den Alpen im Mittelmeere verweilt. Wenn das Minimum, wie dies öfter der Fall, vom atlantischen Ocean her über Skandinavien nach Russland hineinzieht, so haben die Alpen zuerst heftigen SO, dann S, SW, W und endlich NW und N. Dem Föhnsturm (S) folgt die Bise (N). Je grösser die Barometer-Differenzen benachbarter Orte von gleicher Seehöhe sind, desto grösser ist die Stärke der Luftbewegung.

Diese allgemeinen Winde nun, welche durch die ungleiche Vertheilung des Luftdruckes über Europa hervorgerufen werden, werden in ihrer Richtung je nach der Streichungsrichtung der Thäler und der Richtung der Gebirgskämme so mannigfach modificirt, dass nur ein mit den Localverhältnissen völlig vertrauter Beobachter den wahren Charakter der Luftströmung zu erkennen vermag. Die Beobachtungen über Windrichtungen in den Alpenthälern haben daher fast stets nur locales Interesse.

Ein berühmter ebenso gefürchteter als anderseits geschätzter Localwind der Alpen ist der Föhn, ein heisser, (relativ) trockener stürmischer SO- oder S-Wind. Eine Schilderung der Art des Auftretens des Föhnwindes zu geben ist hier unnöthig. Hingegen gehört die Erklärung seiner Haupt-Eigenschaften, der hohen Wärme und Trockenheit, hieher.

Es ist bekannt, dass man eben dieser Eigenschaften wegen die Ursprungsstätte des Föhn in der Sahara suchte, die ja in der Richtung liegt, aus welcher er für die Beobachter auf der Nordseite der Alpen her zu kommen scheint. Eine eingehendere Untersuchung über die allgemeinen Witterungsverhältnisse, die das Auftreten des Föhn auf der Nordseite der Alpen begleiten, hat aber gelehrt, dass der Föhn ein gewöhnlicher SO- oder S-Sturm ist (erzeugt durch ein Barometer-Minimum über

dem atlantischen Ocean), der dadurch, dass er gezwungen wird den Alpenkamm zu überwehen in den inneren Alpenthälern eine besonders hohe Wärme und grosse relative Trockenheit annimmt. Während in den Thälern des Nordhanges der Alpen der trockene heisse Föhn weht, herrscht auf der Südseite trübes regnerisches Wetter, ja oft furchtbare Regengüsse, und die Temperatur ist, ebenso wie auf den Alpenkämmen selbst, durchaus nicht hoch, häufig sogar unter dem Mittel.

Es hat sich ferner herausgestellt, dass es auch in den Thälern des Südabhanges der Alpen einen warmen trockenen Föhn giebt, hier aber ist er ein heftiger Nordwind (Nordföhn), gleichzeitig herrscht dann trübes oder regnerisches Wetter auf der Nordseite der Alpen. Noch mehr, man hat gefunden, dass es auch in andern Gebirgsländern, selbst in Grönland einen echten Föhnwind giebt. Überall ist es ein stürmisch auftretender Wind, der direct vom Gebirgskamm in die Thäler herabfällt. Dass damit die Sahara-Theorie des Föhn ein völlig überwundener Standpunkt geworden ist, braucht kaum noch beigefügt zu werden.

Wie erklärt sich aber nun die Wirkung des Gebirges, einen Luftstrom, der über dasselbe hinüberweht, trocken und relativ heiss zu machen?

Auch darüber hat die neuere Physik Aufschluss gegeben. Wir knüpfen an das früher mitgetheilte Gesetz an, dass trockene aufsteigende Luft für je 100 m Emporsteigen um 1° C. erkaltet, beim Herabsinken sich aber wieder um ebenso viel erwärmt. Dies erklärt vorerst nur, dass ein Luftstrom auf beiden Seiten des Gebirges dieselbe Temperatur haben kann, obgleich er auf dem Kamme viel kälter ist. Wenn aber die Luft Wasserdampf enthält, und das ist ja in Wirklichkeit immer der Fall, und das Gebirge ist so hoch oder die relative Feuchtigkeit der Luft so gross (mit andern Worten, ihr Thaupunkt liegt genügend hoch) dass der aufsteigende Luftstrom einen Theil seines Wasserdampfgehaltes condensiren muss, so modificirt dies die Wärme-Abnahme der Luft beim Emporsteigen wesentlich.

Um ein Gramm Wasser von einer bestimmten Temperatur

in Dampf von derselben Temperatur zu verwandeln sind 0.6 Wärmeeinheiten nöthig, d. h. man könnte mit der gleichen Wärmezufuhr die Temperatur eines ganzen Kilogramms Wasser um 0.6° C. erhöhen. Wenn der Wasserdampf wieder zu Wasser von gleicher Temperatur verdichtet wird, werden diese 0.6 Wärmeeinheiten wieder frei. Diese letztere gewöhnliche Ausdrucksweise hat oft zu Missverständnissen geführt, daher wir diesen Umstand klarer machen müssen. Wenn wir die Temperatur gesättigt feuchter Luft um ebenso viele Grade erniedrigen wollen wie die eines gleichen Quantums trockener Luft, so müssen wir ihr viel mehr Wärme entziehen als letzterer, und zwar für jedes Gramm Wasserdampf, das sich dabei verdichtet, um 0.6 Wärmeeinheiten mehr. Umgekehrt, wirkt dieselbe abkühlende Ursache auf gesättigt feuchte Luft wie auf trockene, so kühlt erstere dabei viel weniger ab, es verdichtet sich aber zugleich Wasserdampf.

Dies auf den am Gebirge aufsteigenden feuchten Wind angewendet lehrt uns, dass von dem Moment (von jener Höhe) an, wo sein Wasserdampf durch die Erkaltung (die bisher 1° C. für 100 m betrug) sich zu verdichten anfängt, diese Erkaltung langsamer wird, weil die Condensation des Wasserdampfes eine Wärmequelle für die Luft wird, aus welcher sie einen Theil ihrer Ausdehnungs-Arbeit*) bestreiten kann. Die Abkühlung erfolgt um so langsamer, je mehr Wasserdampf die gesättigte Luft enthält, d. h. je wärmer sie ist. Hier folgt die Wärmeabnahme pro 100 m für Luft, die bei verschiedener Temperaturen gesättigt feucht ist:

Temperatur	— 5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°
Abnahme für je 100 m	0°.69	0°.63	0°.60	0°.54	0°.49	0°.45	0°.41

Während trockene aufsteigende Luft um 1° C. für je 100 m abkühlt, kühlt bei 15° mit Wasserdampf gesättigte Luft nur um einen halben Grad ab. Darin liegt nun die Erklärung der Wärme des Föhn. Die feuchte Luft, die auf der einen Seite des Gebirges emporsteigt und einen Theil ihres Wasserdampfes durch Wolken- und Regenbildung ausscheidet, kühlt langsamer ab, kommt deshalb mit höherer Wärme auf dem Kamm des Gebirges

*) Siehe Seite 232.

an. Beim Hinabsinken auf der andern Seite erwärmt sie sich aber um einen vollen Grad Cels. für je 100 m, sie kommt also jenseits im gleichen Niveau viel wärmer an.

Ich habe aus den Beobachtungen in der Schweiz gezeigt, dass in der That auf der Wind-Seite der Alpen, sei es Nord- oder Südseite (bei Süd oder Nordföhn) die Wärmeabnahme nach oben circa 0°.5 für 100 m beträgt, auf der dem Winde abgewendeten Seite (Föhnseite) aber 1° Cels.*) Man kann also sagen: so viele hundert Meter relative Höhe eines Gebirgskammes ein feuchter Luftstrom überweht, um so viele halbe Grade Cels. kann er jenseits wärmer ankommen, als er drüben in gleicher Höhe war.

Nehmen wir 2000 m relative Kammhöhe, so kann ein Südwind, der jenseits blos 10° Wärme besass, auf der Nordseite als Föhn mit 20° Wärme ankommen.

Die Erklärung der grossen relativen Trockenheit des Föhn ergibt sich nun von selbst. Ein Luftstrom der sich rasch erwärmt, erscheint immer relativ trocken. In unserem speciellen Fall erkaltete der Südwind von 10° wenn er 20 hundert Meter emporstieg auf 0° circa, sein Maximum-Gehalt an Wasserdampf kann also auf dem Kamm nur 4.8 Gr pro cbm gewesen sein, was er mehr enthielt muss sich condensirt haben. Erwärmt er sich nun jenseits bis auf 20°, so könnte er 17 gr im gleichen Volum enthalten, seine relative Feuchtigkeit ist also blos 28 Procent, und das nennen wir schon sehr trockene Luft.

Es muss noch bemerkt werden, dass die hohe Wärme und Trockenheit des Föhn nur in den inneren Alpenthälern auftritt, gegen die Niederung hinaus schwächen sich beide Eigenschaften ab, die Luftmassen mischen sich da und sinken viel langsamer nieder.

Der Süd-Föhn tritt am intensivsten auf in der Umgebung des Gotthardstockes, im Rheinthal, im Ill-Thal (Bludenz). In Innsbruck (Scirocco) ist er schon weniger warm und trocken. In den noch weiter östlich gelegenen Theilen der Alpen wird er noch weniger intensiv und seltener verspürt.

---

*) Zeitschrift für Meteorologie Band III Seite 573.

Der Jahreszeit nach ist der Föhn am häufigsten im Frühling, dann folgt der Winter, der Herbst und zuletzt der Sommer. In der Schweiz kommen auf jährlich circa 17 Föhntage im Frühling nur 5 im Sommer, circa je 9 im Herbst und Winter.

Die örtliche Verbreitung des Föhn auf der Nord- wie Südseite der Alpen verdiente noch eine speciellere Untersuchung. Sammlung von Nachrichten über Häufigkeit und Intensität des Auftretens warmer trockener Winde, die vom Kamm des Gebirges herabkommen, wären daher verdienstlich.

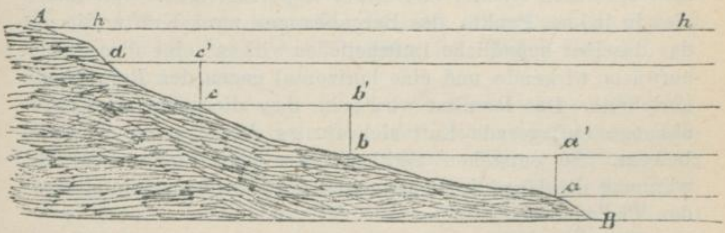
Wir kommen nun zur Betrachtung der eigenthümlichen Localwinde des Gebirges, die blos in diesem selbst auftreten. Es sind dies die sogenannten Berg- und Thalwinde (auch Tag- und Nachtwinde), regelmässig wehende Luftzüge, die in der Regel bei Tag thalaufwärts wehen, bei Nacht thalabwärts. Man spricht in den Ostalpen auch von Ober- und Unterwind. Diese Winde sind besonders im Gebiet der Seen auf der Nord- wie auf der Südseite der Alpen wohl bekannt. So lange keine allgemeineren heftigeren Luftbewegungen durch die allgemeine Vertheilung des Luftdruckes über Europa veranlasst werden, wehen die Localwinde mit grösster Regelmässigkeit. Etwa um 9 oder 10 Uhr Vormittags erhebt sich der thalaufwärts streichende Wind, erreicht bald nach Mittag seine grösste Heftigkeit und lullt nach dem (örtlichen) Sonnen-Untergang ein. Darauf beginnt ein kühler Luftzug thalabwärts, der bis nach Sonnen-Aufgang anhält. Die Thalbewohner halten meist das regelmässige Auftreten dieser Winde für ein Anzeichen, dass sich das gute Wetter hält, und umgekehrt. Nach dem eben gesagten mit einem gewissen Recht, denn ihr Ausbleiben kündet grössere atmosphärische Störungen an, die im Gebirge selten ohne Trübung und Regen vorübergehen.

Diese tagüber die Thäler und Bergabhänge hinaufstreichenden Winde sind für die Meteorologie des Gebirges von vielfacher Bedeutung. Sie sind es, die am Nachmittag den Höhen Wasserdampf von unten zuführen, der sich bei dem Erkalten der aufsteigenden Luft condensirt und als Wolke am oder über dem dominirenden Gipfel festsetzt. Daher die vielen Cumuli, die an heissen Sommernachmittagen über allen Berggipfeln sich bilden. Durch diese aufsteigenden Winde (Saus-

sure's »Courant ascendant«) concentrirt sich am Nachmittag eine grosse Menge Wasserdampf über jedem Gebirgsstock, von dem viele Thäler ausstrahlen. Ist die Luft ziemlich feucht, so bildet sich bald nach Mittag ein dichter Cumulo-Stratus über dem dominirenden Gebirgsstock und bald nach dem Eintritt des täglichen Wärmemaximums um 4 oder 5 Uhr hört man auch schon den Donner rollen. Dies ist die Entstehungsursache der zahlreichen localen Sommer-Gewitter des Gebirges.

Umgekehrt führt der nächtlich absteigende Luftzug die Feuchtigkeit wieder in die Tiefe, wobei die Wolken in der sich erwärmenden Luft sich wieder zu Dampf auflösen. Nachts und bis nach Sonnen-Aufgang sind darum die Gipfel am reinsten, und es ist darum am frühen Morgen die Fernsicht am weitesten und ungetrübtesten. Die Feuchtigkeit lagert in der Tiefe. So wie die Sonnenstrahlen den Grund der Thäler erreichen, setzt sich die Feuchtigkeit wieder in Bewegung zu ihrer täglichen Wanderung nach aufwärts.

Wie erklären sich nun diese rhythmischen auf- und niedersteigenden Bewegungen der Luft längs der Gebirgshänge? Wir wollen zuerst die Entstehung des tagüber aufsteigenden Windes betrachten was uns die folgende schematische Zeichnung wesentlich erleichtern wird:



A B. sei ein Bergabhang. Die Linie *h h* und die mit ihr parallelen tieferen sind horizontale. So lange die Temperatur gleichmässig vertheilt und Gleichgewicht in der Luft herrscht ist in allen Punkten dieser Linien der Luftdruck der gleiche, dann existirt kein Grund zu einer Luftströmung. Nun kommt die Sonne und erwärmt die ganze Luftmasse im Thal und

über dem Bergabhang. Die Wirkung der steigenden Wärme ist eine steigende Ausdehnung der Luft; dadurch wird das Gleichgewicht gestört und die Luft muss dem Bergabhang zufliessen. Der Grund hiervon ist folgender: Die Luftsäule *a a'* dehnt sich durch die Wärme aus und der Luftdruck im Punkte *a'* steigt desshalb, er bleibt aber constant in dem Punkte *b* des Bergabhanges, der in derselben Horizontalen liegt. Dasselbe gilt vom Punkte *c* in Bezug auf *b'*, von *d* in Bezug auf *c'* u. s. w., d. h. in jeder Horizontalen steigt der Luftdruck in einiger Entfernung vom Bergabhang, während er an letzterem selbst constant bleibt. Die Luft bekommt so ein Gefälle gegen den Bergabhang hin und muss demselben zuströmen.

Dazu kommt noch ein zweiter Umstand. Die am Bergabhang befindliche Luft erwärmt sich viel stärker als die in der gleichen Höhe weiter draussen befindliche, weil die Luft selbst die Wärmestrahlen wenig absorbirt und sich nur wenig erwärmt. Der Erdboden absorbirt hingegen beinahe alle auffallenden Wärmestrahlen, erhitzt sich dadurch sehr stark und theilt diese Wärme auch der auflagernden Luft mit. So ist die Luft in Berührung mit dem Boden tagüber stets wärmer als Luft in gleicher Höhe, die keine Bodenunterlage hat. Warme Luft ist aber specifisch leichter und strebt emporzusteigen. Wir haben also in jedem Punkte des Bergabhanges zwei Kräfte die auf das daselbst befindliche Lufttheilchen wirken: eine direct nach aufwärts wirkende und eine horizontal gegen den Bergabhang gerichtete. Das Resultat wird sein, dass die ganze dem Bergabhange auflagernde Luft sich längs desselben in die Höhe bewegt. So entstehen tagüber unter dem Einfluss der Erwärmung die längs der Thäler und der Berghänge aufsteigenden Thalwinde.

Wenn die Sonne untergegangen ist und die Luft, namentlich aber der Erdboden, durch Wärmeausstrahlung erkaltet, kehrt sich die Bewegung um. Die Luftsäulchen *a a'*, *b b'*, etc. ziehen sich in Folge der Temperatur-Abnahme zusammen, der Luftdruck in *a'* sinkt gegenüber dem in *b*, ebenso in *b'* gegenüber *c* u. s. w. Die Luft bekommt ein Gefälle vom Bergabhang hinaus ins Freie. Da nun der Erdboden bei Nacht viel

mehr auskühlt als die freie Luft, ist die Luft längs des Bergabhanges überall kälter, als jene draussen im Freien in der gleichen Höhe. Die kalte Luft ist aber schwerer, sie fliesst darum längs des Bergabhanges ins Thal hinab und vom oberen Theile des Thales nach dem unteren. So entstehen die kühlen thalabwärts streichenden Nachtwinde.

Aus manchen die Luft stark abkühlenden Schluchten und Runsen stürzt Abends die erkaltete Luft oft wie ein Wasserfall herab.

Würde sich der Bergabhang *A B* tagüber nicht erwärmen, wie es z. B. der Fall wäre wenn er mit Schnee oder Eis bedeckt wäre, so hat die Luft keine Tendenz zum Emporsteigen, die dem Bergabhang längs der Linien *h h* nach innen zufliessende Luft würde dann längs dem Bergabhang abwärts strömen, wie dies sonst bei Nacht eintritt. Dieser Fall scheint in der That auch vorzukommen, es liegen aber (wenigstens aus den Alpen) noch wenig Beobachtungen darüber vor.

Ludwig sagt in seiner Monographie über das Engadin, dass dort im Sommer die Luft regelmässig bei Tag thalabwärts fliesst. Dies wäre eine Ausnahme von der sonst allgemein bestätigten Regel. Es müsste dann im Engadin die Luft über der Thalsohle wärmer sein als in gleicher Höhe an den Bergabhängen. Nur dadurch kann ein thalabwärts fliessender Tagwind zu Stande kommen. Es wäre interessant die tägliche Periode unter diesen Verhältnissen (im oberen Engadin) genauer zu untersuchen.

In den »Mittheilungen« des D. u. Ö. Alpenvereins (1879 S. 27) finde ich im Gleirschthal einen zur Nachtzeit stossartig (abwärts?) wehenden Localwind erwähnt. Nähere Mittheilungen und Untersuchungen über Localwinde in den Alpen, ihre Richtung, Dauer, Temperatur, Zeit des Eintretens und Aufhörens würden wünschenswerthe Beiträge zur speciellen Meteorologie der Alpen darbieten.

Beobachtungen auf Hochspitzen.

Je unwahrscheinlicher es ist, dass wir in nächster Zeit von sehr hohen Bergspitzen regelmässige meteorologische Aufzeichnungen auch nur über die wichtigsten meteorologischen Erscheinungen erhalten werden, was nur durch Gründung eines Observatoriums auf einer derselben möglich wäre, und je wichtiger bei dem gegenwärtigen Stande der Meteorologie solche Beobachtungen erscheinen, desto wünschenswerther ist es, auch die vereinzelten Beobachtungen zu sammeln und zur Anstellung von solchen anzuregen. Namentlich Beobachtungen über die Windrichtung und Schätzungen der Stärke der Winde sind von grösstem Interesse, weil sie werthvolle Beiträge zur Theorie der allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre liefern könnten.

Es werden jetzt von den Meteorologischen Centralstellen zu Wien, Hamburg, Paris, London etc. Karten ausgegeben, welche die Vertheilung des Luftdrucks und der Winde an der Erdoberfläche am Morgen des betreffenden Tages darstellen. Was in der Höhe vorgeht, von dem wissen wir fast nichts, und doch wäre die Kenntniss der gleichzeitigen Windrichtungen in grossen Höhen für die Theorie wie für die Praxis der Wetterprognose sehr wichtig. Es vergehen nun gegenwärtig im Sommer nur wenige Tage, an welchen nicht irgend eine höhere Alpenspitze bestiegen wird. Würde damit stets eine Beobachtung der Windrichtung auf dem Gipfel verbunden und dieselbe in den Alpenvereinsschriften publicirt, so würde ein sehr schätzbares Material für die Lehre von den Luftströmungen gewonnen. *)

---

*) Vielleicht könnten die Führer angeregt oder verhalten werden, bei jeder Besteigung einer Hochspitze die oben herrschende Windrichtung und deren Stärke mit Angabe der Zeit aufzuzeichnen, und diese Notizen am Schlusse der Saison der Redaction unserer Publicationen einzusenden. Es würde ein sehr werthvolles Material hiedurch zusammenkommen; die Windrichtung kann gewiss jeder Führer (es genügen die 8 Hauptrichtungen N, NO etc.) beobachten.

Wenn diese Beobachtungen am Ende eines jeden Jahrgangs tabellarisch zusammengestellt würden, so würde das wenig Raum einnehmen und die Verwerthung ungemein erleichtern. Es wäre auch sehr wünschenswerth, dass die bisherigen Beobachtungen auf Hochspitzen aus den touristischen Schilderungen excerpirt und in der angedeuteten Weise gesammelt würden. Zerstreut, wie sie jetzt sind, bleiben sie völlig unbeachtet.

Weiter sind selbst die vereinzelten Temperatur-Beobachtungen auf Hochspitzen immer vom Interesse, wenn sie mit den in dem Abschnitt Temperatur (Seite 200 und 209) auseinandergesetzten Vorsichtsmaassregeln angestellt werden. Auch die Temperaturen müssten aber tabellarisch zusammengestellt werden. Feuchtigkeitsbeobachtungen wären gleichfalls von Werth, unterliegen aber einiger Schwierigkeit, ferner Beobachtungen über Höhe der Cumuli, Wolkenbildungen überhaupt, kurz alle bemerkenswerthen atmosphärischen Erscheinungen in grossen Höhen des Luftmeeres verdienen aufgezeichnet zu werden.

Anhang.

Zur Reduction der Thermometer-Scalen.

Es sind jetzt nur mehr zwei Thermometer-Scalen in allgemeinem Gebrauch, die hunderttheilige oder Celsius'sche, welche den Abstand vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt des Wassers in 100 Theile, Grade, getheilt hat und die Fahrenheit'sche, bei welcher dieser Abstand in 180 Theile getheilt ist, und der Gefrierpunkt des Wassers mit 32, der Siedepunkt desselben also mit 212 bezeichnet ist. Die Réaumur'sche Scala bei welcher der erwähnte Fundamental-Abstand in 80° Theile getheilt und der Gefrierpunkt wie bei der hunderttheiligen Scala mit 0 bezeichnet wird, ist jetzt schon gänzlich antiquirt und in keinem Lande mehr in wissenschaftischer und wohl auch bald in praktischer Anwendung. Um aber ältere Temperatur-Angaben mit den neueren zu vergleichen, ist auch die Kenntniss dieser Scala noch wünschenswerth.

Zur bequemen Verwandlung der nach einer dieser drei Thermometer-Scalen angegebenen Temperaturen dient die später folgende Tafel. Um auch die Zehntel Grade reduciren zu können genügt die Angabe dass:

0°.10 Celsius = 0.08° Réaumur = 0°.18 Fahrenheit
0.10 Réaumur = 0.12 Celsius = 0.22 „
0.10 Fahrenheit = 0.05 Celsius = 0.04 Réaumur.

Wer einigermaassen Uebung im Rechnen hat wird die Reductionen der Thermometer-Scalen auf folgende Weise stets leicht im Kopf vornehmen:

1. Réaumur in Celsius. Man dividirt durch 8 und rückt den Decimalpunkt um eine Stelle nach rechts, d. h. setzt ihn zurück. Z. B. 12°.8 R. gibt 12.8 : 8 = 16.0 Celsius, oder 23° R. liefert 23 : 8 = 28°.8 Celsius. Man lässt am besten die Hundertel

Grade weg und erhöht die Zehntel um 1 wenn die Hundertel 5 überschreiten.

2. Celsius in Réaumur. Man multiplicirt die Celsius-Grade mit 8 und rückt den Decimalpunkt um eine Stelle vor (nach links). Z. B. 16° Celsius liefern $16 \times 8 = 12^{\circ}.8$ Réaumur, $13^{\circ}.5$ Celsius geben $13.5 \times 8 = 10^{\circ}.80$ R. Die hundertel Grade bleiben weg und es werden die Zehntel um 1 erhöht (corrigirt) wenn der Betrag der hundertel Grade 5 überschreitet.

3. Fahrenheit in Celsius. Es sind 2 Fälle zu unterscheiden. *a*) Positive Grade. Man zieht 32 ab, nimmt vom Rest die Hälfte und erhöht diese Zahl um ein Zehntel (wenn nöthig auch noch durch ein Hundertel) ihres Betrages. Z. B. 90° Fahrenheit gibt zunächst $90 - 32 = 58°$. Die Hälfte ist 29, ein Zehntel davon ist 3 daher 90° Fahrenheit rund 32° Cels. Genauer:

$$\begin{array}{r} 29.0 \\ +\ 2.9 \\ +\ 0.29 \\ +\ 0.03 \\ \hline 32.22 \end{array}$$

oder $69^{\circ}.8$ F; $69.8 - 32 = 37.8$

Die Hälfte von $37.8 = 18.9$

$$\begin{array}{r} +\ 1.89 \\ +\ 0.19 \\ +\ 0.02 \\ \hline 69^{\circ}.8\ \text{F} = 21.00\ \text{Celsius} \end{array}$$

b) Negative Grade. Man vermehrt die negativen Fahrenheit-Grade um 32 und verfährt dann genau so wie oben. Z. B. — 4° F.

$$\begin{array}{rl} 4 + 32 & = 36 \\ \text{Die Hälfte} & = 18.00 \\ & +\ 1.80 \\ & +\ 0.18 \\ & +\ 0.02 \\ \hline -\ 4°\ \text{F} & = -\ 20.00\ \text{Celsius.} \end{array}$$

Wenn man die Zehntel Grade nicht mehr ganz genau braucht, so lässt sich die angegebene Rechnung bequem im Kopfe

ausführen. Sonst dient zur Reduction auch der Verwandlungsfactor $^{100}/_{180} = {}^{5}/_{9}$, nachdem man 32 subtrahirt oder addirt hat. Die Rechnung stellt sich z. B. so:

90° F in Celsius?

$90 - 32 = 58$ $\qquad$ $290 : 9 = 32\overset{\circ}{.}22$

Da die Fahrenheit'sche Scala einen ausgedehnten Verbreitungsbezirk hat, einen grösseren sogar als jener der Celsius-schen Scala, so ist es sehr gut, sich mit der bequemen Reduction der anfänglich so schwer vergleichbar scheinenden Angaben der Temperatur nach der Fahrenheit'schen Scala vertraut zu machen.

Reductionen der Fahrenheit'schen Scala in die Réaumur'sche vornehmen zu müssen wird man kaum in die Lage kommen, da wie bemerkt die Réaumur'sche Scala schon ganz antiquirt ist und man gut thut, sie gar nicht mehr zu benutzen. Die Verwandlung der Celsius'schen Grade in Fahrenheit'sche leistet die Tabelle, man kommt wohl auch sehr selten in die Lage, diese Reduction vornehmen zu müssen.

Es kann noch öfter vorkommen, dass man Aenderungen der Temperatur in Fahrenheit'schen Graden angegeben auf Celsius-Grade reduciren will. Man nimmt dann wie oben angegeben die Hälfte + ein Zehntel und eventuel noch + ein Hundertel dieser Hälfte, die Summe liefert die entsprechenden Celsius-Grade. Eine Temperatur-Aenderung von 23° F. z. B. ist gleich $11.5 + 1.15 + 0.11 = 12\overset{\circ}{.}8$ Celsius.

I.

Vergleichung der Thermometer-Scalen.

Cels.	Réaum.	Fahrenh.	Cels.	Réaum.	Fahrenh.	Cels.	Réaum.	Fahrenh.
—20°	—16°0	— 4°0	0°	0°0	32°0	20°	16°0	68°0
—19	—15.2	— 2.2	1	0.8	33.8	21	16.8	69.8
—18	—14.4	— 0.4	2	1.6	35.6	22	17.6	71.6
—17	—13.6	1.4	3	2.4	37.4	23	18.4	73.4
—16	—12.8	3.2	4	3.2	39.2	24	19.2	75.2
—15	—12.0	5.0	5	4.0	41.0	25	20.0	77.0
—14	—11.2	6.8	6	4.8	42.8	26	20.8	78.8
—13	—10.4	8.6	7	5.6	44.6	27	21.6	80.6
—12	— 9.6	10.4	8	6.4	46.4	28	22.4	82.4
—11	— 8.8	12.2	9	7.2	48.2	29	23.2	84.2
—10	— 8.0	14.0	10	8.0	50.0	30	24.0	86.0
— 9	— 7.2	15.8	11	8.8	51.8	31	24.8	87.8
— 8	— 6.4	17.6	12	9.6	53.6	32	25.6	89.6
— 7	— 5.6	19.4	13	10.4	55.4	33	26.4	91.4
— 6	— 4.8	21.2	14	11.2	57.2	34	27.2	93.2
— 5	— 4.0	23.0	15	12.0	59.0	35	28.0	95.0
— 4	— 3.2	24.8	16	12.8	60.8	36	28.8	96.8
— 3	— 2.4	26.6	17	13.6	62.6	37	29.6	98.6
— 2	— 1.6	28.4	18	14.4	64.4	38	30.4	100.4
— 1	— 0.8	30.2	19	15.2	66.2	39	31.2	102.2

II.

Verwandlung von Fahrenheit-Graden in Celsius-Grade.

Fahr.	Cels.	Fahr.	Cels.	Fahr.	Cels.	Fahr.	Cels.
0°	—17°8	20°	—6°7	40°	4°4	60°	15°6
1	—17.2	21	—6.1	41	5.0	61	16.1
2	—16.7	22	—5.6	42	5.6	62	16.7
3	—16.1	23	—5.0	43	6.1	63	17.2
4	—15.6	24	—4.4	44	6.7	64	17.8
5	—15.0	25	—3.9	45	7.2	65	18.3
6	—14.4	26	—3.3	46	7.8	66	18.9
7	—13.9	27	—2.8	47	8.3	67	19.4
8	—13.3	28	—2.2	48	8.9	68	20.0
9	—12.8	29	—1.7	49	9.4	69	20.6
10	—12.2	30	—1.1	50	10.0	70	21.1
11	—11.7	31	—0.6	51	10.6	71	21.7
12	—11.1	32	0.0	52	11.1	72	22.2
13	—10.6	33	0.6	53	11.7	73	22.8
14	—10.0	34	1.1	54	12.2	74	23.3
15	— 9.4	35	1.7	55	12.8	75	23.9
16	— 8.9	36	2.2	56	13.3	76	24.4
17	— 8.3	37	2.8	57	13.9	77	25.0
18	— 7.8	38	3.3	58	14.4	78	25.6
19	— 7.2	39	3.9	59	15.0	79	26.1

Zur Reduction der Zehntel-Grade.

Fahrenheit	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Celsius	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5

Inhaltsverzeichniss.

Beilage

zur

Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen

Alpenvereins

1881.

Anleitung

zu

wissenschaftlichen Beobachtungen

auf

Alpenreisen.

Herausgegeben

vom

Deutschen und Oesterreichischen Alpenverein.

Dritte Abtheilung:

Anleitung zu anthropologisch-vorgeschichtlichen Beobachtungen
im Gebiet der deutschen und österreichischen Alpen
von **Dr. Johannes Ranke.**

Anleitung

an der Hand klassischer Beispiele

zu

anthropologisch-vorgeschichtlichen Beobachtungen

im

Gebiet der deutschen und österreichischen Alpen.

Von

Dr. Johannes Ranke,
Professor an der Universität München.

Mit 1 Karte und 56 Tafeln im Text.

Vorbemerkung.

Die folgenden Blätter wollen keineswegs einen gedrängten anthropologisch-vorgeschichtlichen Cursus, sie wollen eben so wenig eine Übersicht der bis jetzt aus den Alpenländern bekannten Funde geben, sondern sie wollen nur sein, was der Titel besagt: Anleitung zu anthropologisch-vorgeschichtlichen Forschungen im deutschen und österreichischen Alpengebiet

Nach einer kurzen Übersicht der sich vor allem aufdrängenden Fragen soll an Einzelbeispielen gezeigt werden, wie betreffende Untersuchungen etwa anzustellen wären. Es schien für diese Aufgabe am zweckentsprechendsten, nicht etwa nur einen Fragebogen hinaus zu geben, sondern an Hand mustergiltiger Originaluntersuchungen die im Einzelfall nothwendigerweise zu berücksichtigenden Punkte vorzulegen. Man lernt nur so selbständig untersuchen, dass man geübten Untersuchern auf die Finger sieht.

Die Beispiele sind meist aus dem deutschen und österreichischen Alpengebiet gewählt. Es schien aber für grundlegende Erklärungen häufig wünschenswerth, auf Untersuchungen zurückzugreifen, welche aus einer Zeit stammen, in der die betreffenden Fragen neu aufgetaucht waren. Das ist der Grund warum vielfach auch die älteren klassischen Untersuchungen im Alpengebiet der Schweiz nnd in Norddeutschland beigezogen wurden. In diesen wird, im ersten Interesse der neuen Auffindung, noch Verhältnissen und Dingen eingehende Aufmerksamkeit geschenkt, welche in späteren Darstellungen und Fundberichten, deren Werth an und für sich in keiner Weise nahe getreten werden soll, als selbstverständlich unerwähnt bleiben

und für den angehenden Forscher doch von grösster Bedeutung sind.

An dem Anfang unserer Besprechungen muss der Hinweis stehen, dass jede Untersuchung von Resten des Alterthums von dem Untersucher verlangt, dass die etwa aufgefundenen Gegenstände in wissenschaftlicher Weise gesammelt, aufbewahrt und beschrieben werden. In anderen Fällen wäre z. B. die Aufdeckung eines prähistorischen Grabes keine wissenschaftlich werthvolle That, sondern eine Beraubung und nutzlose Zerstörung.

Funde und Fundberichte sowie Mittheilungen über mögliche Fundstellen wie Höhlen, Pfahlbauten, Grabhügel etc. sollten von den Sammlern den grossen anthropologischen Gesellschaften, vor allem denen in München und Wien zur genaueren Untersuchung übermittelt werden.

Folgende periodische Schriften bilden die vorzüglichste Basis für eingehendere Belehrung über anthropologisch-vorgeschichtliche Fragen der uns beschäftigenden Gegenden:

1. Archiv für Anthropologie. Zeitschrift für Naturgeschichte und Urgeschichte der Menschen, redigirt von A. Ecker in Freiburg und L. Lindenschmit in Mainz.

2. L. Lindenschmit, die Alterthümer unserer heidnischen Vorzeit.

3. Correspondenzblatt der deutschen anthropologischen Gesellschaft. Redigirt von Professor Johannes Ranke in München, Generalsecretär der Gesellschaft.

4. Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien. Redigirt von Franz Ritter von Hauer, Carl Langer, M. Much, Friedrich Müller, L. Wahrmann, J. Woldřich.

5. Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns. Redigirt von Johannes Ranke und Nicolaus Rüdinger.

6. Zeitschrift für Ethnologie. Redigirt von R. Hartmann, R. Virchow, A. Voss.

7. Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich.

8. Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kais. Akademie der Wissenschaften zu zu Wien (vgl. v. Hochstetter in Band 40.)

9. Abhandlungen der K. B. Akadmie zu München I. Cl. (vgl. Franz Streber in Band 9.)

10. Correspondenzblatt des Gesammtvereins der deutschen Geschichts- und Alterthumsvereine (vgl. E. Bracht. 1880. 1. 2.)

Von älteren Anleitungen zu anthropologisch-vorgeschichtlichen Untersuchungen wurden im Folgenden benutzt:

1. Der von der Münchener anthropologischen Gesellschaft herausgegebene Fragebogen: Anhaltspunkte zur Erforschung und Aufnahme urgeschichtlicher und geschichtlicher Alterthümer von Ohlenschlager, Zittel, J. Ranke.

2. Aus Neumayer, Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen: Anthropologie und prähistorische Forschung von Rudolf Virchow.

3. Die vaterländischen Alterthümer Schleswig-Holsteins von J. Mestorf.

4. Führer durch das Museum vaterländischer Alterthümer in Stockholm von O. Montelius. Deutsch von J. Mestorf.

Genauere Citate finden sich im Text an den betreffenden Stellen.

Kapitel I.

Übersicht über die Epochen der Urgeschichte.

Wir fassen in den Begriff Ur- oder Vorgeschichte jene ganze Zeitperiode zusammen, beginnend von den Anfängen der Besiedelung der betreffenden Gegenden durch den Menschen, durch die verschiedenen Epochen fortschreitender Cultur bis zum Anbruch des vollen geschichtlichen Tages.

Vor der Unterjochung der Alpenvölker durch die Römer drangen nur ungewisse, fast sagenhafte Berichte über dieselben zu den Sitzen der mittelländischen Cultur. Bis dahin sind wir in Beziehung auf die Rekonstruktion der Lebensverhältnisse und Fortschritte der Bevölkerung so gut wie ausschliesslich auf die naturwissenschaftliche Methode der prähistorischen Untersuchung angewiesen. In analoger Weise, wie die Paläontologie die Entwicklungsgeschichte der Lebewesen unseres Planeten aus den im Schoos der Gebirge erhaltenen versteinerten Resten längst verstorbener Thiergestalten zu rekonstruiren bestrebt ist, so will auch die prähistorische Forschung aus den verstreuten Überbleibseln, welche der Boden einstiger Wohnstätten von den über ihn hingegangenen Menschen-Geschlechtern bewahrt hat, eine Geschichte der Besiedelung von den ältesten Zeiten an, von denen uns historische Berichte Nichts zu sagen wissen, wieder aufbauen.

Auch mit der Herrschaft der Römer treten die Alpenvölker noch keineswegs in helles Tageslicht der Geschichte ein. Auch aus jenen Zeiten sind die verbürgten Nachrichten namentlich in Beziehung auf den Stand der Cultur der von den Römern unterjochten „Barbaren“ immerhin sehr fragmentarisch und lückenhaft und sie verschwinden für Generationen wieder vollkommen, nachdem im Sturm der Völkerwanderung die einstigen Sieger und Herren die Alpenpässe hatten räumen müssen.

Ueber die Bildung der heutigen Nationalitäten in den Alpen aus Resten der zum Theil romanisirten alten Alpenvölker und germanischen und slavischen Zuwanderern wissen wir ausserordentlich wenig wahrhaft Historisches. So schweigt z. B. die geschriebene Geschichte so gut wie vollkommen über die Frage der Germanisirung Tirols und es ist eine wichtige Aufgabe der vorgeschichtlichen Forschung, an der Hand der prähistorischen Funde die Einwanderung der deutschen Stämme, namentlich der Baiern und Alemannen, und ihre Wechselbeziehungen zu der romanisirten Urbevölkerung einerseits und zu den von Osten eindringenden Slaven andererseits zu erforschen. Aber wie in Tirol so ist die Entstehungsgeschichte der ethnologischen Verhältnisse, denen wir heute begegnen, fast in jedem Theil des Gebirgs in seiner Totalität noch ein ungelöstes Problem.

Die vorgeschichtliche Forschung im deutschen und österreichischen Alpengebiet wird sonach, wie in den meisten Gauen Österreichs und Deutschlands, auch jene noch wenig erhellten oder vollkommen dunklen Gebiete der Geschichte bis zur Periode der Merovinger, ja der Carolinger in ihr Bereich zu ziehen haben.

In den uns vorzugsweise beschäftigenden Gegenden haben Jahrhunderte, ja Jahrtausende noch der Vorgeschichte angehört, welche in anderen Ländern Europas und namentlich der Mittelmeerküsten lange schon ihre beglaubigte Geschichte besitzen.

Wenden wir uns zur Skizzirung der Aufgaben der prähistorischen Untersuchung.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Ergebnisse der letzteren zunächst vornehmlich ein Bild der Culturentwicklungen zu gewinnen versuchen, welche sich auf dem speciellen Untersuchungsgebiet abgespielt haben. Erst daraus ergeben sich Anhaltspunkte, um das festgestellte Culturbild in den Rahmen der eigentlichen Geschichte und Chronologie einzufügen.

Die prähistorische Forschung hat zwei grosse Culturperioden zu unterscheiden gelernt, welche, wenn auch zu sehr verschiedener Zeit, nicht nur in allen europäischen Ländern und den Ländern der Mittelmeerküsten, sondern auf der ganzen Erde einander abgelöst haben. Sie pflegen mit dem Namen der Steincultur und der Metallcultur benannt zu werden.

Wir finden in allen Culturländern, deren Boden darauf bisher

untersucht werden konnte, dass die ältesten Spuren der Bewohnung von Menschen herrühren, denen die Benutzung der Metalle noch unbekannt war, welche ihre wichtigsten Werkzeuge und Waffen aus Stein herstellten. Vor der Bekanntschaft mit den Metallen war jeder Culturfortschritt an die technische Vervollkommnung der Steininstrumente geknüpft. Wir erstaunen, bis zu welcher Summe von Errungenschaften in der Entwicklung der Lebensverhältnisse der Mensch ohne die Mitwirkung des Eisens gelangen konnte, auf dessen Benutzung wir die moderne Cultur basirt wissen.

Eine analoge Verwunderung ergreift uns, wenn wir bemerken, dass zwischen der Culturperiode des Steins und jener modernen des Eisens sich eine mittlere einschiebt, welche auf der Benutzung eines anderen kostbareren und, wie es uns scheinen möchte, schwerer zu erlangenden Metalles, des durch Zinnzusatz gehärteten Kupfers, der Bronze beruht.

Die Forschungsergebnisse lassen nicht daran zweifeln, dass es einst namentlich in den germanischen Nordländern eine Culturepoche gegeben habe, in welcher, theilweise neben der noch fortdauernden Benutzung der alterthümlichen Steininstrumente und Steinwaffen, vorwiegend Bronzeinstrumente, Bronzewaffen und Bronzegeräthe benutzt wurden mit Ausschluss des Eisens. Auf dieses Verhältniss gründeten die nordischen prähistorischen Archaeologen ihre Bronzeperiode, auf welche sie erst als dritte die Eisenperiode folgen lassen.

Wie es bis jetzt scheint, lässt sich für die uns vorzüglich beschäftigenden Gebiete eine solche strikte Trennung in Betreff des Metall-Materials zu Waffen und Werkzeugen noch nicht durchführen. Jedenfalls müssen wir aber auch hier eine Zeit anerkennen, in welcher das Eisen weniger, hingegen vorwiegend Bronze benützt worden ist, eine Culturepoche, welche mit der nordischen Bronzeperiode parallel geht und wie diese von der Bronze den Typus erhält. Ehe diese Fragen definitiv erledigt sind, werden wir besser thun, für unsere Gegenden nicht von einer Bronze- und Eisenperiode, als zwei strikt geschiedenen Epochen, sondern, als Collectivbegriff, von einer prähistorischen Metallperiode im Gegensatz zu der Steinperiode zu sprechen. Wir wiederholen indess, dass wir in dem eben

angedeuteten Sinn immerhin auch in unserem Gebiet in der Metallperiode eine fortschreitende Entwicklung anerkennen müssen, welche sich durch die allmähliche Verdrängung der Bronze durch das Eisen charakterisirt.

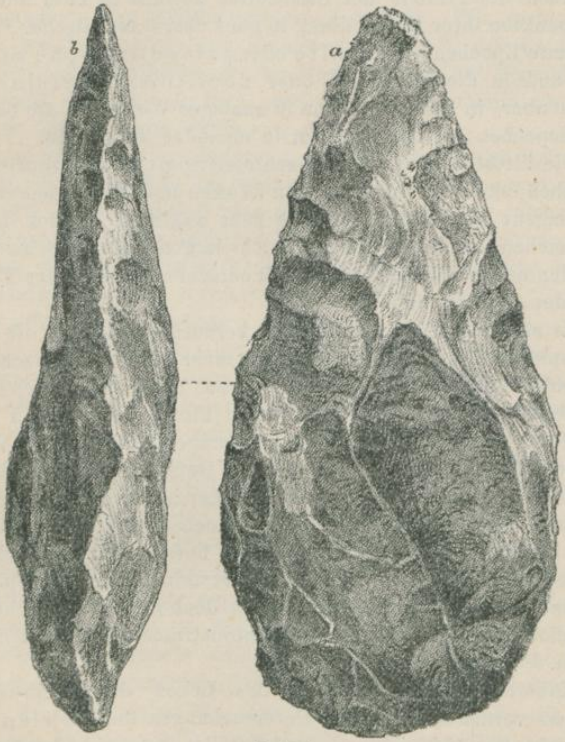
Auch die Periode der Steincultur zerfällt in zwei auf den Höhepunkten ihrer Entwicklung in ganz charakteristischer Weise getrennte Epochen: in die alte oder palaeolithische Steinzeit und in die jüngere oder neolithische Steinzeit, welche aber, in gewissem Sinn in analoger Weise wie die beiden Metallepochen, an den Grenzen in einander übergehen.

Die ältesten bis jetzt beobachteten Spuren des europäischen Menschen sind roh in Form von Waffen und Instrumenten zugeschlagene Feuersteine, welche sehr zahlreich an den feuersteinreichen Kreideküsten Frankreichs in geologischen Schwemmgebilden neben Knochen zum Theil entschieden diluvialer Thiere gefunden worden sind.

Es sind aus Feuersteinknollen herausgeschlagene, oft keil- oder spitzaxtförmige Instrumente mit mehr oder weniger scharfer Schneide und Spitze (Tafel 1), deren meist im allgemeinen eiförmige oder längliche Gestalt nach Einfügung in einen Stiel (Tafel 20) eine Benutzung als axtförmiges Geräth oder Waffe ebenso zuliessen, wie sie bei anderer Befestigung etwa an der Spitze eines längeren Stockes als Lanze gebraucht werden konnten. Ausser diesen immerhin noch sorgfältiger bearbeiteten Steininstrumenten oder Waffen finden sich mit solchen in ausserordentlich grosser Anzahl Feuersteinsplitter und -Spähne, welche trotz ihrer primitiven Formen doch künstlich geschlagen erscheinen und als Messer und Schabinstrumente gedient haben mögen. (Tafel 2).

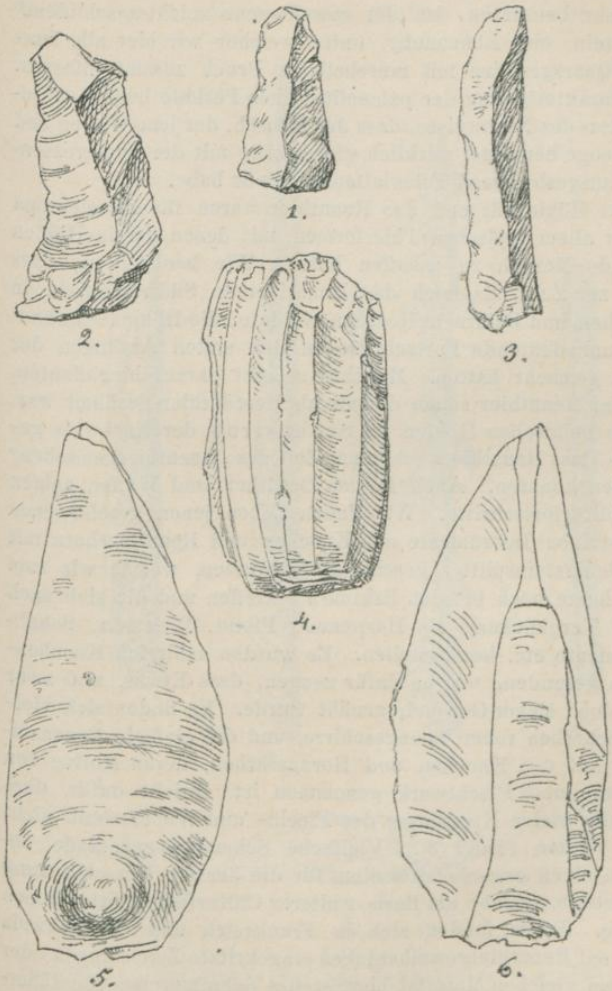
Nähere Aufschlüsse über das Leben der Ureinwohner Europas verdanken wir den Untersuchungen der Höhlen, namentlich der Kalkgebirge zunächst in Belgien, Frankreich, England, neuerdings aber auch in der Schweiz, Deutschland, Österreich und Italien. Auch in diesen altberühmten Fundstätten für Reste der animalen Bewohnung Europas in der Diluvial-Epoche fanden sich mit den Knochen ausgestorbener Thiere, und zwar hie und da entschieden unter den gleichen Einbettungs-Verhältnissen, rohe Feuersteininstrumente, den

eben beschriebenen (Tafeln 1 und 2) vollkommen analog. Es sind wie jene vorzüglich gespitzte Axtformen, dann »Schaber« mit flacher Schneide und Spitze, oder Messer, deren Formen durch rohes Behauen hergestellt wurden.



Tafel 1.
Steinwerkzeuge von St. Acheul bei Amiens. 1/2 n. G. nach Lyell.
a. Ansicht von der Fläche, *b.* Ansicht von der Kante.

Diese nicht feiner bearbeiteten, namentlich nicht geschliffenen, nur zugeschlagenen primitiven Werkzeuge und Waffen aus Stein sind es, auf deren Vorhandensein und Beschaffenheit die ältere oder palaeolithische Steinperiode begründet wird. Der



Tafel 2.

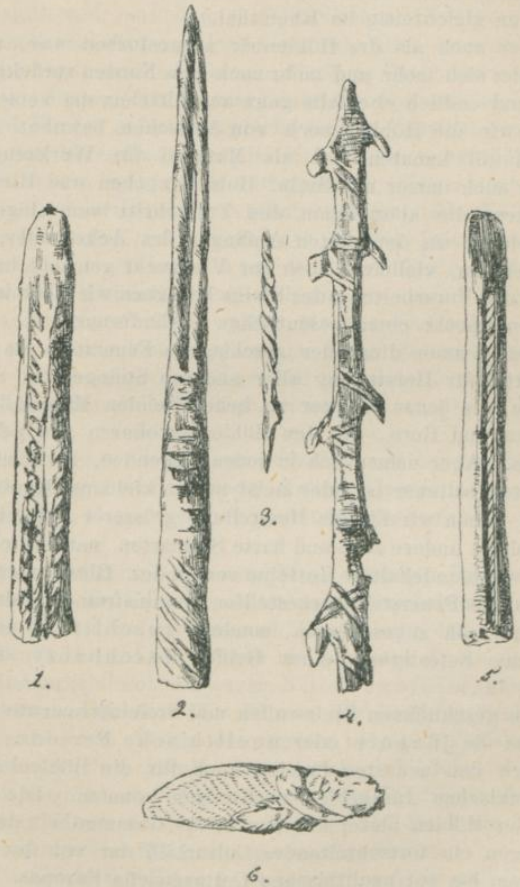
Geschlagene Feuersteinsplitter.

1. 2. 3. Kleinere Feuersteinmesser aus fränkischen Höhlen. 4. Steinkern, Nucleus, von welchem Feuersteinmesser abgesplittert wurden. 5. 6. Ein grösseres Feuersteinmesser nach E. Bracht. Die untere glatte Fläche 5 zeigt am unteren Ende den Schlagknollen.

Stein, den in der palaeolithischen Zeit die europäischen Urbewohner benutzten, ist der geschlagene (nicht-geschliffene) Feuerstein, eine Benennung, unter welcher wir hier alle analogen Quarzgesteine mit muscheligem Bruch zusammenfassen. Zur Charakterisirung der palaeolithischen Periode bedarf es jedoch stets des Nachweises, dass der Mensch, der jene Waffen und Werkzeuge benutzte, wirklich gleichzeitig mit der nun grossentheils ausgestorbenen Diluvialfauna gelebt habe.

Der Höhlenbär und das Rennthier waren für Mitteleuropa die vor allem typischen Thierformen, mit denen der in Höhlen hausende Mensch zu schaffen hatte. Wir beobachten, dass schon zur Zeit, als noch das Rennthier in Südfrankreich, in Schwaben und Baiern in Heerden weidete, die Höhlenbewohner nicht unbedeutende Fortschritte in den ersten Anfängen der Cultur gemacht hatten. Manches scheint darauf hinzudeuten, dass das Rennthier schon damals als Heerdethier gezähmt war, für die belgischen Höhlen ist Steenstrup der Nachweis gelungen, dass Hausthiere schon zur Zeit des „Rennthiermenschen" existiren konnten. Auch in den Geräthen und Waffen zeigen sich Culturfortschritte. Wir finden neben jenen geschlagenen Feuersteinen Instrumente aus Knochen und Rennthierhorn mit dem Feuersteinsplitter geschnitzt in Formen, welche wir zum Theil heute noch bei den Eskimo's antreffen und die sich nach dieser Vergleichung als Harpunen, Pfeile, Pfriemen, Schabinstrumente etc. herausstellen. Es wurden zahlreich Knochennadeln gefunden, welche dafür zeugen, dass Etwas, und zwar denn doch sicher Gewand, genäht wurde. Es finden sich vielfach Scherben roher Thongeschirre, und die einfache Ornamentirung auf den Knochen und Horngeräthen, deren Motive von Schnüren und Flechtwerk genommen ist, spricht dafür, dass auch die ersten Kenntnisse der Flecht- und Webetechnik nicht mehr fehlten (Tafel 3). Vielfache Schmuckgegenstände beweisen einen erwachenden Sinn für die äussere Verschönerung des Lebens, welche als Basis weiterer Culturfortschritte dienen musste. Ja es fanden sich in Frankreich und der Schweiz meist auf Rennthiergeweihstücken eingekritzte Zeichnungen oder aus dem gleichen Material hergestellte Schnitzereien von Thiergestalten, welchen eine gewisse künstlerische Naturauffassung

zukommt, wie sie bekanntlich auch den auf etwa gleicher Culturstufe lebenden modernen „Wilden“ nicht fehlt. Unsere



Tafel 3.

1—5. Waffen und Werkzeuge aus Rennthierhorn geschnitzt, in primitiver Weise ornamentirt. 6. Sculptur eines Moschusochsen aus Rennthierhorn, ebenso wie 1—5 aus der Thayinger Höhle bei Schaffhausen.

Tafel 3 stellt unter 6 das berühmte Köpfchen eines „Moschusochsen“ dar, welches in der Thayinger Höhle bei Schaffhausen gefunden wurde. Der Moschusochse lebte einst mit dem Menschen gleichzeitig im Rheinthal.

Aber auch als der Höhlenbär ausgestorben war, als das Rennthier sich mehr und mehr nach dem Norden zurückgezogen hatte und endlich ebenfalls ganz aus Mitteleuropa verschwand, finden wir die Höhlen noch von Menschen bewohnt, welche kein Metall kannten und als Material für Werkzeuge und Waffen noch immer nur Stein, Holz, Knochen und Hirschhorn benutzten, die aber schon den Fortschritt vom Jäger- und Fischerleben zu den ersten Anfängen des Ackerbaues, zuerst zum Leinbau, vielleicht auch zur Viehzucht gemacht hatten.

In der Verarbeitung des Steins begegnen wir aber in dieser späteren Epoche einer wesentlichen Veränderung.

Noch immer dient der geschlagene Feuerstein als Haupthilfsmittel für Herstellung aller anderen Steingeräthe und der Geräthe aus jenen leichter zu bearbeitenden Materialien, wie Knochen und Horn, die den Höhlenbewohnern zur Verfügung standen. Aber namentlich in jenen Gegenden, in welchen der Feuerstein seltener ist oder meist nur in kleineren Knollen vorkommt, sehen wir für die Herstellung grösserer Äxte, Hämmer und Meissel andere zähe und harte Steinarten, namentlich schieferige hornblendehaltige Gesteine verwendet. Diese aus anderem Material als Feuerstein hergestellten Steininstrumente sind nicht mehr nur roh zugeschlagen, sondern geschliffen und vielfach zur Befestigung eines Griffes durchbohrt (Tafel 4, Fig. 6, 7a).

Die geschliffenen Steinwaffen und Steininstrumente charakterisiren die jüngere oder neolithische Periode, welche wir nach den neuesten Funden auch für die Höhlenbewohner im fränkischen Juragebiet nachweisen konnten. Die Bewohnung der Höhlen bietet uns nun in der Gesammtheit der Beobachtungen ein fortschreitendes Culturbild dar von der palaeolithischen bis zur neolithischen Culturepoche Europas.

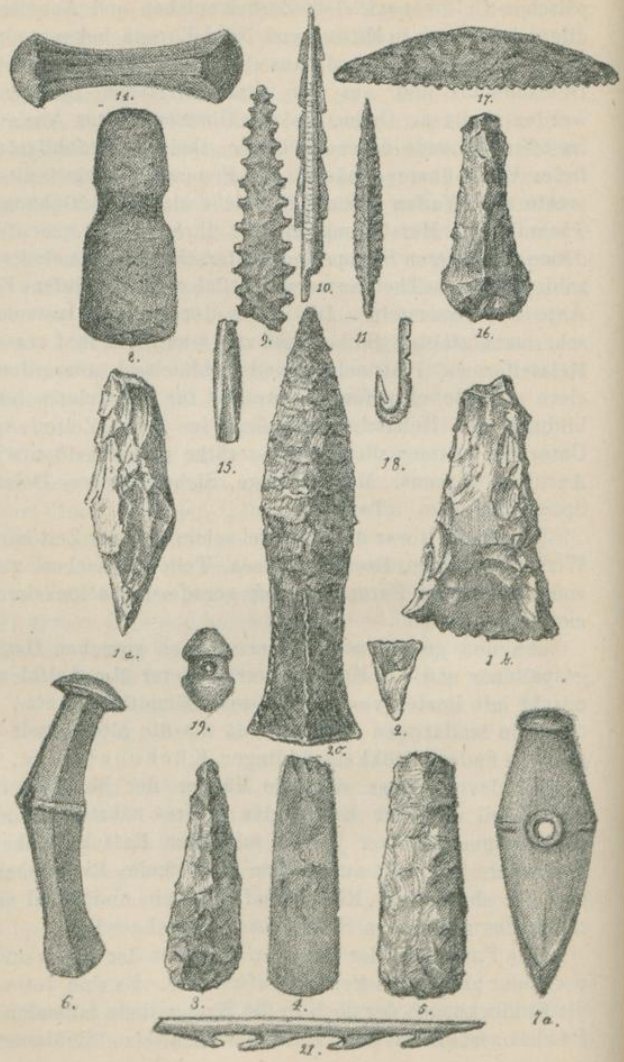
Aber die Menschen der jüngeren Steinperiode haben keineswegs ausschliesslich in Höhlen als Troglodyten gehaust. Aus zahllosen Funden ist uns diese frühe Epoche der euro-

päischen Cultur nach dem Zurückweichen und Aussterben der diluvialen Fauna in Mittel- und Nord-Europa bekannt durch die geradezu zahllosen Funde aus den nordischen Feuersteinküsten Deutschlands und aus den skandinavischen Ländern. Dort werden theils an Orten, welche Überreste alter Ansiedelungen im offenen Lande erkennen lassen, theils in Grabhügeln und in freier Erde überaus häufig aus Feuerstein hergestellte Instrumente und Waffen gefunden, welche sich in Beziehung auf die Technik der Herstellung und in ihrer Form wesentlich von denen der älteren Steinperiode unterscheiden. Es sind vor allem zahlreiche, zum Theil ausserordentlich wohlgeschliffene Keile und Äxte aus Feuerstein. Die Form der übrigen Instrumente ist sehr mannigfaltig. So hat man zum wenigsten fünf verschiedene Meisselformen, Plattmeissel und Hohlmeissel, ausserdem Stecheisen und Hobel gefunden, welche für die relativ hohe Ausbildung der Holzindustrie schon in jenen Zeiten sprechen. Unter den Formen dieser Steingeräthe unterscheiden wir etwa: Axt, Beil, Hammer, Meissel, Säge, Sichel, Messer, Dolch, Pfeil, Speer, Harpune. (Tafel 4.)

Vortrefflich war die Töpferei schon in jener Zeit entwickelt. Wir finden Häfen, Becher, Tassen, Teller, Flaschen, zum Theil von angenehmer Form, und oft geradezu geschmackvoll ornamentirt.

An den germanischen Meeresküsten sprechen Haufen aufgespaltener und als Nahrung verwendeter Muschelthiere untermischt mit Resten von Fischen und Säugethieren etc., die sich öfters in wallartigen Anhäufungen um die alten Ansiedelungen gelagert finden: Kjökkenmöddinger, Küchenabfälle, (Tafel 4. 1a. b.) davon, dass sich die Männer der jüngeren Steinzeit zum Theil von dem Ertrag des Meeres nährten. Andere Beobachtungen ergeben jedoch mit aller Entschiedenheit, dass die neuere Steinzeit auch schon entwickelte Rindviehzucht besass: es sind Pferd, Rind, Schaf, Schwein und Hund als Hausthiere des nordischen Steinmenschen nachgewiesen.

Die Funde aus der jüngeren Steinzeit der Alpen und Alpenvorländer geben uns weitere Aufschlüsse. Es sind das vor allem die Entdeckungen der noch in die Steinperiode fallenden ältesten Pfahlbauten in den Seen der Schweiz, Süddeutschlands,

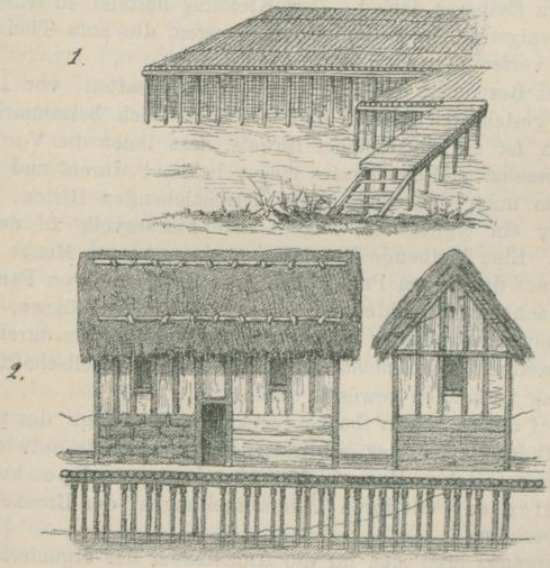


Tafel 4.

Geräthe und Waffen der neolithischen Periode in Schweden nach O. Montelius.

1 *a*, *b*. Feuersteinwerkzeug in Flächen- und Kantenansicht von Kjökkenmödding-Typus. 2. Pfeilspitze aus Feuerstein. 3. Ungeschliffene Feuersteinaxt, ältere Form. 4. Geschliffene Feuersteinaxt. 5. Ungeschliffene Feuersteinaxt, spätere Form. 6. 7. Zwei Steinäxte mit Stielloch. 8. Steinaxt mit Rinne zur Befestigung des Stiels. 9. Gezahnte Speerspitze aus Feuerstein. 10. Pfeilspitze von Knochen mit eingesetzten Feuersteinsplittern. 11. Dreiseitige Pfeilspitze aus Feuerstein. 14. Schleifstein von Sandstein. 15. Schmaler Hohlmeissel. 16. Schabinstrument von Feuerstein. 17. Halbrunde Feuersteinsäge. 18. Angelhaken von Knochen. 19. Bernsteinperle. 20. Feuersteindolch. 21. Harpunenspitze aus Knochen.

Österreichs und Italiens. Den Einwohnern jener Gegenden, welche damals vielfach auf in den Seegrund eingetriebenen Pfählen und von diesen gestützten Pfahlrosten ihre primitiven Hütten bauten und hier geradezu in Dorfanlagen, in Wasserdörfern wohnten (Tafel 5), war auch der Ackerbau in seiner relativ ausgebildeten Form vor der Einführung der Metalle bekannt; er wurde neben Viehzucht, Jagd und Fischfang als vorzüglicher Nahrungserwerb geübt.



Tafel 5.
Reconstruction einer Pfahlbauanlage.
1. Rost und Brücke, durch Pfähle gestützt. 2. Reconstruirte Hütte auf dem von Pfählen gestützten Rost.

Nach F. Keller, dem wissenschaftlichen Entdecker und besten Kenner der schweizerischen Pfahlbauten *) erscheinen die Gründer der letzteren schon in der Steinperiode als ein

*) Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich Bd. IX—XV etc. — Bd. XIII. Heft 3. Pfahlbauten. Dritter Bericht.

Hirtenvolk, im Besitz fast aller wichtigen Hausthiere, wie des Rindviehs, des Pferdes, des Schafs, der Ziege, des Schweins, des Hundes. Diese Thiere stammen nicht aus Europa, sondern aus Asien. Die Bewohner der Wasserdörfer kannten den Feldbau und pflanzten verschiedene Getreidearten (Weizen, Gerste) und Flachs, Gewächse die ebenfalls aus Asien stammen. Sie nährten sich von Viehzucht, vom Ackerbau, vom Ertrag der Jagd und Fischerei, von wildem Obst und allem was das Pflanzenreich Essbares darbot. Ihre Kleidung bestand, in frühester Zeit wenigstens, in Fellen und in Zeugen, die zum Theil aus Flachs verfertigt waren.

Das Bestreben der Ansiedler, in dauerhaften, vor Überfällen gesicherten Stätten und gesellschaftlich beisammen zu wohnen, ist ein untrüglicher Beweis, dass ihnen die Vortheile einer sesshaften Lebensweise längst bekannt waren, und dass wir uns unter denselben keine herumziehenden Hirten, noch weniger ein eigentliches Jäger- und Fischervolk zu denken haben. Eine bleibende Vereinigung einer grossen Menge Menschen auf demselben Punkte und von Hunderten von Familien in benachbarten Buchten hätte nicht stattfinden können, wenn nicht ein regelmässiger Zufluss von Nahrungsmitteln durch alle Jahreszeiten, wenn nicht die Anfänge einer gesellschaftlichen Ordnung vorhanden gewesen wären.

Auf dieser relativ hochentwickelten Grundlage des primitiven Culturstandes der neolithischen Steinperiode entwickelte sich in organischem Fortschreiten die Gesammt-Epoche der Metallcultur mit ihren Unterabtheilungen: der Bronze- und Eisenperiode.

Nirgends lässt sich für die Alpenländer der organische Zusammenhang der Culturfortschritte schlagender und zweifelsfreier nachweisen, als in den Pfahlbauten. Folgen wir auch hier unserem bewährten Führer F. Keller.

Die Ansiedler der Pfahlbauten (in der Schweiz) kamen nach dem Ergebniss der Funde schon sehr früh in mittelbare Berührung mit handeltreibenden und gebildeten Völkern, von denen sie Geräthschaften und Schmucksachen erhielten.

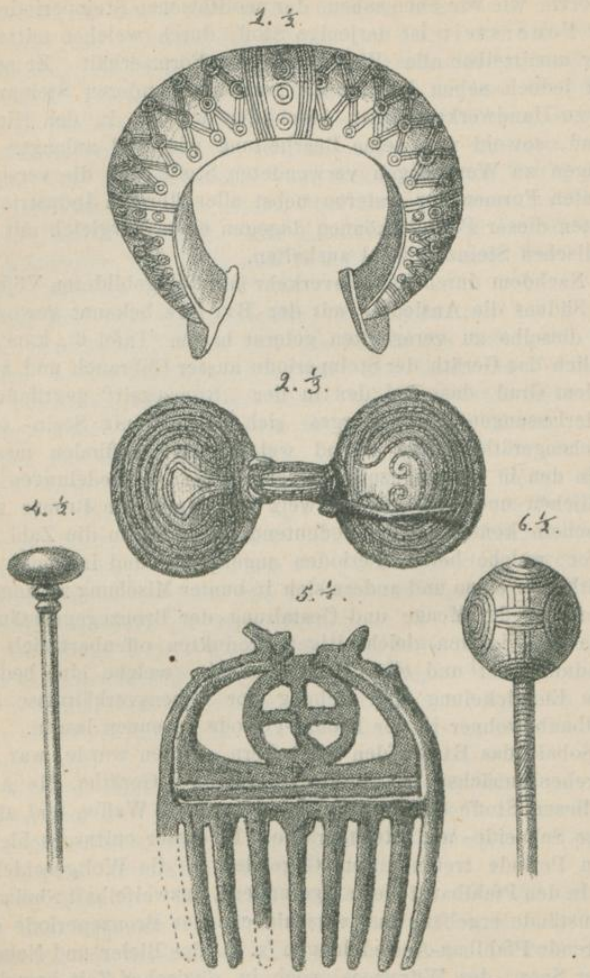
Die Seeansiedelungen haben ihrer ursprünglichen Anlage nach sehr lange fortbestanden. Die ältesten Niederlassungen

gehören, wie wir eben sahen, der neolithischen Steinperiode an. Der Feuerstein ist derjenige Stoff, durch welchen mittelbar oder unmittelbar alles Werkzeug seine Form erhält. Er selbst tritt jedoch neben jenen oben genannten anderen Steinarten, die zu Handwerksgeräthen geschliffen wurden, in den Hintergrund, sowohl was seine Bearbeitung wie Zahl anlangt. Die übrigen zu Werkzeugen verwendeten Stoffe und die verschiedensten Formen der ersteren nebst allen übrigen Industrieprodukten dieser Periode können dagegen einen Vergleich mit der nordischen Steinzeit wohl aushalten.

Nachdem durch Handelsverkehr mit den gebildeten Völkern des Südens die Ansiedler mit der Bronze bekannt geworden und dieselbe zu verarbeiten gelernt hatten (Tafel 6), kam allmählich das Geräth der Steinperiode ausser Gebrauch und zwar in dem Grad, dass bei den in der „Bronzezeit" gegründeten Niederlassungen (z. B. Morges) sich ebensowenig Stein- oder Knochengeräthschaften irgend welcher Art auffinden lassen, als in den in der Steinzeit untergegangenen Ansiedelungen der nördlichen und östlichen Schweiz eine Spur von Bronze zum Vorschein kommt. Sehr bedeutend ist indessen die Zahl der Dörfer, welche beiden Perioden angehören, und in denen die Geräthe der einen und andern sich in bunter Mischung zusammen finden. In der Menge und Gestaltung der Bronzegegenstände, sowie auch in den gleichzeitigen Produkten offenbart sich ein Erfindungsgeist und eine Wohlhabenheit, welche eine bedeutende Entwickelung und Hebung der Lebensverhältnisse der Pfahlbaubewohner in der Bronze-Periode erkennen lassen.

Sobald das Eisen den Ansiedlern geboten wurde, war ihr Bestreben zunächst, das nothwendigste aller Geräthe, die Axt, aus diesem Stoffe darzustellen, dann auch die Waffen und alles übrige Schneide- und Stechgeräthe. In dieser culturgeschichtlichen Periode treten unsere Gegenden in die Weltgeschichte ein. In den Pfahlbaustellen aufgefundene, unzweifelhaft römische Gegenstände ergeben, dass verschiedene der Bronzeperiode angehörende Pfahlbau-Ansiedelungen (z. B. des Bieler und Neuenburger Sees, des Würmsees) noch in römischer Zeit bewohnt waren.

In Beziehung auf die Construction der Pfahlbauten lässt



Tafel 6.
Schmuckgegenstände aus Bronze.
1. Armring aus dem Neuenburger See. 2. Gewandnadel aus Schweden nach O. Montelius. 4. 6. Zwei Schmucknadeln aus Schweizer Seen. 5. Kamm aus Schweden nach O. Montelius.

sich zwischen denjenigen der frühesten und denjenigen der späteren Zeit, nach F. Keller, keinen durchgreifenden Unterschied entdecken. Die Bauten der Übergangs- und der Bronzezeit sind solider und an tieferen Stellen des Sees aufgeführt. Das den Pfahlbauten enthobene, aus Stein, Thon und Bronze gefertigte Geräthe ist seiner Form und Verzierung nach vollkommen demjenigen ähnlich, welches in Gräbern und Grabhügeln und sporadisch auf dem Lande gefunden wird. Die Überreste der Stein- und Bronzeperiode stellen sich als die verschiedenen Stadien der Entwicklung eines und desselben Geschlechtes dar. Gleichzeitig lebte dasselbe Geschlecht in der Schweiz auf Pfahlbauten und in Landansiedelungen.

Die Frage der Unterscheidung der Metall-Perioden, früher vorwiegend auf die Unterscheidung des stofflichen Materials gegründet, verwandelt sich nach den neueren Untersuchungsergebnissen wesentlich in eine Styl-Frage.

Einen entscheidenden Fortschritt in der richtigen Erkenntniss dieser Verhältnisse verdanken wir abgesehen von den bahnbrechenden skandinavischen Arbeiten für unser Gebiet schon den Ergebnissen der Untersuchung des berühmten Gräberfelds bei Hallstatt in Oberösterreich durch v. Sacken*), deren Resultate durch die grossartigen Entdeckungen auf dem Wohngebiet der alten Etrusker namentlich in Bologna und die Ausgrabungen in Troja, Mycene, Cypern und Olympia eine überraschende Bestätigung und weiteren Ausbau erfuhren.

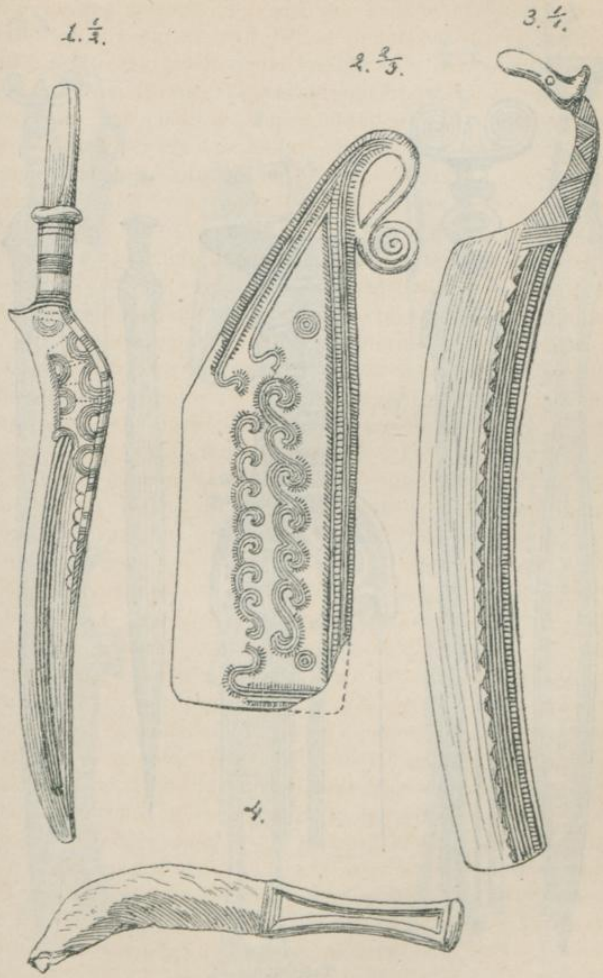
Das Eisen tritt nach v. Sacken**) so allmählich, in so früher und an den verschiedenen Orten zu so ungleicher Zeit auf, und es werden so vielfach Bronzen mit dem charakteristischen Styl der Bronzezeit neben Eisen gefunden, dass die Trennung nach dem Material allein eine missliche wird.

Als das Wichtigste bei der Unterscheidung der beiden Metallperioden erkennt v. Sacken das geistige Moment in der Formgebung, d. h. den Styl. Eine grosse Gruppe von Bronzen, welche theils ohne, theils wie in Hallstatt in Begleitung mit

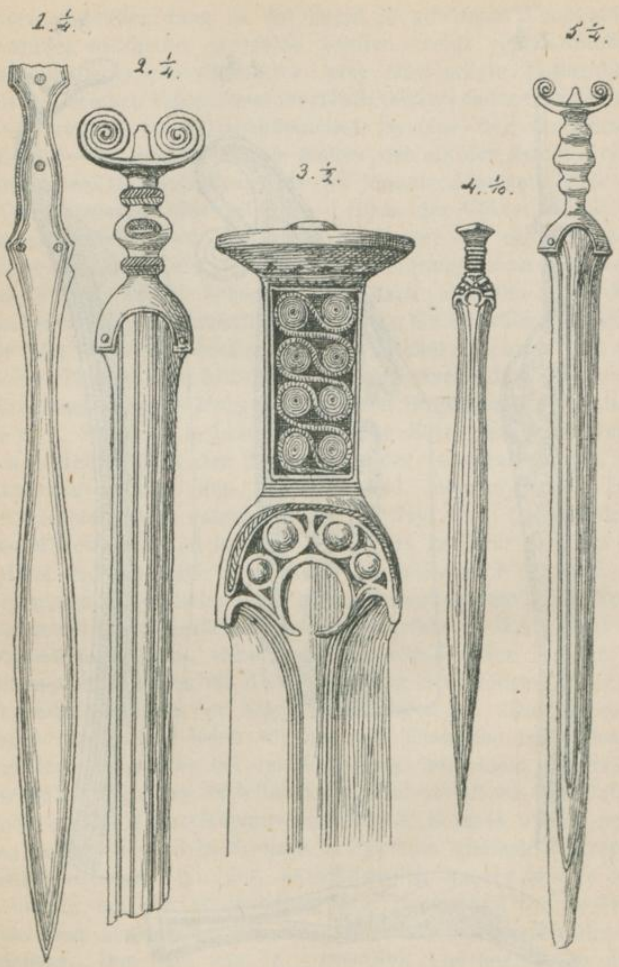
*) v. Sacken. Das Grabfeld von Hallstatt in Oberösterreich und dessen Alterthümer.

**) a. a. O.

Eisen, das aber dann in der Regel in gewissem Sinne untergeordnet erscheint, gefunden worden, zeigt einen durchaus übereinstimmenden Charakter, eine ausgeprägte Formgebung mit zahlreichen Variationen innerhalb feststehender Grenzen und ein fertiges und eigenthümliches System der Ornamentik (Tafel 6—9); diese Merkmale stellen sich als der Ausfluss einer bestimmten Culturrichtung, als der formale Ausdruck einer gewissen Strömung des geistigen Lebens der Völker, somit als ein eigentlicher Styl dar. Die Schwerter mit schilfblattähnlichen Klingen (Tafel 8) und halbmondförmig daran schliessenden Griffen, die ähnlichen Dolche, dann jene den Steinkeilen nachgebildeten Bronzeäxte (Tafel 9, 10), die Palstäbe und Kelte, die mannigfachen Spiralen bei den Schmucksachen, die einfachen linearen Bandstreifen und vorherrschenden Kreis- und Spiralornamente bei Mangel pflanzlicher Bildungen repräsentiren nach v. Sacken insbesondere diesen Styl, den man wegen des Vorherrschens der Bronze, an der er vorzugsweise zum Ausdruck kommt, den „Bronzestyl“ nennen kann. Dem Grundtypus nach entstammt dieser Styl den Culturvölkern des Mittelmeers und hat sich besonders in Etrurien lange gehalten und specifisch entwickelt, hat aber auch nördlich der Alpen und namentlich an den germanisch-skandinavischen Nordküsten eine lokalgefärbte Ausbildung erfahren. Es scheint unmöglich zu leugnen, dass besonders von Etrurien her ein bestimmender Einfluss für die Verbreitung des Bronzestyls in die Gegenden nördlich der Alpen ausgegangen ist. Doch wäre es gewiss unrichtig, wenn wir uns der Thatsache verschliessen wollten, dass wir es bei dem Bronzestyl mit einem uralten Besitzthum der ganzen mittelländischen Culturwelt zu thun haben. Nach Conze's Bezeichnung wird der z. B. auch wieder unter den zahlreichen Klein-Bronzen in Olympia vielfach vertretene Ornamentirungs-Styl, der, ausschliesslich lineare Motive verwendend, mit der transalpinen oder nordischen Bronze-Ornamentirung zusammentrifft, als „geometrische Ornamentik“ bezeichnet. Der Styl war in wesentlich gleicher Weise über ganz Italien verbreitet, von wo er dem Norden überliefert wurde. Nach Furtwängler's Angabe zeigen Blechbänder aus Olympia mit getriebenem Ornament genau dieselbe Tech-

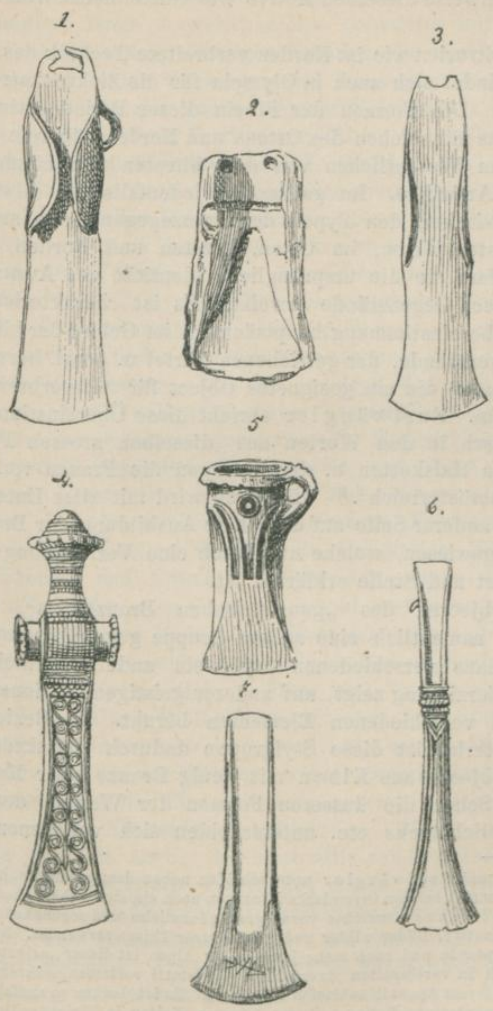


Tafel 7.
Ornamentirte Bronzemesser.
1. Bronzemesser aus der Schweiz. 2. 3. Bronzemesser aus Schweden nach O. Montelius. 4. Bronzemesser von der Insel Sylt nach J. Mestorf.



Tafel 8.

Bronzeschwerter.
1—4. Bronzeschwerter aus Skandinavien. 3. 4. aus Schweden nach O. Montelius. 5. aus dem Neuenburger See.



Tafel 9.

Bronzeäxte, Kelte.

1 und 2 Schaftkelte, 1 mit Öse. 2. Bronzene Gussform für Hohlkelte aus Schweden nach O. Montelius. 4. Massive Bronzeaxt aus Schweden nach O. Montelius. 5. Hohlkelt mit Öse nach J. Mestorf. 6. Schaftkelt aus der Insel Sylt nach J. Mestorf. 7. Schaftkelt mit Runenähnlichen Zeichen aus Schweden nach O. Montelius.

nik und theilweise dieselben Motive wie Gürtelbleche von Hallstatt.

Die in Etrurien wie im Norden verbreitete Technik des Tremolirstichs findet sich auch in Olympia für die Zickzackstreifen angewendet. Die Formen der Fibeln dieser Periode stimmen fast durchaus mit solchen des Ostens und Nordens überein, dasselbe gilt im Wesentlichen von dem ältesten und häufigsten Typus der Armringe. Im ganzen ist jedenfalls die Übereinstimmung zwischen den Typen der Bronzegegenstände an den verschiedensten Orten, im Osten, Westen und Norden, eine derartige, dass sie die ursprüngliche Identität des Ausgangspunktes dieser Gegenstände erweist. Es ist charakteristisch, dass diese Übereinstimmung hauptsächlich im Gebiet der kleinen Schmuckgegenstände, der getriebenen Gürtel u. dergl. herrscht, d. h. in Dingen, die ein geeignetes Object für weitverbreiteten Handel waren. Furtwängler spricht diese Übereinstimmung sehr energisch in den Worten aus „dieselben grossen Fibeln und plumpen Halsketten u. dergl. trugen die Frauen von Elis und von Oberösterreich". *) Dagegen wird mit aller Entschiedenheit von anderer Seite auf die lokale Ausbildung der Bronzeobjecte hingewiesen, welche nur durch eine Verfertigung derselben an Ort und Stelle erklärbar ist.

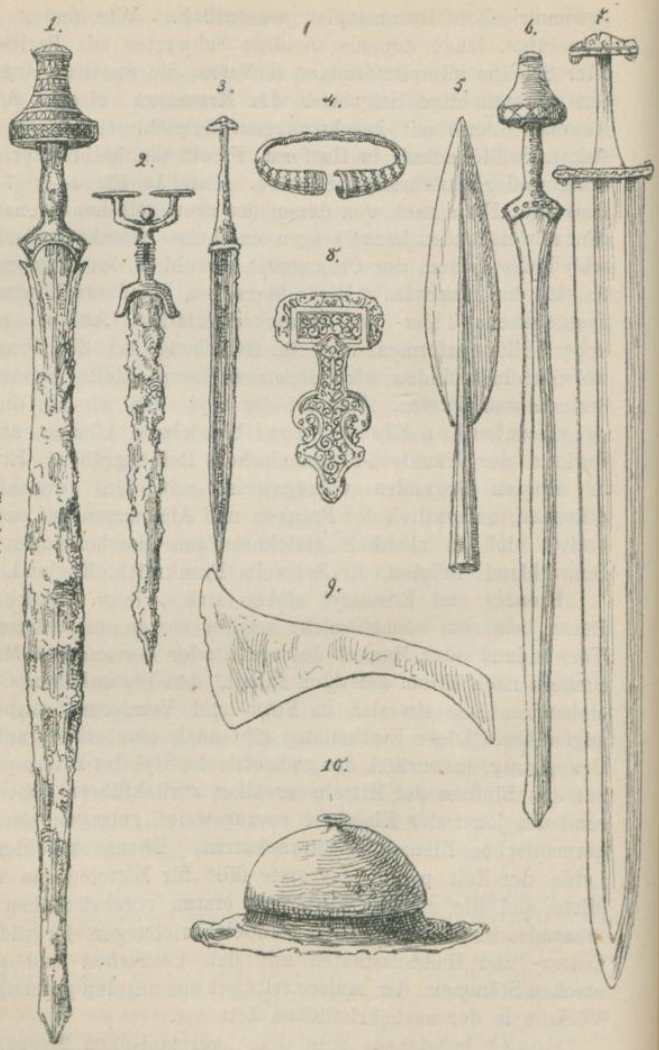
Den Objecten des „geometrischen Bronzestyls" stellt v. Sacken namentlich eine andere Gruppe gegenüber, welche einen durchaus verschiedenen Styl, ein anderes Princip in Form und Verzierung zeigt, auf anderen geistigen, national und künstlerisch verschiedenen Elementen beruht. In Beziehung auf das Material ist diese Stylgruppe dadurch charakterisirt, dass ihre Objecte aus Eisen mit wenig Bronze oder Messing bestehen. Schon die äusseren Formen der Waffen, der Geräthe, des Schmucks etc. unterscheiden sich von jenen des

*) Conze und Furtwängler unterscheiden neben dem geometrischen System der Ornamentik bei den Olympischen Bronzen noch ein sich scharf absonderndes »orientalisches«, welches vorwiegend pflanzliche und sogenannte orientalische Thiermotive, Bilder wilder und wunderbarer Thiere verwendet. Nördlich jenseits des Apennin und noch mehr jenseits der Alpen ist dieser „orientalische Styl" nur noch in vereinzelten Exemplaren (Hallstatt) vertreten, während er in Etrurien südlich vom Apennin zahlreich vorkommt. Es ist das um so auffallender, da beide Ornamentations-Motive seit den ältesten Zeiten in Griechenland, wie die Ausgrabungen in Mycene gelehrt haben, neben einander hergegangen sind.

„geometrischen Bronzestyls“ wesentlich. Wir finden zweischneidige, lange doppelschneidige Schwerter mit Parirstange oder Scheibe mit pilzförmigen Knäufen, die Spatha, dann kürzere einschneidige Schwerter, den Kramasax, eiserne Speere, Angonen, Äxte mit geschwungener Schneide (z. Theil Franciska), Schildbuckeln in Hutform, Fibeln mit halbrunder, dreieckiger oder bandförmiger Scheibe. (Tafel 10, Fig. 3—5, 7—10.) Diese der Form nach von denen des geometrischen Bronzestyls ganz abweichenden Dinge zeigen ein ebenso charakteristisch verschiedenes System der Ornamentik sowohl in der Liniengebung als in der Technik. Hier herrschen Bandverschlingungen, phantastische Thier- und Menschengestalten, Anfänge pflanzlicher Bildungsformen vor; in Beziehung auf die Ornamentationstechnik finden wir Silbertauschirung, Niello, Besatz mit Steinen und Pasten. Das ist der Styl, den wir als den des „germanischen Eisenalters“ bezeichnen können, aus der Periode der fränkisch-alemannischen Reihengräber. Er tritt in unseren Gegenden vorzugsweise mit den germanischen Stämmen, namentlich der Franken und Alemannen auf und verbreitet sich in ziemlich gleichmässigen Erscheinungen über Deutschland, Belgien, die Schweiz, Frankreich, England.

Bronze- und Eisenstyl stehen sich, wie v. Sacken mit Recht bemerkt, sonach nicht sowohl wegen ausschliesslicher Verwendung oder Mangel des einen oder des anderen Metalls, sondern nach ihrem geistigen Inhalt, den eigentlichen Culturelementen, wie sie sich in Form und Verzierung ausprägen, gegenüber. Diese Eintheilung gibt auch eine ethnographische Gruppirung, indem sich der geometrische Styl der Bronzeperiode auf den Einfluss der Mittelmeervölker zurückführen lässt, während uns jener der Eisenzeit vorzugsweise getragen von nordgermanischen Elementen entgegentritt. Ebenso scheiden sich beide der Zeit nach; der erste fällt für Mitteleuropa in die Mitte und die zweite Hälfte des ersten vorchristlichen Jahrtausends, in die Periode der Handelsbeziehungen der südlichen Cultur- und Handelsstaaten mit den keltischen und germanischen Stämmen, der andere tritt bei uns mit den germanischen Völkern in der nachchristlichen Zeit auf.

Conze bezeichnet eine dem „germanischen Eisenstyl“ in

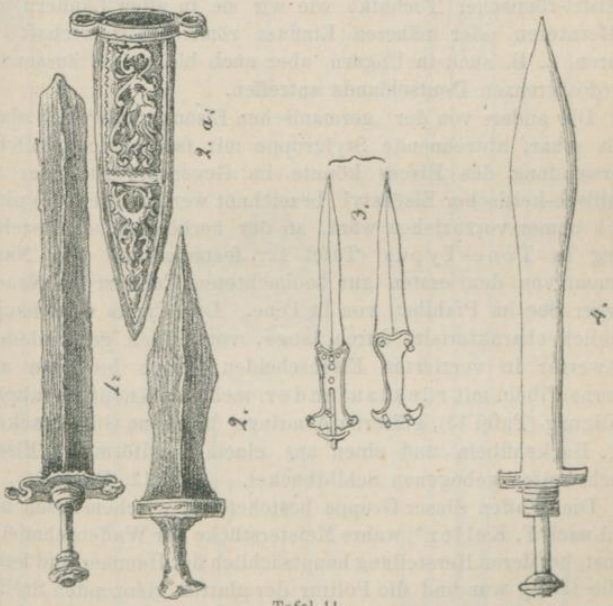


Tafel 10.

I. Hallstätter Typus aus Bronze und Eisen gemischt 1. 2. und 6. aus Hallstatt nach v. Sacken. 1. Eisenschwert mit Bronzegriff. 2. Eisendolch mit Bronzegriff. 6. Bronzeschwert.

II. Eisenwaffen und Schmuck aus germanischen Reihengräbern nach Lindenschmit 3—5, 9—10. 3. Kramasax, kurzes einschneidiges Schwert. 7. Spatha, langes, zweischneidiges Schwert. 5. Lanzenspitze. 9. Fränkische Axt, Franziska. 10. Schildbuckel. 4. Bronzearmring. 8. Gewandnadel, Ansicht von oben.

gewissem Sinn verwandte Stylgattung vieler Mittelmeer-Bronzen als orientalischen Styl (vgl. die Anmerkung S. 280). Wir glauben Anklänge an den „germanischen Eisenstyl“ schon in den Mycenischen Alterthümern zu finden, auf orientalischen, namentlich asiatischen Einfluss hindeutend. Es scheint, dass in der „germanischen Eisenornamentik“ ein ursprünglicher, von den germanischen Völkern vielleicht schon aus ihrer asiatischen Heimath mitgebrachter Verzierungscharakter wieder, wenn auch



Tafel 11.
1—4. Römische Schwerter nach Jähns, Geschichte des Kriegswesens. 2. Parizonium, Gurtschwert. 2*a*. Scheide desselben. 3. Schwerter gemeiner Legionäre.

in specifischer Umbildung zum Vorschein gekommen ist, der von dem geometrischen Bronzestyl nur zeitweilig zurückgedrängt war. Freilich ist auch späterer römisch-byzantinischer Einfluss auf diese Stylentwickelung nicht zu verkennen.

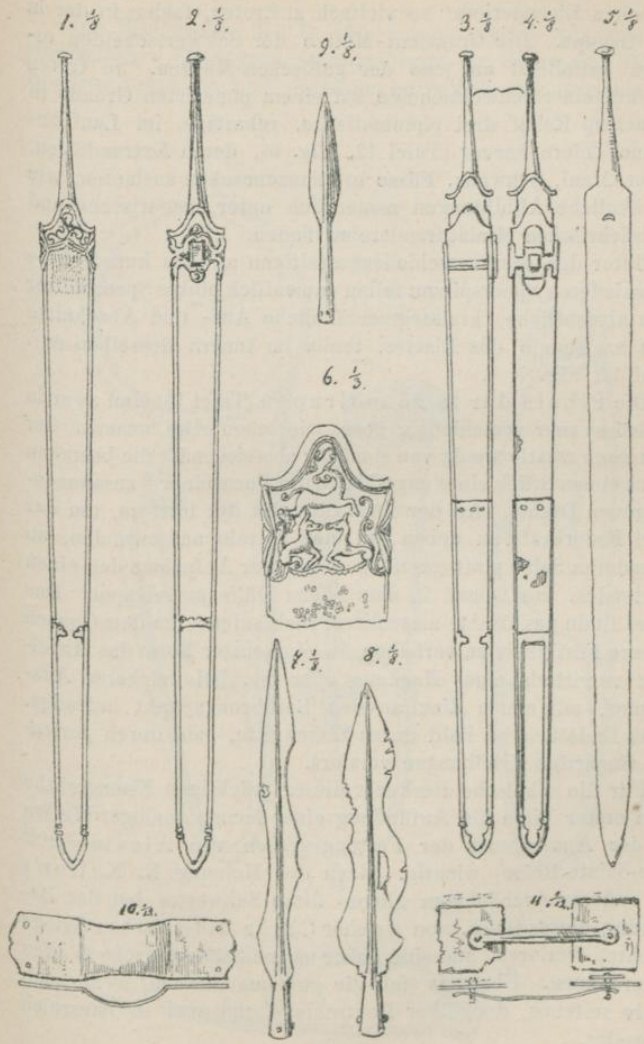
Als der „germanischen Eisenperiode“ vorausgehend

können wir wenigstens noch zwei Epochen der Eisenverwendung in den Ländern nördlich der Alpen constatiren, eine römisch-italische (Tafel 11) und eine wie es scheint gallische. Die erstere entspricht einigermaassen dem „ersten Eisenalter" der skandinavischen Archäologen, welche, wie z. B. die berühmten Funde in den Torfmooren der Jütischen Halbinsel, sich von römischen Elementen beeinflusst und durchsetzt zeigen. Es sind Mischformen eigentlich römischer und barbarisirt-römischer Technik, wie wir sie in allen Ländern, die entfernteren oder näheren Einfluss römischer Herrschaft erfuhren, z. B. auch in Ungarn, aber auch bis an die äussersten Nordostgrenzen Deutschlands antreffen.

Die andere von der „germanischen Eisenperiode" sich ebenfalls scharf abtrennende Stylgruppe mit fast ausschliesslicher Verwendung des Eisens könnte im Gegensatz zu jener als „gallisch-keltischer Eisenstyl" bezeichnet werden, wenn es nicht noch immer vorzuziehen wäre, an der herkömmlichen Bezeichnung la Tène-Typus (Tafel 12) festzuhalten. Der Name stammt von dem ersten gut beobachteten Fundort im Neuenburger See im Pfahlbau von la Tène. Der Typus wird hauptsächlich charakterisirt durch lange, vortrefflich geschmiedete Schwerter in verzierten Eisenscheiden, durch bronzene und eiserne Fibeln mit rücklaufender, meist als Knopf gestalteter Endigung (Tafel 13), gläserne Armringe, bronzene Gürtelhacken, sog. Hackenfibeln und einen aus einem bandförmigen Eisenblechstreifen gebogenen Schildbuckel. (Tafel 12, Fig. 10).

Die Waffen dieser Gruppe bestehen aus weichem Eisen und sind nach F. Keller*) wahre Meisterstücke der Waffenschmiedekunst, bei deren Herstellung hauptsächlich der Hammer und keine Feile thätig war und die Politur der glatten glänzenden Stellen durch Anwendung von Schabe- und Schleifwerkzeugen erlangt wurde. Die Schwerter scheinen aus grösseren Werkstätten oder Fabriken hervorgegangen zu sein, wofür verschiedene auf den Schwertklingen angebrachte Fabrikmarken sprechen (Tafel 12, Fig. 5). Die Verzierungen mit eingelegten Gold- und Silberstreifen, welche auf den Schmucksachen der „ger-

*) a. a. O. Bd. XV. Heft 7.



Tafel 12.

Eisenwaffen aus à la Tène bei Marin im Neuenburger See nach F. Keller.

1. und 2. Schwert in der Scheide von der Vorder- und Rückseite. 3 und 4 ebenso. 5. Schwert ohne Scheide mit Fabrikzeichen. 6. Scheidenverzierung. 7. 8. 9. Speereisen. 10. Schildbuckel. 11. Innerer Schildbeschlag.

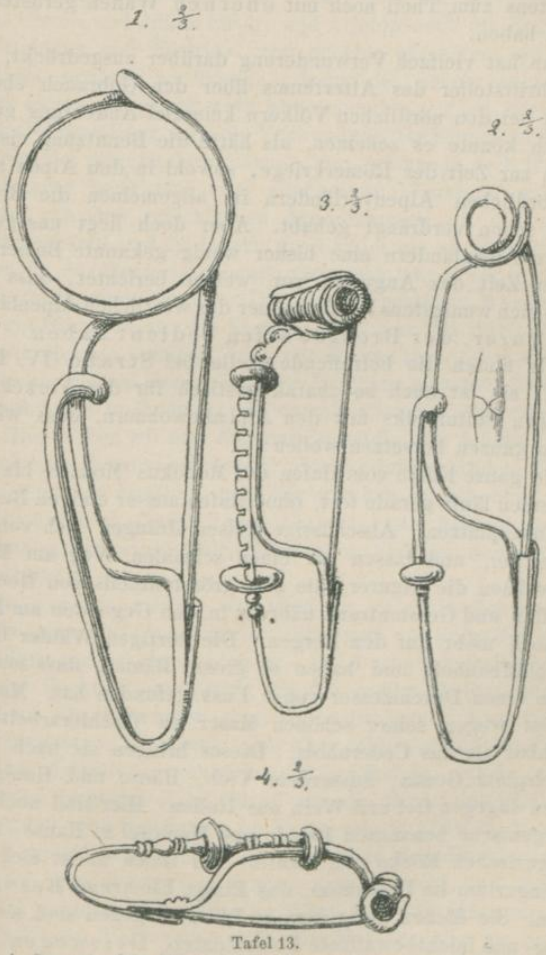
manischen Eisenperiode" so vielfach auftreten, fehlen in der la Tène-Gruppe. Die Ornament-Motive der Schwertscheiden erinnern auffallend an jene der gallischen Münzen. So treten z. B. auf einer Schwertscheide auf einem punktirten Grunde in schwachem Relief drei phantastische, rehartige, im Lauf begriffene Thiere hervor (Tafel 12, Fig. 6), deren Extremitäten, Hörner, Maul, Schwanz, Füsse in Pflanzenranken auslaufen, wie sich ähnliche Abbildungen namentlich unter den irischen und angelsächsischen Miniaturmalereien finden.

Unter den sehr verschiedengestaltigen auf das kunstvollste geschmiedeten Speerspitzen fallen namentlich einige Speerblätter durch absichtliche, kreissegmentähnliche Aus- und Abschnitte theils am Rande des Blattes, theils im Innern desselben auf. (Tafel 12, Fig. 7, 8.)

Die Fibeln der la Tène-Gruppe (Tafel 13) sind zwar in der Grösse sehr verschieden, aber, wie schon oben bemerkt, der Form nach relativ wenig von einander abweichend. Sie bestehen oft aus einem Stück eines ungefähr in die Form einer 8 zusammengebogenen Drahts. An der einen Seite ist der letztere, um der Nadel Federkraft zu geben, in eine Spirale aufgewunden, an der anderen Seite platt geschlagen und zur Aufnahme des einen Drahtendes, des Dorns, in eine offene Dülle umgebogen. Das andere Ende des Drahts umschliesst rücklaufend, um dem Ganzen grössere Festigkeit zu verleihen, in einfachster Form das Mittelstück vermittels eines Hackens oder ist, bei reicherer Ausstattung, mit einem Ring an den Berührungspunkt befestigt. Dieses Endstück ist bald durch Einschnitte, bald durch perlen- oder ringartige Erhöhungen verziert.

Für die ethnische Herkunft dieser prächtigen Eisengeräthe ist in erster Linie die Auffindung einer Menge analoger Waffen bei der Ausgrabung der Festungsgräben von Alesia (jetzt Alise-Sainte-Reine) wichtig. Nach der Meinung F. Keller's und anderer Archäologen gingen diese Schwerter bei der Belagerung dieses Ortes, von welcher Cäsar im Gallischen Kriege berichtet, verloren, und sind daher als gallisch-keltische Waffen anzuerkennen. Übrigens sind die gleichen Formen, wenn auch relativ seltener, doch über Deutschland und auch in Österreich verbreitet.

Die Eisenwaffen der la Tène-Gruppe ebenso wie jene des germanischen Eisentypus wurden gegen die Heere der Römer von den besiegten und siegenden gallischen und germanischen



Tafel 13.
1—4. Gewandnadeln, Fibeln aus à la Tène bei Marin nach F. Keller.

Stämmen geschwungen. Aber es ist wahrscheinlich, dass die Römer bei ihrem ersten Zusammentreffen mit den Alpenbewohnern der uns vorzüglich interessirenden Gegenden, diese wenigstens zum Theil noch mit ehernen Waffen gerüstet gefunden haben.

Man hat vielfach Verwunderung darüber ausgedrückt, dass die Schriftsteller des Alterthums über den Gebrauch eherner Waffen bei den nördlichen Völkern keinerlei Andeutung geben. Darnach könnte es scheinen, als hätte die Benutzung eiserner Waffen zur Zeit der Römerkriege, sowohl in den Alpen als in den nördlichen Alpenvorländern im allgemeinen die Bronzewaffen schon verdrängt gehabt. Aber doch liegt uns gerade aus den Alpenländern eine bisher wenig gekannte Bemerkung aus der Zeit des Augustus vor, welche berichtet, dass noch damals sich wenigstens die Bewohner der westlichen Alpenländer, die Ligurer, der Bronzewaffen bedient haben.

Wir finden die betreffende Stelle bei Strabo (IV. Buch, Cap. 6); sie ist auch so charakteristisch für den Verkehr des römischen Culturvolks mit den Alpenbewohnern, dass wir sie hier im ganzen hersetzen wollen:

Die ganze Küste vom Hafen des Monökus (Monaco) bis nach Tyrrhenien läuft gerade fort, ohne Hafen ausser einigen Buchten und Ankerplätzen. Abschüssige Felsen drängen sich von den Bergen her, und lassen nur einen schmalen Weg am Meere. Hier wohnen die Ligurer, die sich grösstentheils von Heerden, von Milch und Gerstentrank nähren, in den Gegenden am Meere und noch mehr auf den Bergen. Die dortigen Wälder liefern viel Schiffbauholz und haben so grosse Bäume, dass man bei einigen einen Durchmesser von 8 Fuss gefunden hat. Manches Holz ist wegen seiner schönen Maser zu Tischlerarbeiten so brauchbar als das Cedernholz. Dieses bringen sie nach ihrem Handelsplatz Genua, ausserdem Vieh, Häute und Honig und nehmen dagegen Oel und Wein aus Italien. Hier sind auch jene als gegenische benannten Pferde und Maulesel zu Hause; ferner die ligurischen Röcke und Mäntel; bei ihnen findet sich auch das Lingurium im Ueberfluss, das Einige Electrum, Bernstein nennen. Sie dienen nicht gern zu Pferd, dagegen sind sie gute schwer- und leichtbewaffnete Fusssoldaten. Desswegen, weil

sie **eherne Spitzen** an ihren Lanzen haben, hat man beweisen wollen, dass sie **Griechen** seien.

Strabo, welcher seine Geographie etwa um die Zeit von Christi Geburt geschrieben hat — er lebte zur Zeit des Pompejus, Cicero und Julius Cäsar, und erlebte noch die Regierung des Augustus und Tiberius, und scheint ein Alter von gegen 90 Jahren erreicht zu haben — findet die Benützung eherner Waffen zwar erwähnungswerth, aber immerhin nur bei „Barbaren", da seiner Darstellung nach die Verwendung der Bronze zu Waffen von Seite der griechischen Stämme, von welcher ja auch Hesiod und Homer berichten, eine allbekannte Thatsache war, und offenbar von den griechischen Ansiedelungen an der ganzen Mittelmeerküste und im Innern des Landes als ehrwürdiges Andenken an das Mutterland lange, vielleicht länger als in diesem selbst, festgehalten wurde. Die Ligurer schildert Strabo als ein reges Handelsvolk; sie handeln nicht nur mit ihren eigenen Landesprodukten, sondern auch mit Bernstein, den sie wohl von den nordischen Bernsteinküsten beziehen mussten, da er „im Überfluss" sich in ihrem Lande damals ebenso wenig wie heute fand. Hier treffen wir also Erz und Bernstein, die beiden Hauptfactoren der Culturentwickelung der nordgermanischen Küsten neben einander erwähnt, und wir glauben zu erkennen, dass den Alpenvölkern (speciell den Ligurern) ein Antheil an dem Zwischenhandel zwischen dem Mittelmeer und den germanischen Küstenvölkern zukam.

Aus Strabo ersehen wir auch an vielen Stellen, welche Handelswaare den „barbarischen" Stämmen von Seite der Mittelmeervölker zugebracht worden ist. Bei der hochwichtigen Frage nach der Herkunft des Zinn's für die antike Bronze kommen vor allem die bekannten und vielbesprochenen Kassiteriden, die Zinninseln in Betracht. Strabo schildert die Einwohner derselben als schwarz gekleidet mit Gewändern, welche bis auf den Boden reichen, einen Gürtel um die Brust mit Stäben in den Händen „wie die Furien im Trauerspiel". Ganz so sind die Kleider, welche man aus der Bronzeperiode Skandinaviens z. B. aus jenen berühmten Grabfunden im Grossen und Kleinen Kongehoi gehoben hat. Strabo fährt fort: Sie leben meistens nomadisch von Viehzucht. Für die Metalle, die sie haben,

Zinn und Blei, und für die Häute tauschen sie von den Kaufleuten Töpfergeschirre, Salz und eherne Waare ein. Die mittelländischen Erzfabrikate gingen mit feiner Töpferwaare also sogar zu den Zinninseln und wir hören hier ausdrücklich, dass sie ein gesuchter Exportartikel waren.

Unter den Völkern im deutschen und österreichischen Alpengebiet hatte sich zur Zeit der Besitznahme dieser Länder durch die Römer offenbar schon ein beachtenswerther Grad von Cultur verbreitet und namentlich wird Ausübung von Bergbau erwähnt.

Die bisherigen Resultate der vorgeschichtlichen Forschung geben uns ein immerhin farbenreiches Bild, aus welchem wir erkennen, wie ungerechtfertigt es wäre, sich unsere Alpenvölker als „rohe Wilde" vorzustellen.

Der Gang der Culturfortschritte entspricht ziemlich genau jenem, welchen uns nach den Pfahlbauuntersuchungen F. Keller von den Bewohnern der Schweiz entwirft.

Nach den primitiven Anfängen der Steincultur, wie wir sie bei den ältesten Höhlenbewohnern ausgeprägt finden, folgt die Culturperiode der Pfahlbauten auch an den Alpenseen Deutschlands und Österreichs und macht eine analoge Entwickelung durch wie in der Schweiz. Was dort über den Jagd- und Fischereibetrieb, über Viehzucht und Ackerbau, die Grundlagen eines socialen Lebens der Bewohner der Seedörfer gesagt wurde, gilt, mit den entsprechenden lokalen Abweichungen, auch für unser Forschungsgebiet. Es sprechen viele Thatsachen dafür, dass der uralte Bergbau in den Alpen auf Salz, Kupfer und Eisen, dass die vielfach aufgefundenen Stätten der Eisen- und Kupferschmelzen, die prähistorischen Höhlen-Metallwerkstätten der Eisen-, Kupfer- und Erzschmiede, die Anlage der grossen Gräberfelder z. B. bei Hallstatt und an anderen Orten, welche eine dichte Bewohnung auch auf dem festen Lande voraussetzen lassen, bis in die Zeit herabreichen, als die Ufer der Seen in den deutschen und österreichischen Alpenvorländern mit zahlreichen dichtbewohnten Seedörfern, auf Pfahlrosten stehend, besiedelt waren.

Die prähistorischen Forschungs-Ergebnisse eröffnen trotz ihrer Lückenhaftigkeit schon jetzt ein überraschendes Bild uralter Betriebsamkeit in dieser der Culturentwicklung scheinbar

so feindseligen Hochgebirgswelt. Namentlich den Salzbergbau sehen wir in Hallstatt und Hallein Quelle des Reichthums für die Bevölkerung werden, ebenso lieferten die zahlreichen Kupferbergwerke in den abgelegensten Winkeln des Hochgebirges ein für jene Zeit sehr kostbares Produkt. Dazu kommt der Goldreichthum des Landes. Ausser den Goldwäschen bei dem alten Noreja finden wir im Bereich des Hochgebirges die einst sehr ergiebigen Goldgruben im Gasteiner und Rauriser Thal. An vielen Orten blühte sonach bergmännische Betriebsamkeit unter den Händen der einheimischen vorrömischen Bevölkerung. Wo sich eine Salzquelle, eine Erzader zeigt, sagt Much, finden sich sofort fleissige Leute ein, aus dem Born des Wohlstandes zu schöpfen; tief in das pfadlose Waldgebirge, in die wildesten Felskare und bis an den Rand der ewigen Gletscher dringen sie in emsiger Arbeit vor. Kein Volk flüchtiger Wilder oder in Schmutz und Armuth lebender Hirten lernen wir hier kennen, sondern eine emsige, Bergbau treibende Bevölkerung, die durch ihre Betriebsamkeit für sich einen nicht geringen Grad allgemeinen Wohlstandes und damit zugleich der Cultur eine Stätte bereitet hatte. Schon die prunkenden Waffen und der reiche blendende Schmuck zeugen von dem freudigen Gedeihen und dem Aufblühen des Landes und seiner Bewohner, bis die Römer die schönen Anfänge vernichteten und ein Wiederaufblühen unter ihrer eisernen Hand auf Jahrhunderte hinaus unmöglich machten.

An dem Beispiel der Salassier sehen wir, in welcher Weise die Römer im Gebirge regierten. Die Salassier, in einem tiefen, rings von hohen Bergen eingeschlossenen Thal lebend, durch welches eine Hauptstrasse von Italien über die Alpen führte, besassen ergiebige Goldbergwerke. Strabo berichtet uns, dass mit der Herrschaft der Römer die Salassier ihre Goldbergwerke verloren, darüber aber in beständigem Streit mit den Staatspächtern, wegen der Habsucht der letzteren, lebten. „So fanden die römischen Statthalter, welche in diese Gegend geschickt wurden, immer einen Vorwand, um sie zu bekriegen. Zuletzt besiegte sie Augustus gänzlich und verkaufte sie Alle in Eporedia, einer römischen Kolonie, als Sklaven an die Meistbietenden. Diese Stadt war zum Schutz gegen die Salassier

angelegt worden, konnte ihnen aber nur geringen Widerstand leisten, bis das Volk gänzlich verschwand. Es waren im Ganzen sechsunddreissig tausend Seelen, nebst sechstausend waffenfähigen Männern, die alle von Terentius Varro, dem römischen Feldherrn, der sie besiegt hatte, an den Meistbietenden verkauft wurden. Jetzt lebt die ganze Umgegend bis zu den höchsten Bergspitzen im Frieden!"

So brachen sich mit harter Faust die Römer Bahn in und durch das Gebirge. Die Stämme der Gebirgsbewohner „sind nun", fährt Strabo fort, „theils vertilgt, theils gänzlich bezähmt, so dass der Übergänge über das Gebirge, deren es früher nur wenige und höchst beschwerliche gab, jetzt zahlreiche sind, vor Überfällen sicher und mit Hülfe der Kunst des Wegbaus gut zu gebrauchen. Der Kaiser Augustus verband nämlich mit der Vertilgung der Räuber auch die Gangbarmachung der Wege, so viel möglich war, denn die Natur lässt sich nicht überall besiegen."

Jahrhunderte lang sind die Alpen und die Alpenvorländer, durchschnitten von wohlgepflegten Strassen, geschützt durch Castelle und Standlager, in den Händen der Römer; überall bringen diese römisches Leben mit seinem ausgesprochenen Lebenscomfort in Wohnung und Geräth mit sich. Namentlich an den Sitzen alter einheimischer Industriethätigkeit, auch in sehr abgelegenen Bergwinkeln, wie an dem Salzbergwerk in Hallstatt, finden wir die Überreste römischer Bauten, römischer Gräber u. dergl. Die einst freien Bewohner der Gebirge sind theils zu Sklaven gemacht, theils treten sie nach und nach in den Kreis der römischen Provincialcultur ein.

In der Völkerwanderung im weitesten Sinn, durch den Ansturm und die Besitzergreifung der Länder durch germanische und slavische Stämme, entsteht nach und nach das moderne ethnologische Bild der Alpenbevölkerung, welches wir heute, nach noch vielfachen späteren Wandlungen im einzelnen, wahrnehmen. Aber unter der Decke der neuaufgetragenen Farben ist vielfach das alte Gemälde noch erkennbar, es ist nur übermalt, nicht vollkommen zerstört, und es wird der Forschung gelingen, wenigstens die Umrisse zu reconstruiren.

Kapitel II.

Älteste Spuren der menschlichen Besiedelung in den Ostalpen.

1. Höhlenfunde. Ältere und jüngere Steincultur.

Nirgends sind bisher in Mittel-Europa, wie überhaupt auf keinem Theil der Erde, mit Sicherheit Spuren des Menschen nachgewiesen worden, welche in die Tertiärepoche zurückreichen.

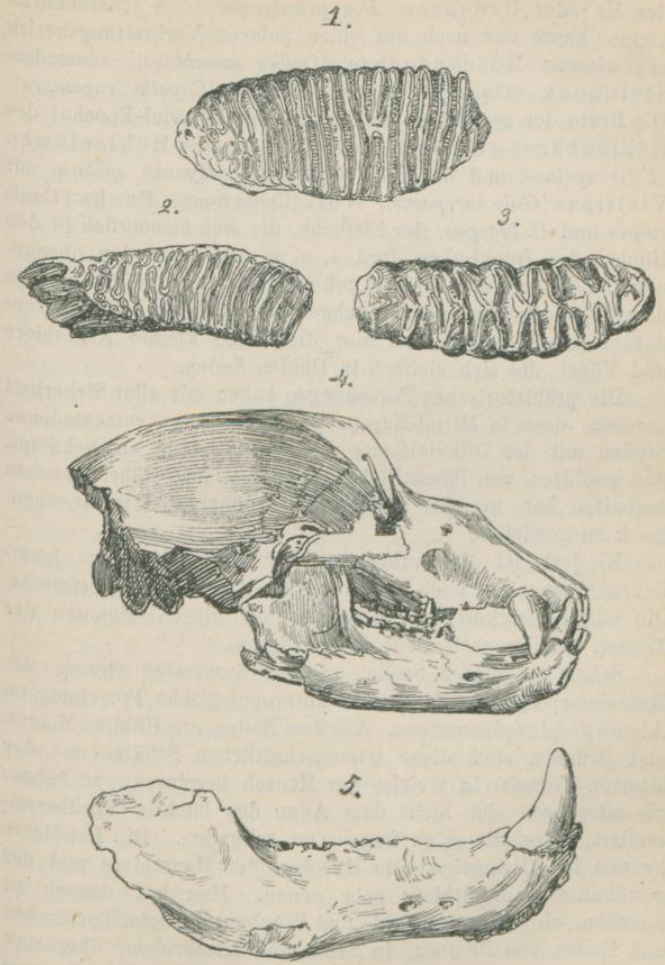
Der Mensch ist nach dem bisherigen Stand der Forschung in Mittel-Europa erst aufgetreten, als jene gewaltigen Eismassen sich in die Hochgebirge zurückzuziehen begannen, welche in der von den Geologen als Glacialepoche, als Eiszeit bezeichneten Periode theils von den Alpen aus vorgeschoben, die Alpenvorländer weithin bedeckten, theils, von den skandinavischen Gebirgen herabsteigend, ganz Norddeutschland in Eisfelder einhüllten, die der Gegend um Berlin und Dresden ein Ansehen gaben, wie es heute die nördlichen Striche Grönlands zeigen.

Auch aus jener Zwischenperiode, welche im Anschluss an das Ende der Tertiärzeit die Absätze des präglacialen Diluviums hervorbrachte, fehlen in unserem Forschungsgebiet noch sichere Beweise von der Anwesenheit des Menschen. Es ist das die der gewaltigen Ausdehnung der Gletscher vorausgehende Zeit des geschichteten Diluviums, in welcher durch mächtige Wasserfluthen Massen von Geröll und Sand aus den Gebirgen und namentlich aus den Alpen nach den Ebenen und in die grösseren damals schon vorhandenen Flussthäler herabgeführt wurden. Dadurch wurde das Vorgebirgsland bis an die Donau weithin mit einer dicken Decke von Geröll überschüttet.

Diese Geröllschichten bilden die Unterlage, über welche sich in der späteren Diluvialzeit die grossen Gletscher und die mit ihnen zusammenhängenden Eisfelder der Glacialepoche hinschoben.

Wir können uns von der Mächtigkeit dieser Eismassen einen Begriff machen, wenn die Untersuchungen ergeben, dass damals z. B. das ganze Innthal mit einer mehrere tausend Fuss hohen Eismasse ausgefüllt war, die in mächtigen Gletscherströmen die niedrigeren Pässe der Voralpen überschritt, um sich von da aus über die Ebene zu ergiessen. Die Endmoränen dieser das Alpenvorland weithin unter eine Eisdecke hüllenden Gletscher, die sonstigen charakteristischen Erscheinungen der Glacialgebilde haben sich in vielen Theilen des Alpenvorlandes mit Sicherheit nachweisen lassen. So fand Zittel in nächster Nähe von München bei Schäftlarn im Isarthal den einstigen Gletscherboden, aus diluvialer Nagelflue bestehend, von dem darüber hinweggleitenden Eisstrom geglättet und mit jenen aus den Hochalpen bekannten zahllosen Parallelkritzen und Schrammen bedeckt, welche die Gletschergeschiebe auf dem Felsboden, von dem der Gletscher zurückgewichen ist, zu hinterlassen pflegen.

Eingebettet in Niederschläge der Eiszeit finden sich im Alpenvorland relativ zahlreich die Reste jener einst über das ganze nördliche und mittlere Europa verbreiteten charakteristischen Glacialfauna, aus Thierformen zusammengesetzt, welche jetzt theils ausgestorben oder nach den Polargegenden und in das Hochgebirge zurückgewichen sind, theilweise aber noch bis heute ihre damaligen Wohnplätze behaupten. Am wichtigsten und bekanntesten sind unter diesen charakteristischen diluvialen Thieren der Mammuth (*Elephas primigenius* und *Elephas antiquus*) (Tafel 14), das *Rhinoceros* (namentlich *Rhinoceros tichorhinus*; einen etwas südlicheren Verbreitungsbezirk hatten wie es scheint die beiden anderen diluvialen Arten *Rh. leptorhinus* und *Rh. Merkii*), das Rennthier (*Tarandus rangifer*), das Pferd (*Equus spelaeus*), der Riesenhirsch (*Megaceros hibernicus*), das Elenthier, der Elch (*Cervus alces*), der Edelhirsch (*Cervus elaphus*), dann neben den gewaltigen Ochsenarten des Büffel, Bison, Wisent (*Bison europaeus*) und



Tafel 14.
1. Backenzahn des *Elephas antiquus*. 2. Backenzahn des Mammuth, *Elephas primigenius*. 3. Backenzahn des *Elephas africanus*. 4. Kopf des Höhlenbären. 5. Unterkiefer des Höhlenbären als Haubeil der Höhlenmenschen.

des Ur oder Urochsen (*Bos primigenius*) der schafähnliche kleine, heute nur noch auf einen polaren Verbreitungsbezirk angewiesene Moschusochse (*Ovibos moschatus*), ausserdem Steinbock (*Capra ibex*) und Gemse (*Capella rupicapra*). Die Reste der gewaltigen Raubthiere der Diluvial-Epoche: des Höhlenbären (*Ursus spelaeus*) (Tafel 14), des Höhlenlöwen (*Felis spelaea*) und der Höhlenhyäne (*Hyaena spelaea*) mit Vielfrass (*Gulo europaeus*), Wolf (*Canis lupus*), Fuchs (*Canis vulpes* und *C. lagopus*, der Eisfuchs, die sich namentlich in den Höhlen des fränkischen Jura u. a. v. a. O. mit den obengenannten Thierformen häufig gefunden haben, sind bis jetzt in dem Alpendiluvium selten nachgewiesen worden. Eine besondere Beachtung verdienen hier die Reste kleiner Nagethiere und Vögel, die sich vielfach in Höhlen finden.

Die prähistorischen Forschungen haben mit aller Sicherheit ergeben, dass in Mittel-Europa der Mensch an verschiedenen Stellen mit der Diluvialfauna zusammen gelebt, sie bekämpft und getödtet, von ihrem Fleisch gegessen, ihre Röhrenknochen gespalten hat, um das als Nahrung hochgeschätzte Knochenmark zu gewinnen.

Bis jetzt ist die Verbreitung der Diluvialfauna im eigentlichen Alpengebiet noch in sehr geringer Ausdehnung erforscht, die Gleichzeitigkeit des Menschen mit diesen Giganten der Vorzeit ist hier noch nicht nachgewiesen.

Schon an dieser Stelle, an der äussersten Grenze der Menschenepoche hat daher die anthropologische Forschung im Alpengebiet einzusetzen. Aus dem Boden, aus Höhlen, Mooren und Brüchen sind diese wissenschaftlichen Schätze aus der ältesten Vorzeit, in welche der Mensch hereinragt, zu heben. Sie offenbaren sich nicht dem Auge des flüchtig Vorüberreisenden. Hier gilt es zu fragen, zu erkunden. Die Landleute kennen im Allgemeinen die Knochen der Hausthiere und der gewöhnlichen Jagdthiere sehr genau. Man hat danach zu forschen, ob bei neuen Feld- und Wegbauten, beim Torfgraben und Roden von Bäumen, in Sand- und Kiesgruben, überhaupt bei allen Arbeiten, wobei tiefer in den Boden eingedrungen wird, unbekannte oder vielleicht menschliche Knochen gefunden wurden. Dann beginnt die eigene Untersuchung: ob an dem

Ort, an welchem solche Knochen zu Tage gebracht worden, noch mehrere liegen, ob irgend etwas, etwa ein Geräth irgend welcher Art, oder nur Kohle, Topfscherben etc. auf die einstige Anwesenheit des Menschen an dieser Stelle hindeuten. Dann wäre die Beschaffenheit des Bodens, in welchem der Fund gemacht wurde, festzustellen, sowie die der darüber gelagerten Schichten, die Mächtigkeit der einzelnen Erdlagen, die Tiefe der Fundstelle zu bestimmen.

Aber vor allem kommt es darauf an, die Fundobjecte selbst zu sammeln und für eine wissenschaftliche Bestimmung zu conserviren. Namentlich darf dem Sammler Nichts zu gering erscheinen, was etwa neben den Resten diluvialer Thiere auf den Menschen hinweisen könnte; jedes Kohlenstückchen, jeder, auch der unscheinbarste Scherben, jedes kleinste möglicherweise von Menschenhand zugeschlagene Steinstückchen fordert Beachtung und kann dem Fund einen unberechenbaren Werth verleihen.

Aus den bisherigen urgeschichtlichen Beobachtungen geht hervor, dass der Mensch, als er in Mittel-Europa das Jagdgebiet mit den diluvialen Thieren theilte, als Wohnstätten mit Vorliebe Höhlen und Felsengrotten benutzte, von denen er mittels angezündeter Feuer die Raubthiere, welche vor ihm ihre Lagerstätte hier aufzuschlagen pflegten, fernzuhalten gelernt hatte. In den Höhlen haben wir die bisher ältesten Spuren des Menschen in Deutschland und Österreich gefunden, aus einer Zeit stammend, in welcher noch das Mammuth neben dem Rennthier und dem Urochsen die Jagdthiere waren, von denen sich die Menschen wie die Höhlenbären und die anderen diluvialen Raubthiere nährten. Die Höhlenforschungen waren für unsere Kenntnisse über den diluvialen Menschen wichtige Ausgangspunkte, sie haben bisher die gesichertsten Ergebnisse über die älteste Bewohnung Europas durch den Menschen geliefert. Aber fast ausschliesslich beschränken sich bisher unsere Beobachtungen auf die nicht alpinen Höhlengebiete. Dort bildet die Untersuchung der Höhlen, die Ausbeutung ihrer Schätze, wie z. B. in dem bairisch-fränkischen Jura, in der sogenannten fränkischen Schweiz, seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts einen von den Anwohnern geübten

Industriezweig, der namentlich durch die zahlreichen zum Theil in grossen Massen in den Höhlen sich findenden diluvialen Thierknochen ein lohnender wird. An diese Grabungen nach fossilen Thierknochen schlossen sich in neuester Zeit, seitdem sich die Aufmerksamkeit diesen Verhältnissen allgemeiner zugewendet hatte, auch sorgfältige Ausgrabungen an, speciell zum Zweck unternommen, vorgeschichtliche Reste der einstigen menschlichen Bewohnung aufzudecken. Am besten pflegen solche menschliche Überbleibsel ebenso wie die diluvialen Knochen erhalten zu sein, wenn sie in ein Lager fetten, feuchten Thons eingebettet noch von einer zusammenhängenden Kalksinterschicht gedeckt werden. Die Knochen und aus Knochen geschnitzten Werkzeuge kommen aus solchem Bett, in dem sie seit Jahrtausenden gelegen haben mögen, oft in einem wunderbar frischen Erhaltungszustand hervor.

Aber keineswegs ist die Kalksinterdecke ein absolutes Erforderniss der Conservirung animalischer Stoffe. Es genügt dazu jede halbfeuchte lehmige Erdschichte. Auch im trockenen Boden und im Geröll können sich urgeschichtliche Reste, wenn auch zum Theil nicht in dem gleichen Zustand der Frische und Festigkeit, aber immerhin so gut erhalten, dass sie für wissenschaftliche Zwecke verwerthbar sind.

Es ist ein altes aber gewiss unbegründetes Vorurtheil, dass nur die Höhlen der eigentlichen Höhlengebiete, wie der Juraformationen, eine anthropologische Ausbeute versprechen. Auch in diesen Höhlengegenden fanden sich die reichsten anthropologischen Fundstellen, nicht sowohl in der Tiefe jener unterirdischen Tropfsteindome, welche die staunende Bewunderung des Reisenden erwecken, höchstens in den luftigen Vorhallen derselben, sonst aber in Grotten und kleineren, offeneren Höhlungen oder da, wo ein vorspringender Fels ein schützendes Dach bildet und zwar meist in der Nähe von Quellen und Bächen, die den Höhlenbewohnern Wasser und Fische als Trank und Nahrung darboten. (Tafel 15).

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass sich die bis jetzt noch vollkommen fehlenden Spuren der ältesten, aber wahrscheinlich der Zeit nach späteren Ansiedelungen im Hochgebirge ebenfalls an solchen Orten vorfinden werden, wo Felsen

Tafel 15.

Das Kesslerloch bei Thayingen zwischen Constanz und Schaffhausen, eine der reichsten Höhlenfundstellen der Schweiz.

einen natürlichen Schutz gegen die Unbilden des Wetters gewährten, und wo Wald und Weidegründe für Jagdwild und Forellenbäche anziehende Wohnplätze versprachen für einen Stamm von Fischern und Jägern.

Aber die Augen sind für solche Reste der Vorzeit unter der Alpenbevölkerung noch in keiner Weise geschärft, die Möglichkeit des Gewinns weist sie nicht auf derartige Beobachtungen hin, da den geognostischen Verhältnissen nach grössere Höhlen und namentlich eigentliche Knochenhöhlen im Hochgebirge fehlen müssen. Hier hätte also der Forscher selbst nach den ersten Aufschlüssen zu suchen.

Die Aufgabe des Reisenden würde zunächst in dieser Hinsicht darin bestehen, nach wohnlichen Grotten und Höhlungen zu forschen, welche durch ihre Lage in der Nähe von trinkbarem und fischreichem Wasser und durch Erfüllung der anderen nothwendigen Vorbedingungen zu Erhaltung des Menschen sich zu primitiven Wohnplätzen geeignet erweisen. Bei der Beurtheilung der Wohnlichkeit kommt vor allem die Form der Grotte, die Art ihrer Zugänglichkeit in Betracht. Übrigens konnte constatirt werden, dass Höhlen und Grotten, deren Eingang jetzt hoch und schwer zugänglich über dem Fluss- oder Bachbett liegt, in jener Zeit, als der Mensch mit den diluvialen Thieren die betreffende Gegend bewohnte, noch näher am Wasserspiegel gelegen haben und dass erst im späteren Zeitverlauf das Wasser sein Bett bis zur jetzigen Tiefe eingeschnitten hat.

Es wäre schon eine dankbare Aufgabe, die im angegebenen Sinne „bewohnbaren" Felsengrotten und Höhlen des Hochgebirges auszukunden und durch Einzeichnung in die Generalstabskarten und durch sonstige genaue Angaben über ihre Lage einer wissenschaftlichen Untersuchung zugänglich zu machen. Doch sollte man es nicht unterlassen, sofort schon sichere Anhaltspunkte zu suchen, ob die neu aufgefundene »Felsenwohnung« einmal wirklich vom Menschen bewohnt war oder nicht. Die erste Entscheidung darüber ist keineswegs schwer und erfordert meist nur relativ geringen Aufwand von Zeit und Mühe. Gewöhnlich findet sich in einst bewohnten Höhlen als oberste Schicht des Höhlenbodens Geröll, unter diesem manch-

mal noch eine Tropfstein- d. h. Kalksinterlage, welche die sogenannte Culturschicht, d. h. jene Erdlage bedeckt, welche mehr oder weniger zahlreich Gegenstände vom Menschen herstammend enthält.

Die wichtigsten Anzeigen von der einstigen Anwesenheit des Menschen sind alterthümliche rohe Topfscherben. Diese Topfscherben entsprechen für den anthropologischen Forscher in Beziehung auf die Urgeschichte den Leitfossilien der Geognosten. Die anthropologische Archäologie ist im Stande, aus kleinsten Scherbenstückchen meist mit unanfechtbarer Gewissheit allgemeine Schlüsse über die historische, resp. vorhistorische Zeitstellung des betreffenden Fundes zu machen.

Die ältesten Topfscherben sind meist mehr oder weniger roh aus freier Hand ohne Verwendung der Töpferscheibe gearbeitet. Die Dicke der Scherben ist meist bedeutend, sie beträgt manchmal 1 cm und noch darüber. Charakteristisch für die alterthümlichste Herstellung der Thongeschirre ist eine Zumischung von Quarzsand oder noch häufiger von kleinsten künstlich — z. B. durch Schrecken der erhitzten Steine in Wasser — hergestellten eckigen Gesteinsfragmentchen von Quarz oder manchmal Feldspath, durch deren Beimischung der mangelhaft geformte und nur schwach gebrannte, dabei aber doch oft grosse Topf eine bedeutendere Widerstandsfähigkeit gegen das Zerbrechen erhielt. Manche der in fränkischen Höhlen gefundenen alterthümlichen Scherben sind jedoch von feinerem Thon hergestellt und, trotzdem dass auch bei ihnen keine Drehscheibe zur Anwendung kam, gut geglättet und oft von ansprechender Form.

Vielfältig sind die Höhlenscherben schwarz, entweder auf der einen oder auf beiden Seiten. In mehreren Höhlen namentlich des Donaugebiets hat man Scherben mit Graphit geschwärzter Geschirre gefunden. Gewöhnlich ist aber der schwarze Farbstoff nur Kohle oder Russ und die Scherben brennen sich dann in einem stärkeren Feuer roth. Die Scherben der prähistorischen Zeit sind unglasirt, glasirte Scherben sind Zeichen einer meist vollkommen neuen Periode.

Den Formen nach waren die Höhlengeschirre Töpfe, höhere

und seichtere Schüsseln und Schalen und nach Fraas' Beobachtung wohl auch ganz flache pfannenartige Gefässe.

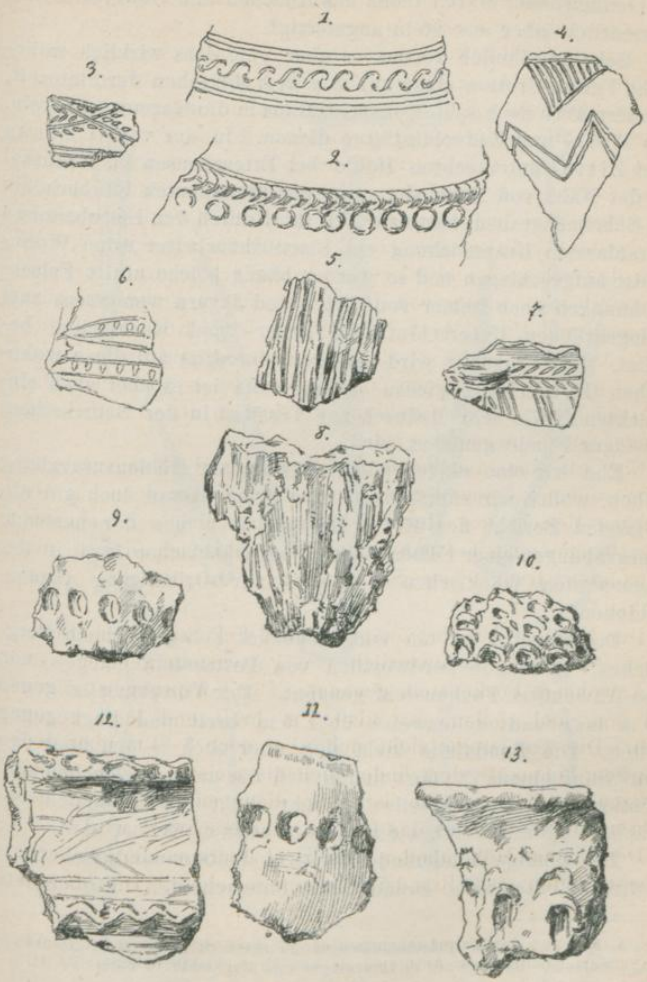
Häufig war die Wand des Geschirrs mit Ornamenten, diese freilich meist von der allerprimitivsten Natur, geschmückt. (Tafel 16). Es finden sich Schmuck-Eindrücke verschiedener Art mit den Fingerspitzen und Fingernägeln hergestellt; andere Ornamente sind mit Holzstäbchen und, z. B. Ringe, mit Röhrchen aus Knochen, Schilf oder Holz eingedrückt, eingeritzt oder ausgestochen. Sehr gewöhnlich erinnern die Ornamentverzierungen an Flechtwerk oder Gewebe. Nicht selten finden sich bei den besser gearbeiteten Geschirren dieser Art die eingetieften Rinnen- und Linienverzierungen künstlich mit einer weissen kalkartigen Masse, die sich von dem schwarzen Geschirr geschmackvoll abhebt, ausgefüllt. Nach solchen Geschirrtrümmern ist in der Culturschicht vor allem zu forschen, das kleinste Stückchen kann hier schon werthvolle Aufschlüsse ertheilen.

Neben den Geschirrresten finden sich in der Culturschichte Kohlen und Asche, durch Feuer geschwärzte Steine, angebrannte und zerbrochene Knochen, oft kunstgerecht aufgeschlagen, um das Mark zu gewinnen. Die ganze Culturschichte zeigt von der Beimischung der Kohle gewöhnlich ein schwärzliches Aussehen.

Ausserordentlich charakteristisch sind unter den Überbleibseln der ältesten Höhlenbewohner von Menschenhand zugeschlagene oder wenigstens zerschlagene Splitter und Bruchstücke von Feuerstein oder einem dem Feuerstein analogen Steinmaterial, z. B. Hornstein u. a. (s. Tafel 2).

Die Anwesenheit solcher alten Menschenspuren in einer ehemals bewohnten Höhle gelingt nach Wegräumung des oberflächlichen von der Höhlendecke durch Verwitterung herabgefallenen Gerölls und Schuttes oft schon durch Nachgraben mit einem Handschäufelchen, einem sogenannten Pflanzenstecher oder dem Handbeil; eine grössere Schaufel und Spitzhaue werden für ausgiebigere Nachgrabungen in vielen Fällen aus der Nachbarschaft leicht zu beschaffen sein.

Die Messer zum Schneiden und Schaben, die Hammer und Schlaginstrumente, die Pfeil- und Lanzenspitzen der ältesten



Tafel 16.
Ornamentirte Topfscherben aus bairischen Höhlen, theils aus der Höhle bei Breitenwien (1—4; 6; 7), theils aus dem Hasenloch bei Pottenstein.

Höhlenbewohner waren theils aus Knochen und Geweihstücken, namentlich aber aus Stein angefertigt.

Sehr gewöhnlich kommt es aber vor, dass wirklich wohnliche Felsen-Grotten nicht nur von dem Menschen der Steinzeit, sondern auch noch später, manchmal bis in die Gegenwart herein, als Wohn- und Zufluchtsstätten dienen. In der von O. Fraas und Zittel untersuchten Höhle bei Etterzhausen im Naabthal in der Nähe von Regensburg, in der sogenannten Räuberhöhle im Schelmengraben, hatte zur Zeit ihrer durch den Eisenbahnbau veranlassten Untersuchung ein Eisenbahnarbeiter seine Wohnstätte aufgeschlagen und so werden häufig solche uralte Felsenwohnungen noch immer von Hirten und Jägern wenigstens zum gelegentlichen Unterschluf, als Feuer- und Kochstellen benützt. Der Forscher wird dadurch einerseits auf diese wohnlichen Grotten hingewiesen, andererseits ist es aber auch einleuchtend, wie sehr dadurch zur Vorsicht in der Beurtheilung etwaiger Funde gemahnt wird.

Ehe wir eine eingehende Anleitung zur Höhlenausgrabung geben, wollen wir zuerst einen trotz seiner Kürze doch gut abgefassten Bericht des Herrn Hösch über eine der neuesten Ausgrabungen einer Felsenwohnung im fränkischen Jura, in der sogenannten fränkischen Schweiz, zur Orientirung vorausschicken*).

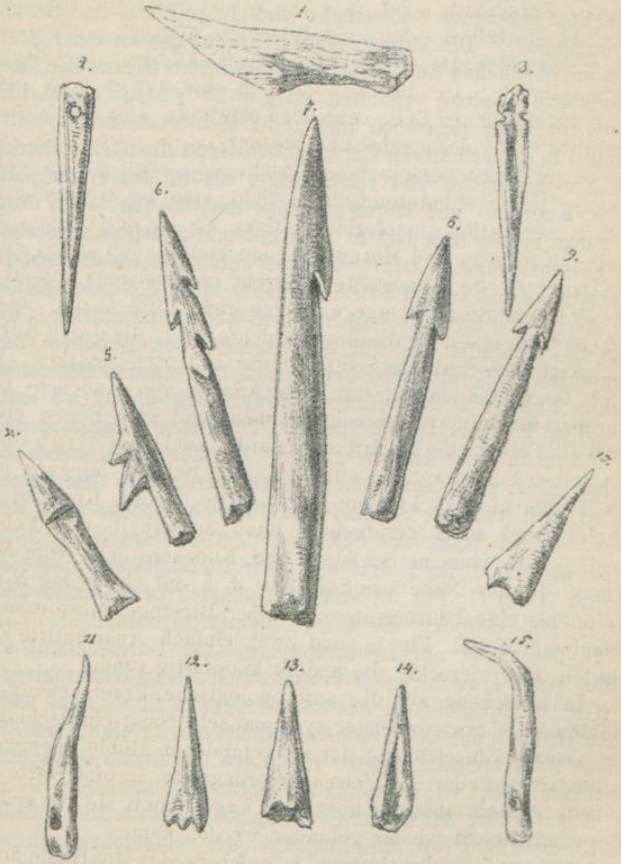
Der Fundort ist ein vorspringender Fels auf einem Bergrücken, 1/4 Stunde nordwestlich von Pottenstein gelegen, von den Anwohnern Fockenstein genannt. Der Vorsprung ist gegen 20 m lang und stellenweise über 5 m breit und liegt gegen Osten. Die Fundstelle zieht sich aber noch 3—4 m über den Vorsprung hinaus**), dort finden sich die meisten Knochen und Werkzeuge. Diese Stelle ist sehr dicht mit Gesträuch bewachsen, durch welches das Graben sehr erschwert wird.

Der lehmige Höhlenboden lässt zwei übereinander gelagerte Culturschichten resp. Brandstätten unterscheiden. Die oberste

---

*) J. Ranke, die Felsenwohnungen der jüngeren Steinzeit in der fränkischen Schweiz. Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Baierns. Bd. III. Heft 3. 4.

**) Es ist das eine sehr gewöhnliche und bei Ausgrabungen sehr zu beachtende Erscheinung.



Tafel 17.
Knochenwerkzeuge und Waffen aus dem Fockenstein bei Pottenstein. 1. Lederschneidmesser. 2. 3. Nähnadeln. 11. 15. Grössere Flechtnadeln. 7. Häkelnadel oder Harpune. 4. 5. 6. 8. 9. 10. 12. 13. 14. Pfeil- und Harpunenspitzen.

jüngere Brandstätte liegt zwischen 20 und 35 cm tief, es fanden sich in derselben viele zerschlagene Knochen, besser und schlechter gebrannte Gefässtücke und einige Eisen- und Bronzegegenstände*). Die Bronze fand sich aber nur an einer Stelle ganz am nördlichen Ende nahe der Felswand. Die zweite ältere Brandstätte, welche erheblich stärker ist als die erste, liegt 40—60 cm unter derselben und zieht sich auch etwas weiter hinaus. In dieser unteren Culturschichte sind die Gefässcherben und Knochenstücke viel reichhaltiger als in der ersten. Die Stein-, Knochen- und Hornwerkzeuge und Waffen lagen durch die ganze zweite Brandstätte zerstreut und meistens ausserhalb des Felsvorsprungs. Dagegen lagen unter diesem die meisten Urnenstücke und auch die Brandschichte, d. h. die durch Kohlen und Asche geschwärzte Schichte, war bedeutend stärker. Von allen Gegenständen lag nur eine Anzahl von Knochen- oder Hornperlen einigermaassen beisammen, und zwar neben einem starken Felsblock. Neuerdings wurde auch ein Grab unter demselben Felsvorsprung gefunden. Der Schädel lag ganz nahe am Felsen in einer kleinen Nische. Die übrigen Knochen des Skelets sind ganz zerbrochen; auch ausserhalb des Felsens fanden sich einzelne Schädel- und Knochenstücke vom Menschen. In der Nähe des Schädels, d. h. im Grabe lag Nichts weiter als eine Lanzenspitze aus einer Hirschgeweihsprosse geschnitzt (Tafel 17, Fig. 9), und zwei einfach ornamentirte Zierplatten, eine viereckig die andere knopfartig rund.

In Beziehung auf die anthropologische Untersuchung von Höhlen wäre etwa folgender systematische Gang einzuschlagen:

Genaue Einzeichnung der neugefundenen Höhle oder wohnlichen Grotte oder des Felsenvorsprungs etc. in eine Karte und genaue Aufschreibungen über ihre Lage, damit sie von spätern Besuchern leicht wieder gefunden werden kann.

Angabe über das Gestein, in welchem sich die Höhle findet.

Untersuchung ob der Eingang oder vielleicht auch das Innere der Höhle künstlich, etwa durch Feuer, erweitert erscheint.

Planaufnahme der Höhle und ihres Eingangs, Ausmessung

*) Theils mittelalterliche Gegenstände, theils Reste aus vorrömischer Zeit.

ihrer Dimensionen, Orientirung der Höhle und ihres Eingangs, Angaben über ihre Zugänglichkeit und der Lage zum nächsten Wasser.

Untersuchung des Höhlenbodens, ob aus nacktem Fels, Erd- oder Lehmschichten bestehend, ob Kalksinterbildungen oder Tropfstein vorhanden ist.

Aufsuchen der Culturschichte. Es ist dabei darauf zu achten, ob die den Höhlenboden bildenden Lehm- oder Erdschichten ihrer ganzen Dicke nach gleichartig sind, oder ob sich verschiedenartige Schichten unterscheiden lassen. Findet sich eine Brandstätte oder Culturschichte mit Kohle, Asche, Topfscherben, zerspaltenen Knochen, Feuersteinsplittern etc., so sind auch die tieferen Erdschichten noch zu untersuchen nach einer oder mehreren tiefer gelegenen Brandstätten oder nach Schichten, die vom Menschen vollkommen ungestört sind, in welchen man in den Höhlen des Jura die Mehrzahl der Knochen der diluvialen Säugethiere (namentlich des Höhlenbär) zu finden pflegt. Es ist sorgfältig darauf zu achten, ob nicht auch in solchen tiefsten Schichten noch Kohlen oder andere Menschenspuren sich erkennen lassen.

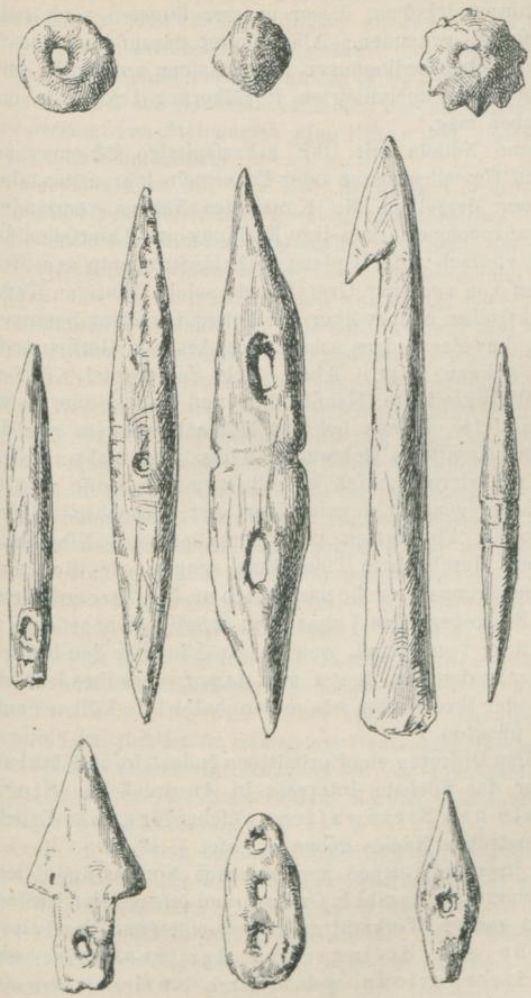
Um eine Höhle oder Grotte etc. vollkommen auszugraben, wird zuerst am Eingang ein verticaler Einstich durch die Erdschichten bis auf den gewachsenen Felsen gemacht, sowohl um eine klare Ansicht, einen „Aufschluss" der Schichtenfolge des Höhlenbodens zu gewinnen, als um die Tiefenlage der Culturschichte oder, wenn mehrere vorhanden, dieser übereinander liegenden Culturschichten genau festzustellen. Wenn die Höhle hoch genug ist, um gut darin arbeiten zu können, räumt man die erste horizontale Schichte vollkommen aus, ehe man die nächste berührt, um die in den verschiedenen zeitlich aufeinander folgenden Culturschichten vorhandenen Objecte nicht mit einander zu vermengen. Das ausgegrabene Material muss sofort bei gutem Licht auf etwaige Fundgegenstände genau untersucht werden. Jeder, auch der kleinste Knochen, Feuerstein- oder Topfsplitter, jedes, auch das unkenntlichste und unscheinbarste Metallstück muss sorgfältig aufbewahrt werden. Die Fundgegenstände je einer horizontalen resp. Culturschichte müssen sorgfältig zusammen verpackt und mit genauer Bezeich-

nung der Fundschichte und ihrer sonstigen Lage in der Höhle versehen werden. Nur wenn die Höhle nicht hoch genug ist, hat man in verticalen Schichten Erde und Lehm bis auf den Fels auszustechen, die Fundgegenstände aber auch hier sofort nach der horizontalen Schichtung zu trennen, zu bezeichnen und zu verpacken. Unter etwaigen Deckschichten von Tropfstein liegen oft die werthvollsten Funde, erstere müssen daher durchschlagen oder gesprengt und dann die untergelagerten Schichten in der eben angegebenen Weise untersucht werden.

Die diluvialen Knochen und Zähne von Thieren, welche die Höhlenausgrabungen liefern, so wie die höchst seltenen und wissenschaftlich unschätzbar werthvollen Skeletreste vom Menschen und die aus Knochen und Geweihstücken geschnitzten Werkzeuge und Waffen zersplittern und zerbröckeln sehr häufig beim Trocknen. Man muss, um das zu vermeiden, derartiges bröckeliges Knochenmaterial sehr allmählich trocken werden lassen und von Zeit zu Zeit mit heisser dünnflüssiger Leimlösung durchtränken. Sehr zerbrechliche Knochen reinigt man zuerst nicht von der umgebenden fester anhaftenden Erde, sondern durchtränkt sie vorher sammt den anhaftenden Erdresten, mit denen sie aus dem Boden genommen wurden, mehrmals mit Leimlösung. Nach dem Trocknen gelingt dann das Herausschälen der Knochen mit geringerer Gefahr des Zerbrechens, doch muss auch dann noch möglichste Vorsicht angewendet werden.

Das Reinigen der Knochen und namentlich der Knochen- und Hornwerkzeuge und angeschnitzten Knochen von trocken anhaftenden Erdresten wird am besten mit einer feinen Bürste, Zahn- oder Nagelbürste, vorgenommen, jedenfalls darf unter keinen Umständen mit einem Messer oder anderem scharfen Instrument daran geschabt oder gekratzt werden. Jedes Zeichen, dass in letzterer Weise in moderner Zeit an den alten Knochen mit schneidenden Instrumenten gearbeitet worden sei, macht etwaige Spuren alterthümlicher Bearbeitung verdächtig und ein vielleicht sonst Ausschlag gebendes Object werthlos. —

Die Geweih- und Knochenwerkzeuge und Waffen der alten Höhlenbewohner Mittel-Europas, ihre Töpfereireste und Stein-



Tafel 18.

Werkzeuge der Höhlenbewohner zum Weben und Spinnen, meist aus Hirschhorn und Knochen geschnitzt, aus dem Fockenstein bei Pottenstein.

Obere Reihe (wie in den folgenden von links nach rechts gezählt): 1. 2. 3. Spinnwirtel. 4 aus Hirschhorn, 2 und 3 aus Thon. Zweite Reihe: 4 breite Flechtnadel. 5. Weberschiffchen. 6. Weberschiffchen. 7. Häkelnadel. 8. Rundes Weberschiffchen. Dritte Reihe: 9. Pfeilförmiges Weberschiffchen. 10. Knochenplatte zum Schnurdrehen dreifach durchbohrt. 11. Kleines Weberschiffchen.

artefacte lassen deutlich einen wenn auch langsamen Fortschritt in der Culturentwickelung dieser unserer ältesten noch halbwilden Vorfahren erkennen. Alles deutet darauf hin, dass in den äusseren Lebensbedingungen ihre Existenz anfänglich etwa jener der heutigen uncivilisirten Bevölkerung Grönlands entsprochen haben mag.

Knöcherne Nadeln mit Öhr, scharfspitzige Pfriemen aus Knochen und Geweihsprossen oder Feuerstein lehren uns, dass die Bewohner derselben die Kunst des Nähens verstanden. Man pflegt anzunehmen, dass ihre Kleidung aus Thierfellen bestand. Die vielfach aufgefundenen Schabinstrumente aus Stein und Knochen von analoger Gestalt, wie solche heutigen Tages noch die arktischen Naturvölker zur Fellezubereitung benutzen, scheinen zu beweisen, dass schon eine Art von Gerbeprocess der Häute bekannt war. Aber auch Spinnwirtel, Weberschiffchen, Webegewichte, Häkelnadeln und Nadeln zum Netzestricken (Tafel 18), kamen bei den Höhlenbewohnern vor der Kenntniss der Metalle in Gebrauch, so dass man nicht zweifeln kann, dass sie erlernten, sich in selbstgewebte Stoffe zu kleiden. Schmuckgegenstände primitiver Art, Knochen-, Horn- und Thonperlen, Zierplatten und Zierknöpfe aus Hirschhorn und Knochen, durchbohrte Thierzähne zeugen wie die primitiven Ornamentirungsversuche namentlich an den Thongeschirren von einem Bestreben, das Leben sich möglichst angenehm zu machen. Stücke von Röthel, welche man häufig in den Höhlenwohnungen gefunden hat, deutet man darauf, dass ihre Insassen sich selbst oder ihre Waffen wie andere halbwilde Völker damit zu bemalen pflegten.

Unter allen Objecten einer primitiven Industrie und Technik nehmen aber das höchste Interesse in Anspruch die Steininstrumente und Steinwaffen, welche der ganzen Epoche den archäologischen Namen geben. (Tafel 4, 19, 20.)

In dem feuersteinreichen germanischen Norden findet man in erstaunlich grosser Anzahl in Gräbern und offenen Fundplätzen manchmal in ganzen Werkstätten zusammenliegend bearbeitete Feuersteine und Steingeräthe der neolithischen, jüngeren Steinperiode, welche durch ihre Gestalt ihre einstige Benutzbarkeit zu technischen Zwecken beweisen. Die Äxte

und Hämmer, Meissel, Hobel und Sägen aus Feuerstein können noch heute zu den Zwecken dienen, zu welchen sie die Männer der Steinzeit benutzten. Es gelingt, mit Steinäxten Baumstämme von ansehnlicher Dicke zu fällen, sie zuzurichten und v. Schested auf Bornholm, Fühnen, hat mit ausschliesslicher Verwendung von Steingeräth eine Hütte und einfaches Hausgeräth herstellen lassen.

Wir verstehen es, wie sich in jenen Gegenden, welche einen grösseren Reichthum an Feuerstein besitzen, auf Grund des Feuersteins als Culturbasis, ähnlich wie heute auf der Culturbasis des Eisens, jene höhere Culturentwickelung ausbilden konnte, die wir im germanischen Norden als noch im Verlauf der Steinzeit, wenn auch erst nach der Periode des Rennthiers und der diluvialen Säugethiere eingetreten nachweisen können.

An diesen nordischen, der jüngeren Steinperiode zugehörenden Feuerstein-Werkzeugen und -Waffen lässt sich das alterthümliche Princip der Steinbearbeitung sehr vollkommen erkennen. Man verstand es, den Feuersteinknollen durch Zuschlagen die gewünschte passende Gestalt zuerst im Rohen zu geben. Durch kleine nach einem bestimmten System gerichtete Schläge wurde dann das rohe Stück weiter zugerichtet und entweder vollendet oder es wurde demselben z. B. wenn eine Feuersteinaxt hergestellt werden sollte, noch durch Schleifen eine höhere Verwendbarkeit ertheilt. (Tafel 4, Fig. 3. 4. 5.)

Derartige feiner bearbeitete Feuerstein-Instrumente finden sich diesseits der Donau nur in äusserst geringer Anzahl und noch niemals ist, so viel bisher bekannt, ein geschliffenes Feuerstein-Instrument im Süden von Deutschland gefunden worden. Sonst stimmen im Allgemeinen die Feuersteinartefacte unserer Gegenden mit den aus dem Norden bekannten Formen derartiger Objecte überein.

Auch im Norden spielte neben den feiner geschlagenen oder gar geschliffenen Feuerstein-Gegenständen der rohgespaltene Feuersteinsplitter, das Feuersteinmesser (Tafel 2, Fig 1. 2. 3) eine hervorragende Rolle. Diese Form ist es, welche in unseren Gegenden fast alle anderen Formen von Stein-Instrumenten ersetzen musste. Für ihre Herstellung mussten an dem Feuersteinknollen zuerst möglichst glatte Flächen und

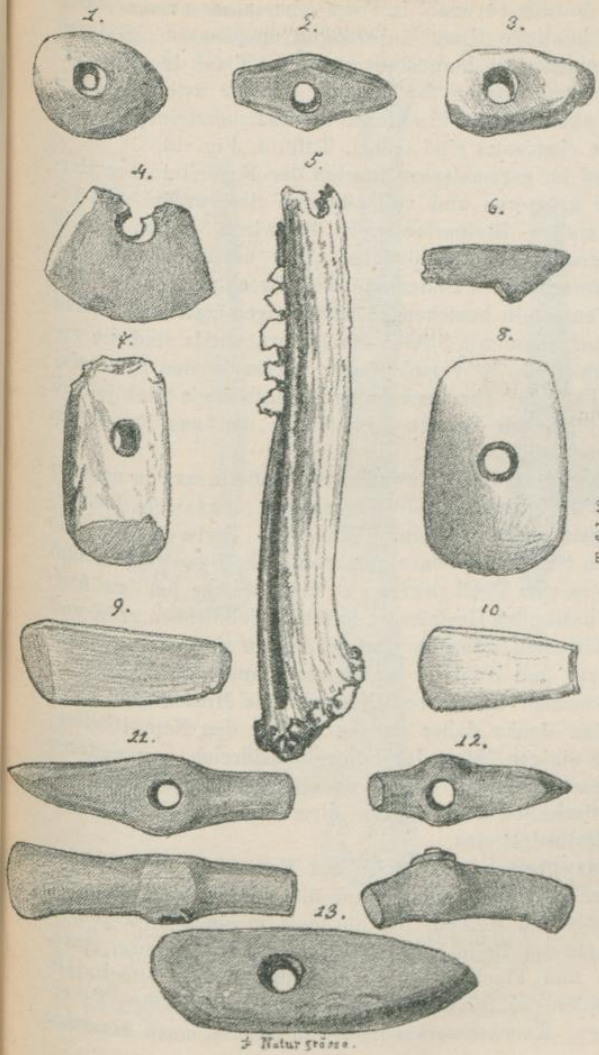
Längskanten hergestellt werden. Diese letzteren wurden sodann durch einen einzigen Schlag oder Druck im Ganzen abgesprengt. Dadurch entstanden je nach der Grösse des Stücks von dem sie abgeschlagen wurden — dem Kernstück oder Nucleus (Tafel 2, Fig. 4.) — mehr oder weniger lange, oft etwas auf die Fläche gekrümmte, je nach der Bildung der Kante auf der einen Breitfläche dreiseitige oder mehrseitige, auf der anderen glatte, an beiden Enden spitzzugehende Splitter mit doppelter scharfer Schneide, vortrefflich zum Schneiden und Schnitzen geeignet. Die Elasticität des Feuersteins veranlasst es, dass an der Stelle, an welcher der Schlag zum Absprengen auf die ehemalige Kante des Nucleus geführt wurde, an dem Messer eine wulstige Verdickung, ein Schlagknollen, entsteht, welcher meist als ein gutes Criterium dafür angesehen werden darf, dass der Splitter wirklich durch mechanischen Schlag oder Stoss (was freilich immerhin den Menschen auch nicht absolut nothwendig als Verfertiger voraussetzen lässt) und nicht etwa durch freiwillige zufällige Zersplitterung abgesprengt worden ist. (Tafel 2, Fig. 5).

Einige grössere wohlgeformte derartige Feuerstein- resp. Hornsteinmesser in unseren Gegenden gefunden, beweisen, dass auch hier die Kunst des Messerschlagens bekannt und geübt war und dass die gewöhnliche mangelhafte Ausbildung der Feuersteinklingen nur auf die Geringfügigkeit des zu Gebote stehenden Materials zurückgeführt werden darf.

Übrigens finden sich solche Feuersteinmesserchen, Splitter und Schaber auch in den südlich der Donau gelegenen Höhlen oft in erstaunlicher Masse. In der oben erwähnten Ausgrabung der Höhle am Schelmengraben wurden 2000 relativ besser geschlagene Feuersteinsplitter gesammelt, während dabei die ganz unregelmässigen „Abfälle“ unbeachtet blieben.

Finden sich Feuersteinsplitter in oder in nächster Nähe des Eingangs von Höhlen, so können unter Umständen sie allein schon die einstige Bewohnung durch den Menschen beweisen, namentlich in Gegenden, in denen der Feuerstein selten ist und an den betreffenden Fundplatz von anderen Orten, vielleicht von weit her, gebracht werden musste.

Um die kleinen Feuersteinsplitter zu gefährlicheren Waffen



Tafel 19.

Steingeräthe und Waffen der neolithischen Periode, bis auf 5 nicht aus Feuerstein gearbeitet. 1. 2. 3. 11. 12. 13. nach Lindenschmit. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10 im rechtsrheinischen Baiern gefunden. 1. Abgerollter Kiesel aus dem Bremischen. 2. Schwarzer Probirstein gef. bei Ülzen. 3. Thoniger Hornstein gef. bei Aalen. 4. Steinhaue, Ackerbauwerkzeug aus dem Fockenstein bei Pottenstein. 5. Feuersteinschwert (Säge) aus Hirschhorn mit eingesetzter Feuersteinklinge gef. bei Aschaffenburg. 6. Lederschneidmesser aus Schiefer aus dem Fockenstein bei Pottenstein. 7. 8. Steinhauen, Ackerbaugeräthe, 7 aus quarzitischem Schiefer gef. bei Nördlingen, 8 aus Diabas gef. bei Etterzhausen — Regensburg. 9. Meissel aus chloritischem Schiefer gef. bei Stockstadt am Main. 10. Keil aus Diorit gef. bei Nördlingen. 11. Zwei Ansichten einer Steinaxt aus polirtem Grünstein gef. bei Oldenburg. 12. Zwei Ansichten einer Steinaxt aus Serpentin gef. in der Lippe. 13. Schwerer Steinhammer aus Hornblendeschiefer gef. bei Mainz.

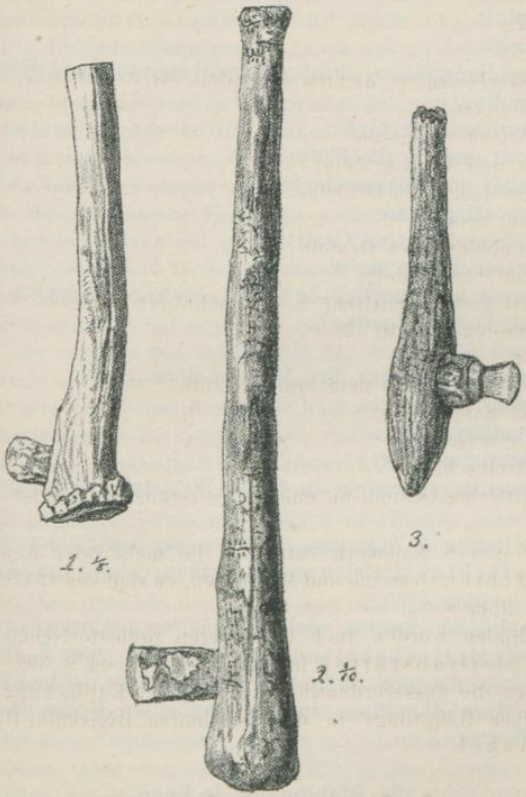
zu machen, wurden sie wohl in Form einer zusammengesetzten Steinklinge in dicke Hirschhornstangen eingelassen, wodurch eine Art Steinschwert hergestellt wurde. (Tafel 19, Fig. 5). Im germanischen Norden fanden sich analoge zweischneidige Pfeilspitzen aus Knochen, in welchen kleine Feuersteinspähnchen als Schneide eingesetzt sind (vergl. Tafel 4, Fig. 10.)

Während im germanischen Norden der Feuerstein zur Herstellung der grösseren und vollendeteren Steinwaffen und Instrumente andere Steinarten weit überwiegt, finden wir in unseren Gegenden andere möglichst zähe, harte und schliffannehmende Gesteinsarten zu dem gleichen Zweck verwendet. Die nicht aus Feuerstein bestehenden axtförmigen Instrumente sind theils zur Aufnahme von Stielen durchbohrt, theils sind die undurchbohrten Keile in verschiedener Weise in den Stiel eingelassen. (Tafel 20) Ihre technische Benutzbarkeit blieb jedoch trotz der ähnlichen Formen weit hinter den aus Feuerstein hergestellten zurück.

Als Material zu den Steinwaffen verwendete man in unseren Gegenden mit Vorliebe hornblendehaltiges, etwas schieferiges, grünlich aussehendes Gestein. Die grüne Farbe ist für die geschliffenen Steininstrumente ausserordentlich gewöhnlich und sie scheint es zum Theil gewesen zu sein, welche bei dem Auffinden der passenden Gesteinsart leitete. Sehr schön grün und dabei am härtesten, zähesten und schärfsten sind die Steinäxte aus Nephrit und Jadeit (und einigen analogen Gesteinen), deren Vorkommen in unseren Gebirgen die Mineralogen nicht kennen. Man denkt daher namentlich bei den Nephritbeilen, die sich in einigen Seen der Schweiz zahlreich, an anderen Orten seltener gefunden haben, an eine Einfuhr aus den bekannten asiatischen Fundplätzen dieses dort noch jetzt geschätzten Halbedelsteins.

Die Hauptformen der nicht aus Feuerstein bestehenden geschliffenen Steininstrumente sind die sogenannten undurchbohrten Keile und Meissel, die übrigens in einen Stiel gefasst auch als Äxte und Beile benutzt wurden, dann Hämmer, Äxte, Spitzhauen und Flachhauen mit durchbohrtem Stielloch. In einigen Höhlen des fränkischen Jura fanden sich neben Feuersteinsplittern, Knochenwerkzeugen und Waffen auch derartige

geschliffene Steininstrumente vor (Tafel 19, Fig. 4. 6), zum Beweis, dass die Kunst des Steinschleifens in den späteren Stadien der Periode der Höhlenwohnungen bekannt war.



Tafel 20.

Geschaftete Steinbeile.

1. Feuersteinbeil mit Hirschgeweih-Stiel, Fundort Hohes Moor bei Altenwalde, nach S. A. Poppe.

2. Feuersteinbeil mit Holzstiel, Fundort wie bei 1, nach S. A. Poppe.

3. Steinbeil mit doppelter Befestigung in Hirschhorn und Holz wie solche in den schweizerischen Pfahlbauten öfter gefunden wurden.

Nach den Bestimmungen Gümbel's*) wurden für 133 Stück in Baiern gefundener Steininstrumente folgende Gesteinsarten benutzt:

		Stückzahl
1)	Nephrit	3
2)	Eklogit	2
3)	Amphibolschiefer, dichtes Amphibolgestein und Hornblendegneiss	46
4)	Chloritischer Schiefer	17
5)	Diorit und Dioritschiefer	19
6)	Diabas und Diabasschiefer	7
7)	Serpentingestein	15
8)	Topfsteinähnliches Gestein	2
9)	Dichter Thonschiefer	1
10)	Quarzit und quarzitische z. Th. schwarze Schiefer (3) und thoniger Lydit (2)	5
11)	Basalt	7
12)	Sandeisenstein aus dem braunen Jura	1
13)	Bunter Sandstein	1
14)	Thoniges Gestein	1
15)	Wetzsteinschiefer	5
(16)	(Granitisches Gestein an einem „Wetzstein" beobachtet)	1
		133

Die ersten 8 Nummern enthalten die mehr oder weniger grüngefärbten Gesteine und Mineralien, es sind von 133 Stück 111, d. h. über 83%.

Die Höhlen wurden auch in späteren prähistorischen Perioden oft als Grabstätten benutzt, vergl. oben S. 306; wir geben unten die ausserordentlich merkwürdige Entdeckung des Grabes eines Häuptlings in der berühmten Býčiskála-Höhle durch Wankel.

2. Pfahlbauten in Seen.

Hat bisher die Untersuchung von Höhlenwohnungen in dem eigentlichen Alpengebiet noch wenig für die Prähistorie zu ver-

*) J. Ranke, Die vorgeschichtliche Steinzeit im rechtsrheinischen Baiern. Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Baierns. Bd. III. Heft 2.

werthende Resultate zu verzeichnen, so ist dies mit einem anderen hochwichtigen Gegenstand anthropologischer Forschung, mit den sogenannten Pfahlbauten anders. Hier sind es fast ausschliesslich die Seen des Alpengebirgs und -Vorlands, welche die wichtigsten Aufschlüsse ertheilt haben.

Die Höhlenuntersuchungen haben uns zu dem Resultat geführt, dass die Urbewohner unserer Gegenden von einem rohen Zustand, in welchem sie sich ausschliesslich von Jagd und Fischfang nährten, fortgeschritten sind zu Viehzucht und zum Ackerbau, und zwar scheint es fast der Leinbau gewesen zu sein, der von den Höhlenbewohnern zuerst geübt wurde. Die Untersuchung stützt sich bei diesen Schlüssen zunächst auf die Funde von Thierknochen, dann auf Funde von Geräthen zur Wolle- und Flachsbereitung und Weberei, endlich von Mühlsteinen u. a. Die in den Höhlen gefundenen Thierknochen sind in dieser Beziehung von der grössten Bedeutung für die archäologische Schlussfolgerung, da wir nur aus ihnen erfahren, welche Thiere, ob diluviale, ob noch heute lebende Jagdthiere oder gar zahme Hausthiere in jenen fernen Zeiten zur Nahrung gedient haben; waren es Hausthiere, z. B. Ziege, Schaf, Haus-Rind, zahmes Schwein, so ist damit der Bestand der Viehzucht für jene Culturperioden erwiesen. In solchen Betrachtungen liegt der Grund, warum mit so peinlicher Genauigkeit bei Höhlenfunden jeder einzelne Knochen, jedes einzelne Knochenfragment gesammelt und zur Untersuchung bewahrt werden muss.

In jener Periode der Halbcultur, als sich der Mensch nach dem Aussterben und dem Rückzug der diluvialen Säugethiere vom Jägerleben zum Leinbau, zum gesammten Ackerbau und zur Viehzucht durcharbeitete, als seine Waffen und Werkzeuge noch aus geschlagenem Feuerstein, daneben aber auch aus wohlgeschliffenem Steinmaterial, sowie aus Knochen und Hirschhorn bestanden, lebte er nicht nur in Höhlen und Grotten, sondern wir finden ihn seine Wohnstätten auch auf dem freien Lande und in ganz eigenthümlichen Anlagen am Seeufer und selbst innerhalb von Seen und Sümpfen anlegen. Die letzteren Wohnanlagen, die Pfahlbauten, standen auf Pfahlrosten, gestützt von zahlreichen Pfählen, welche zu diesem Zweck in den Seegrund, meist nahe am Ufer eingetrieben wurden. Auf Holz-

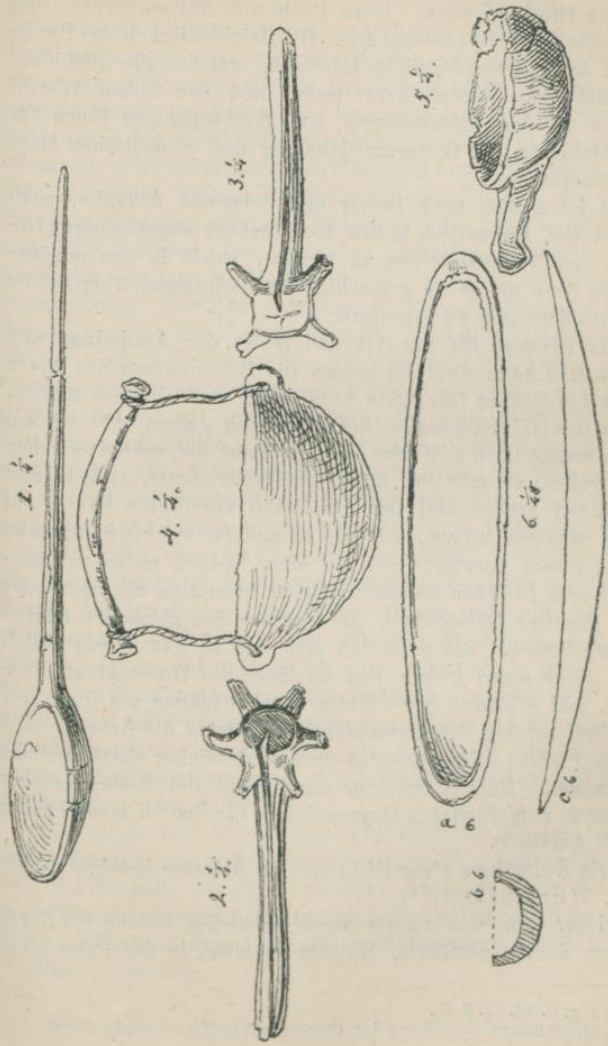
verdecken über Wasser standen die primitiven Hütten der alten Seebewohner (Tafel 5). Es lässt sich aus den Resten, welche von der Bewohnung auf den Seegrund gelangten und hier vom Wasser bedeckt sich zum Theil vortrefflich conservirten, nachweisen, dass einige dieser Wohnstätten von der Steinzeit an bis zu historischen (Römer-)Zeiten herab bewohnt waren.

In manchen der Pfahlbauten hat man nur Gegenstände der Steinzeit, in anderen vorwiegend und sehr vollkommen entwickelt Bronzeobjecte, in anderen neben Bronze oder fast ausschliesslich Eisengeräthschaften gefunden.

Die Hütten, welche die Pfahlroste trugen, waren im Viereck gebaut oder rund, theils aus solideren Holzwänden, theils waren die Wände wie die meisten Hütten, deren Spuren auf dem Lande gefunden wurden, aus Reisiggeflecht mit Lehm verstrichen. Durch Feuer hartgebrannte Reste der Lehmwand wurden mehrfach gefunden, und zeigen noch deutlich die Eindrücke der verbrannten Geäste, welche der Wand als Grundlage dienten.

Die Gegenstände, welche aus einem vorhistorischen Pfahlbau gehoben werden, sind vor allem die öfter ausserordentlich zahlreichen Pfähle und die Pfahlroste, auf denen die Ansiedelung im Wasser stand, neben dem, wie eben bemerkt, hartgebrannten Theil der Lehmwände ihrer Hütten. Aller Haushaltabfall fiel in den See unter den Pfahlrost, dessen Dielen keineswegs fest schlossen, und mancher Gegenstand von Werth musste gelegentlich denselben Weg nehmen. (Tafel 21). Auch Knochenreste der Pfahlbaubewohner selbst, zufällig Ertrunkener oder bei einem kriegerischen Überfall Erschlagener, fanden sich.

Die in den klassischen Pfahlbauten der Schweiz gefundenen Objecte sind so mannigfaltig, dass sie uns ein vollkommen klares Bild von dem Culturzustand, von dem Leben und Treiben der Pfahlbaubewohner entwerfen (vgl. Kap. I. S. 271). Die Conservirung der organischen Stoffe durch das Wasser oder die Humussäuren des Schlammes ist oft eine so vollkommene, dass nicht nur Getreidekörner und Samen aller Art, ja Früchte, die zur Nahrung dienen sollten, erhalten blieben. Man hat neben den Hand-Mühlsteinen auch das grobe an westfälischen Pumpernickel er-



Tafel 21.

Pfahlbauten-Funde aus Holz, aus der Schweiz (Robenhausen), nach F. Keller.
4. Handhabe zum Tragen eines Kochtopfs. 2. 3. Zwei Quirle. 1, 5. Löffel und Schöpflöffel. 6. Kahn, Einbaum.

innernde Brod gefunden. Dann Reste von Netzen, Webe- und Flechtarbeiten verschiedener Art. Die Reichhaltigkeit der Funde erklärt das ausserordentliche Interesse, welches die Pfahlbauuntersuchungen überall hervorriefen und den hohen Werth, welchen die Alterthumsforscher und Anthropologen ihnen für die Geschichte der Culturentwickelung des europäischen Menschen zuerkennen.

Es ist gewiss noch immer eine lohnende Aufgabe, nach Pfahlbauten, namentlich in den vom Verkehr abgelegeneren Gebirgs- und Vorgebirgsseen zu suchen, sowie in den zugänglicheren Seen die schon gemachten Beobachtungen über solche zu controliren und zu erweitern.

Als Beispiel für die Art und Weise der Auffindung von Pfahlbauten kann wohl am besten die Beschreibung des Herrn F. Keller*) über ihre erste Auffindung im Zürich-See dienen.

In den Wintermonaten des trockenen Jahres 1853 wichen wegen mangelnden Zuflusses die Gewässer der schweizerischen Seen weiter, als man das früher beobachtet hatte, zurück, und an einigen Stellen trat der mit Geröll vermischte Grund auf grosse Strecken hervor, während an anderen seichte Sandbänke sich in Inseln verwandelten. In einer kleinen zwischen Obermeilen und Dollikon gelegenen Bucht benutzten die Anwohner diese günstige Gelegenheit, um ihre am See gelegenen Gärten zu vergrössern. Sie sicherten sich das so gewonnene Stück Land durch einen Damm, den sie längs der Wassergrenze hinzogen, und erhöhten das Terrain durch Schlamm aus dem See. Bei einer solchen Schlammausgrabung fanden die Arbeiter eine Menge Pfähle, Hirschgeweihe und auch einige alterthümliche Werkzeuge. Herr Schullehrer Äppli war der Erste, welcher an diesen aufgefundenen Gegenständen die Spuren menschlicher Arbeit erkannte.

Die Auffindung eines Pfahlbaus im Attersee beschreibt Graf G. v. Wurmbrand:**)

Unter dem Schutz einer Terrainerhöhung, welche vor Nordwinden Schutz gewährte, lag der Pfahlbau in der Form eines

*) a. a. O. Bd. IX. S. 65.
**) Mittheilungen der anthropolog. Gesellschaft in Wien. Bd. I. S. 285.

Rechtecks am nördlichen Ufer dicht vor dem Ausfluss der Ager. Es ist möglich, dass die Ausflussstelle des Sees der Einflussstelle vorgezogen war, wenigstens treffen wir auch in der Schweiz grosse Ansiedelungen, wie die von Robenhausen, Niedau, Moosseedorf ebenso gewählt und es lässt sich denken, dass der Ausfluss darum vor dem Einfluss gewählt wurde, weil das einströmende oft getrübte Wasser dem Fischfang hinderlich sein konnte. Die Länge des Pfahlbaus beträgt 70—80 Klafter, die Breite 25—30 Klafter, das westliche Ende ist 30, das östliche 50 Klafter vom Ufer entfernt. Der Seeboden ist weder schlammig, noch versandet, sondern mit Geröll bedeckt, er senkt sich allmählich gegen Süden. Die Tiefe des Wassers steigt am Ende des Pfahlbaus bis zu 5′. Die Fundverhältnisse sind derart: Obwohl das Wasser vollkommen klar ist, sind weder Pfähle noch irgend welche Artefacte am Seeboden sichtbar gewesen. Erst nachdem das Geröll mit der Baggerschaufel entfernt worden war, stiess man auf Pfähle. Sie scheinen auf 3 bis 4′ von einander entfernt und sind theils korkartig vermorscht, so dass sie mit der Schaufel durchschnitten werden können, theils vollkommen verhärtet. Die Pfähle sind rund mit einem Durchmesser von 6 bis 8″. Mit dem Vorkommen der Pfähle zeigt sich auch die Culturschichte, ein schwärzliches Conglomerat organischer Reste. Sie ist wohl bis zu 1′ mächtig und ruht auf dem Seetegel selbst. In ihr sind alle Gegenstände gleichmässig verbreitet gelegen und mit ihr zu Tage gefördert worden. Eine Ausnahme bilden vielleicht die Metallgegenstände, die leicht sichtbar mit der Désor'schen Zange aufgelesen werden konnten. Die Culturschichte enthielt eine grosse Anzahl von Steinartefacten, Knochenwerkzeugen, Schmuckgegenständen und Holzkohlen.

Die Auffindung des grossen Pfahlbaus im Mondsee durch Herrn Much*) war während des Sommers 1871 durch die Trübung des Wassers verzögert worden. Ende März liessen eine freundliche Sonne und eine Spiegelglätte und wundervolle Klarheit des Wassers sofort mit freiem Auge einen ausgedehnten Pfahlbau constatiren.

---

* Mittheilungen der anthropolog. Gesellschaft in Wien. Bd. II. S. 203.

In den folgenden Tagen gelang es, von der Oberfläche des Seegrunds zahlreiche Scherben, auch ganze Gefässe mit höchst merkwürdigen Ornamenten emporzuheben. In etwas späterer Zeit fortgesetzte Versuche ergaben auch noch Werkzeuge aus Stein, nämlich Hämmer, Äxte, Mahlsteine und Schleifsteine, sowie Geräthe aus Thon und endlich einzelne Knochen. Der Pfahlbau befindet sich unmittelbar vor dem Abfluss des Sees zwischen dem Gasthaus See und dem Forsthaus in der Burgau. Die Grenze der Ansiedelung konnte nicht genau bestimmt werden, da bei einer Tiefe von 3,5 m eine völlige Versandung des Seegrundes beginnt, unter der sich die Pfähle möglicher Weise noch fortsetzen. Es ist übrigens hier die aussergewöhnliche Tiefe, in welcher der Pfahlbau angelegt wurde, ganz auffallend, indem dieselbe bei mittlerem Wasserstand nicht unter 2 m, an den tieferen Stellen bis zu 4 m beträgt. Die Längenausdehnung der Ansiedelung, soweit dieselbe sichtbar ist, misst nach einer ungefähren Schätzung 80—100 m, deren Breite 30 bis 40 m, der besetzte Raum mag ungefähr eine Fläche von 3000 qm einnehmen. Dieser beschreibt übrigens keine regelmässige Figur, sondern grenzt sich nach der wechselnden Tiefe des Wassers ab. Die Pfähle stehen in keiner erkennbaren bestimmten Anordnung, bald mehr bald weniger dicht zusammen. Ihre Zahl beträgt nach einer sehr mässigen Berechnung mindestens 5000. Das Holz der Pfähle, die in einer Dicke von 8 bis 20 cm vorkommen, ist weich wie Schwamm, doch soweit es im Boden steckt, wohl erhalten; es hat selbst seine frische natürliche Farbe noch, als wären die Pfähle eben erst gefällt worden.

In Beziehung auf die Untersuchungsmethoden haben wir nach den mitgetheilten Entdeckungsberichten wenig mehr nachzutragen.

Um einen prähistorischen Pfahlbau annehmen zu können, ist es nicht genug, Pfähle aufgefunden zu haben, es muss auch der Nachweis einer Bewohnung des Platzes in vorhistorischer Zeit, also namentlich das reichliche Vorkommen von alterthümlichen Resten des Lebens und der Thätigkeit des Menschen im Grunde des Sees zwischen den Pfählen geliefert werden. Bemerkt man alte Pfähle im Wasser, die ihrer Stellung und Anzahl nach

möglicher Weise ein Verdeck, einen Pfahlrost, auf welchem Hütten stehen konnten, getragen haben können, so hat man mit dem Schleppnetz, der Baggerschaufel und der von Désor angegebenen Zange (vgl. den Anhang) zu versuchen, ob sich nicht mit dem Schlamm Gegenstände heben lassen, welche auf eine Pfahlbauansiedelung schliessen lassen. Man wirft den Schlamm aus dem Schleppnetz oder der Schöpfschaufel zur Untersuchung in ein grosses Sieb, in welchem der Schlamm leicht ausgewaschen werden kann. Selbstverständlich nimmt man das Waschen, um die Aussicht im Wasser nicht zu trüben, erst nach vorläufiger Beendigung der beabsichtigten Ausschöpfung des Bodens vor. Hat man Spuren wirklicher Pfahlbauten gefunden, so müssen einzelne Pfähle ausgezogen werden, um die Untersuchung des gebrauchten Materials, den Aufbau des Pfahlbaus noch näher zu erkunden. An der Art der Behauung der Pfähle, namentlich der in den Boden eingetriebenen Spitzen derselben, ist es erkenntlich, ob sie mit einem steinernen oder mit einem metallenen Werkzeug behauen wurden, ob also die Erbauer des Pfahlbaus steinerne oder metallene Äxte besassen. Während die Bearbeitung des Holzes mit der Metallaxt lange glatte Hiebflachen erzeugt, erinnert die Spitze eines mit der Steinaxt behauenen Pfahls an die Spitze eines schlecht gespitzten Bleistifts, indem die Hiebspuren kürzere, der convexen Schneide der Steinäxte entsprechende concave Absplitterungen hervorbringen. Mehrfach fanden sich, wie es scheint, die Pfähle auch vorläufig durch Brennen zugerichtet.

Bei der Untersuchung der Culturschichte der Pfahlbauten ist auf das Kleinste, Unscheinbarste zu achten, Nichts gering zu schätzen, Alles ist zu sammeln und zu bewahren: Urnenscherben, Kohlen, pflanzliche Reste, wie Getreidekörner, Leinsamen, Eicheln, Nüsse, Samen, Obst, Tannenzapfen. Dann thierische Reste: Knochen und Knochensplitter, Hörner, Geweihe, Schuppen und Gräten von Fischen, Muschelschalen, Schneckengehäuse. Am meisten Aufmerksamkeit verdienen die Geräthschaften und Gegenstände aller Art, welche vom Menschen benutzt worden sind oder sein können; ausser den schon genannten Gegenständen aus Stein, Metall, Knochen, Hirschhorn, Thon auch Glasscherben, Lederreste, Reste von Flechtwerk und Geweben,

Hanffäden, Stricke. Man hat in den Pfahlbaustationen auch Kähne aus einem Stamm gehöhlt, sogenannte Einbäume gefunden (Tafel 21). Höchst wichtig ist es, die übrigen Fischereigeräthschaften — wie Ruder, Netzbeschwerer, Netzschwimmer, Senksteine, Angeln, Harpunen und dergl. — ebenfalls zu erlangen, um das Bild der Thätigkeit der Pfahlbauansiedler zu vervollständigen.

Für die Conservirung der Knochen und organischen Reste überhaupt gelten die gleichen Grundsätze, die bei der Untersuchung der Höhlen schon erwähnt worden sind und bei der Untersuchung von Gräbern noch eingehender besprochen werden sollen.

In der Pfahlbautenperiode findet, wie schon einleitend bemerkt, in den Alpengegenden der Übergang aus dem Steinalter zum Metallalter statt, zur Benutzung der Bronze und des Eisens (Tafel 6. 7. 8. 9.).

Die Bronzeobjecte der prähistorischen Periode sind zum Theil von so ausserordentlicher Schönheit und Vollendung der Form, dass sie die Aufmerksamkeit des Forschers vor allem anzuziehen pflegen. In vielen Pfahlbauten der Schweiz hat man einen überraschenden Reichthum der schönsten Bronzen gefunden: Schmuckgegenstände, Geräthe, Werkzeuge, Waffen, namentlich Dolche und Schwerter, manchmal noch so vollkommen conservirt, als wären sie eben erst aus der Fabrik hervorgegangen. Unter den sehr abwechselnd geformten Schmuckgegenständen stehen an Zahl die Nadeln: Haarnadeln und Gewandnadeln gewöhnlich oben an, manchmal von gewaltigen Längendimensionen, meist mit schön verziertem Knopf. Dann Fibeln und Brochen nach dem Princip unserer Sicherheitsnadeln, in sehr wechselnden Formen gearbeitet. Äxte, Meissel, verschieden geformte Messer, Rasirmesser, Zangen und Zängelchen u. v. a. beweisen dass die Bronze als Metall zu den Werkzeugen des täglichen Gebrauchs gedient habe. Die prächtigsten Fundobjecte sind Bronzeschwerter, Bronzedolche und jene Bronzeäxte, die sogenannten Kelte, welche wie die in der Form ähnlichen geschliffenen Steinkeile und Steinäxte geschaftet wurden, und theils als Waffen, theils als Äxte gedient haben. Man unterscheidet vor allem zwei typische Formen (Tafel 9).

Massive Kelte ohne, aber häufiger mit Schaftlappen zur Befestigung am Griff und sogenannte Paalstäbe und Hohl-Kelte, bei welchen der Griff in den hohlen Körper des Bronzebeils selbst eingesteckt wurde. Manchmal dient ein an den letzteren befindliches seitliches Ringelloch zur weiteren Befestigung durch Anbinden des Griffs. Auch Bronzegefässe, meist aus Bronzeblech und genietet, zur Aufnahme von Flüssigkeiten und anderem finden sich.

Eine Anzahl dieser Bronzeobjecte weist in Form und Technik auf eine auswärtige Erzeugung und zwar vorzugsweise nach Oberitalien, Etrurien, hin, von woher sie als Handelswaare nach ganz Mitteleuropa bis zu den skandinavischen Ländern gelangten.

Aber auch an Ort und Stelle wurde Bronze damals gegossen. Man fand nicht nur im Guss noch unvollendete Objecte aus Bronze mit Gussnähten, Gussrändern und Gusszapfen, sondern auch aus Bronze, Thon und Stein gefertigte Gussformen (Tafel 9. Fig. 2). Ja es ist sogar gelungen, irdene Schmelztiegel zum Bronzeguss, in deren Fugen und Ritzen, theilweise auch noch auf ihrem Boden sich Bronzerückstände als sicherster Beweis ihrer einstigen Benutzung zeigten, in nicht geringer Anzahl aufzufinden. Namentlich hat der reiche Pfahlbau im Mondsee unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht erweitert.

Ob neben den Bronzen, der eigentlichen »Bronzeperiode« gleichzeitig schon Eisen in den Pfahlbauten der Alpenbezirke vorkommt, ist noch nicht vollkommen festgestellt. Das Eisen hat sich an den Fundstellen, die der Erhaltung der Bronze und der organischen Gebilde wie Knochen und Horn so günstig waren, viel weniger leicht erhalten können, es musste vom Rost zerstört, seine Überbleibsel unkenntlich werden. Nach dieser Richtung ist sonach ein fortgesetztes Studium unter Beachtung der geringsten Überbleibsel von weittragender Bedeutung, da die Frage nach einer reinen Bronzeperiode, in welcher die Benutzung des Eisens noch vollkommen unbekannt war, für unsere Gegenden wie mehrfach erwähnt keineswegs definitiv gelöst, weder bejaht noch verneint erscheint.

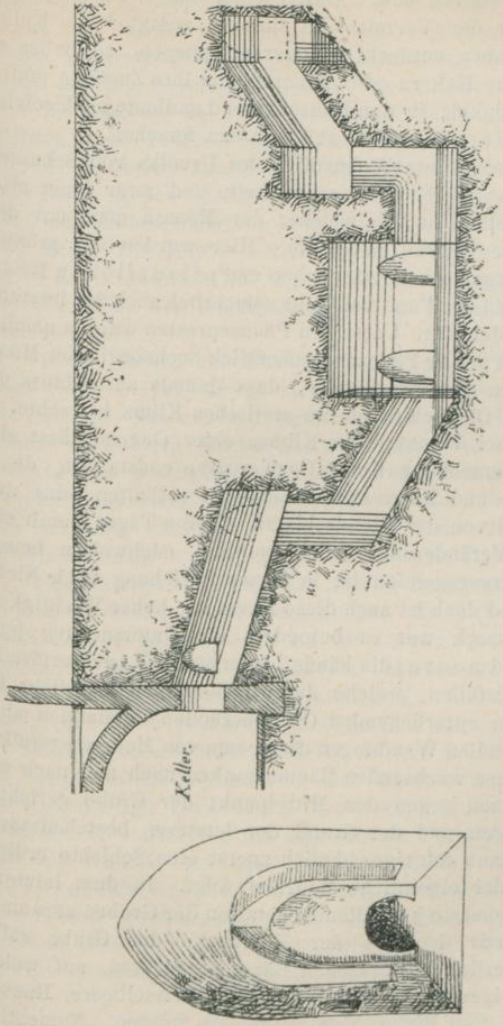
3. Älteste prähistorische Wohngebäude in Mooren und auf festem Lande.

An einigen Orten sind in der Nähe unseres Untersuchungsgebietes uralte Wohnplätze aufgedeckt worden, welche später von alluvialen, selbst glacialen Bodenschichten überschüttet worden sind.

Hier ist an die prähistorischen Funde im Löss zu erinnern, von denen man jetzt mehrfach annimmt, dass sie durch vollkommene Zuschüttung einstiger vielleicht künstlicher Aushöhlungen im Löss, die als Wohn- oder Kochplätze dienten, eingebettet wurden. Es gehört zu den Eigenthümlichkeiten des Löss, dass seine abgebrochenen oder abgeschwemmten Theile sich unter dem Einfluss des Drucks, gepaart mit Feuchtigkeit, so fest wieder vereinigen können, dass jede Spur einer ehemaligen Trennung des Zusammenhangs der Theile verwischt werden kann. Wenn irgendwo so ist also hier Vorsicht bei der Beurtheilung am Platz.

Man ist in der neuesten Zeit auf künstliche Aushöhlungen im Löss oder festerem Sand erneut aufmerksam geworden. Diese „künstlichen Höhlen“ (Tafel 22)*) haben schon eine ziemliche Literatur veranlasst, doch ist es bisher nicht gelungen, ihre historische oder prähistorische Stellung festzustellen. Man stösst gewöhnlich zufällig bei Kellergrabungen auf unterirdische Räume, bei denen weitere künstlich gegrabene mit kleinen Wandnischen wie zum Einstellen von Lampen versehene Abschnitte, in denen ein Mensch aufrecht stehen und sich bewegen kann, durch enge Schlupfkanäle, die nur dem auf dem Bauche Kriechenden den Durchgang gestatten, verbunden sind. Die Funde in diesen künstlichen Höhlen sind so spärlich: Topfscherben, Thierknochen etc., dass man noch nicht einmal mit Bestimmtheit über ihren ehemaligen Zweck entscheiden kann. Meist werden sie, wohl mit Unrecht, als Schlupfwinkel in Feindesgefahr angesprochen, vielleicht

*) Beiträge zur Anthropologie u. Urgeschichte Baierns. J. Ranke, S. Hartmann u. A. Bd. II. Heft 3.



Tafel 22.

Künstliche Höhlen in Baiern.

1. Unterirdischer Gang in Almering bei Mühldorf nach S. Hartmann.
2. Unterirdischer Gang in Kissing. Eingang durch das Schlupfloch.

sind es Grabstätten oder Stätten einer unterirdisch geübten Götter-Cultur der Vorzeit. Da sie wie gesagt beim Keller- und Grundgraben entdeckt zu werden pflegen, so haben sie auch meist von Kellern oder Brunnen aus ihre Zugänge und es ist von Wichtigkeit, in den Häusern der Landleute nach solchen »Hinterkellern oder Erdställen« zu forschen.

Eine überschüttete Wohnstätte des Urvolks von Schussenried in Schwaben gehört der Steinzeit, und zwar jener alten Periode derselben an, in welcher der Mensch noch mit dem Rennthier die Gegend bewohnte. Hier wurden mit grösster Sorgfalt die organischen, thierischen und pflanzlichen Reste gesammelt, und der Fund verdankt namentlich auch den letzteren seine hohe Bedeutung. Unter den Pflanzenresten wurden nämlich Überreste borealer Pflanzen, namentlich hochnordischer Moose gefunden, zum sicheren Beweis, dass damals am Schluss der Eisperiode in Oberschwaben ein arctisches Klima herrschte.

Ein solcher Wechsel des Klimas einer Gegend lässt sich auch bei Untersuchung tiefer Torfmoore constatiren, die in den Pflanzen- und Holzresten, welche sie enthalten, eine dem Klimawechsel von der Eiszeit bis zu unseren Tagen herab entsprechende Veränderung der Vegetation nachweisen lassen. Für die Gebirgsgegenden ist in dieser Beziehung noch Nichts untersucht und doch ist auch diese Frage von hoher Wichtigkeit.

In Dänemark war es besonders die Untersuchung jener kleinen Waldmoore, die häufig bis zu 30′ tiefe trichterförmige Höhlungen ausfüllen, welche durch irgend eine natürliche Ursache in dem unterliegenden Gletscherboden entstanden sind. Die an den steilen Wandungen dieser nun von Moor ausgefüllten Gletschergruben wachsenden Bäume sanken nach und nach um, mit den Spitzen gegen den Mittelpunkt der Grube gerichtet. Die Wandungen und der Grund der letzteren bestehen meist aus Lehm, dann folgt gewöhnlich zuerst eine Schichte erdigen Torfs, ehe der eigentliche Moortorf folgt. In dem letzteren liegen die Überreste jener Randvegetation der Gruben zusammen eingebettet mit den auf der Moordecke der Grube selbst meist kümmerlich gewachsenen Bäumen, Fichten, auf welche später die eigentlichen Moorsträucher: Preisselbeere, Rauschbeere, Heide und Birke, Erle, Haselnuss folgten. Namentlich

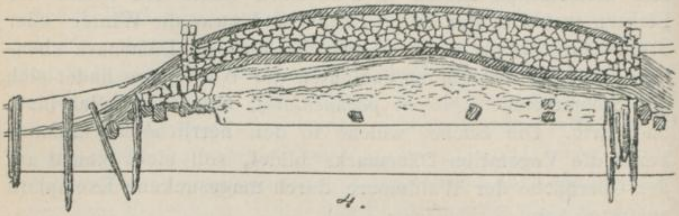
lässt aber die üppigere Vegetation der Randzone solcher Waldmoore den Vegetationswechsel deutlich erkennen. In der Tiefe liegen in derartigen dänischen Waldmooren, oft merkwürdig dicht, prächtig entwickelte Stämme von Fichten, ein Baum, der seit historischen Zeiten in Dänemark fehlt. An Stelle der Fichten traten in der Folge Eichen und zwar die Winter- oder Steineiche (*Quercus sessiflora*), welche heute in Dänemark ebenfalls fehlt; in den oberen Schichten der Waldmoore findet sich die Sommereiche (*Quercus pedunculata*), mit Birke, Haselnuss und Erle. Die Buche, welche in den herrlichsten Stämmen heute die Vegetation Dänemarks bildet, soll nicht einmal auf der Oberfläche der Waldmoore durch umgesunkene Exemplare vertreten sein.

In den Moosen und Mooren, welche in alter Zeit theilweise Seen gewesen sind, finden sich nicht nur wahre Pfahlbauten, sondern auch jene merkwürdigen an der Grenze zwischen eigentlichen Wohn- und blossen Zufluchtsstätten stehende Sumpfhorste und Sumpfburgen. Entweder auf natürlichen festeren Stellen, Halbinseln oder Inseln oder auf künstlich, manchmal wallartig angelegten Erhöhungen findet sich eine sehr verschiedenartig entwickelte Culturschichte, Reste von Wohn- und Feuerstätten, Nahrung und allerlei Hausgeräth enthaltend. In Irland werden solche Sumpfburgen, deren Benutzung noch im Mittelalter nachgewiesen ist, als Crannoge (Tafel 23), in Italien z. Thl. als Terremaren bezeichnet. Erstere sind sogenannte Packwerkbauten, künstlich aufgeschüttete Steininseln, die durch Pfähle gehalten und umwallt waren.

Manche dieser prähistorischen Wohn- und Zufluchtsstellen im Sumpf und Moos schliessen sich durch vorwiegende, wenn auch eigenartige Verwendung von Holz für den Grundbau im gewissen Sinn näher an die eigentlichen Pfahlbauten an, z. B. der von Frank entdeckte und beschriebene Steinhauser Knüppelbau bei Schussenried in dem Moorgebiet des nun nahezu trockengelegten Federsees. Auch hier fand sich der Bau nach O. Fraas*), wie wir das bei den Pfahlbauten mehrfach hervorgehoben haben, in der Nähe des Ausflusses, des

*) Correspondenzblatt der deutschen anthropologischen Gesellschaft 1877. S. 159.

Ablaufs des Federbachs in die Riss in der südöstlichen Ecke des alten, jetzt durch Torfstiche ausgebeuteten Moors. An dieser Stelle liessen die Torfstecher seit Jahren eine Stelle liegen, bei welcher man schon mit 2 m Tiefe auf Kies und



Tafel 23.

Durchschnitt eines irischen Crannoge.

Letten stiess. Man hielt die Strecke lange Zeit für eine natürliche inselartige Erhebung im Seegrund, bis sich herausstellte, dass der Kiesboden künstlich aufgeführt sei. Dieser ruht auf einem etwa 700 qm Grundfläche haltenden Knüppeldamm, der vom Festland mittels einer Brücke zugänglich, inselartig im Moor sich erhebt, unter sich aber noch 1,5 m Torf liegen hat, bis der eigentliche Seegrund erreicht wird. Der 1,5 m mächtige Torf unterhalb der „Culturschichte" war also schon gewachsen und bezeichnet die Zeit von Beginn der Moorbildung bis zum Bau des Dammes; die 2 m Torf oberhalb des letzteren bezeichnen dagegen die Zeit, welche zwischen seiner Erbauung und der Jeztzeit liegt. Unter dieser oberen Moorschichte stösst man auf eine Art von Estrichboden, der theils nur aus festgeschlagenem Letten, theils aus Kies und Letten hergestellt war und auf dem Knüppeldamm auflag. Der Knüppeldamm selbst besteht aus neben einander gelegten Rundhölzern und Halbhölzern von Weisserle, Schwarzerle, Esche, Birke, Eiche, Buche und Aspe, mitunter von einem Durchmesser von 25 bis 30 cm; auch Ahorn, Haselnuss, Ulme und Weide ist vertreten, dagegen ist von dem heutzutage in der ganzen Umgegend vorhandenen Nadelholz auffallender Weise noch keine Spur gefunden worden. Die Culturschichte, bestehend aus dem Knüppeldamm selbst mit dem darauf angebrachten Estrich, Kies, Letten,

Asche, Kohle, mit den Resten von Knochen, Geschirren, Werkzeugen und Sämereien, schwankt in der Dicke von 0,25 bis 1 m, je nachdem sich ein zweiter, dritter ja vierter Knüppeldamm mit Estrich und Zubehör auf den ersten legt. Die den Knüppeldamm bildenden, horizontal neben und übereinander auf das Moor gelegten Hölzer sind in der Regel 2—3 m lang, selten länger, einzelne aber bis zu 5 m. In ihrer Lage herrscht die Richtung von SW zu NO und in der zweiten Lage die darauf rechtwinklige vor. Die horizontal liegenden Hölzer sind von Zeit zu Zeit durch vertikal eingetriebene, nur z. Thl. roh zugespitzte Pflöcke gehalten. In neuester Zeit ist es Frank gelungen, auch die wohlerhaltenen Holzfundamente und unteren Wandreste einer viereckigen Hütte bloszulegen. Die Fugen zwischen den flachliegenden Hölzern sind mit grauem, zähem Letten und Kies ausgeschlagen und die letztere Erdschichte deckt die Holzlagen noch einige Centimeter hoch. Der Estrich zeigt die Spuren einstiger Feuerung, der Thon ist hartgebrannt, Asche und Kohle bilden fingerhohe Lagen, vielfach hat das Feuer auch die Holzlage durchgebrannt, so dass die Hölzer selbst Feuer fingen und zu kohlen begannen. In der Aschenschichte finden sich die Knochentrümmer und Artefacte, letztere aber ziemlich vereinzelt. Die Mehrzahl der Knochen sind im Zustand der „Küchenabfälle", d. h. jeder Markknochen geöffnet und zerschlagen, ebenso sind auch die Kopfknochen zur Gewinnung des Hirns etc. zersplittert. Die Thierfauna weicht im wesentlichen — ebenso wie in den Pfahlbauten der Seen — von der modernen Fauna nicht ab, der einzige Wisent war eine jetzt fremde Erscheinung. Ausserdem fanden sich Edelhirsch, Schwein, Rind, Schaf, Hund, brauner Bär, Luchs, Wolf, Biber, Hasen, Vögel, Fische. Auch menschliche Skeletreste fanden sich theils unverbrannt, theils verbrannt, so dass also neben den Wohnstätten auch Begräbnissplätze auf dem Knüppeldamm angenommen werden dürfen. Häufiger als Knochentrümmer sind Trümmer von Topfgeschirr, namentlich auffallend sind spielwaarenähnliche kleine Henkelkrüge, Näpfchen, Schüsselchen, dann Scherben grösserer, einfach ornamentirter Geschirre von dem Styl der österreichischen Pfahlbauten, dann thönerne Ess- und Schöpflöffel. Ausserdem fanden sich Geräthe und

Werkzeuge aus Stein: aus Feuerstein geschlagene Splitter, Spitzen, Sägen, Messer, schwalbenschwanzförmige Pfeilspitzen, ferner geschliffene Äxte und Hämmer aus zähen Grünsteinen, auch aus Gneiss, Granit, Schiefer, Jadeit, dieselben Gesteine, welche wir auch sonst aus den südlich der Donau gelegenen Fundstätten für geschliffene Steinartefacte kennen; dann Schleifsteine, Reibschalen und Hand-Mühlsteine aus Granit mit den entsprechenden Reibsteinen und apfelförmige beiderseits abgeplattete Steine meist aus Granit bestehend; Schmucksteine aus Bergkrystall und zwei Perlen aus rothem Jaspis, die eine einfach, die zweite doppelt durchbohrt. Die Artefacte aus Bein und Horn sind ausschliesslich aus Hirschknochen und Hirschgeweih hergestellt. Die Geweihe sind ausnahmslos abgesägt, die meisten zugespitzt als Griffe ausgehöhlt, durchbohrt, um als Schlegel zu dienen, oder angesägt. Die Instrumente sind entweder rund zugespitzt oder zu oft zierlichen Meisselchen geschärft. Namentlich die Arbeiten in Holz weisen auf eine gewisse Kunstfertigkeit im Schnitzen hin: Löffel, Teller aus Ulmenholz, Hefte und Stiele aus Eschenholz, langstielige Pritschen zum Schlagen des Estrichs; auch Stricke aus Bast, ein Korbgeflecht aus Weizenstroh kam zu Tage; ausserdem Röthel, Pech aus Birkenrinde geschwelt. Theilweise unter Scherben von Thongefässen fand sich in grösserer Menge in kleineren und grösseren Haufen beisammen liegend Weizen. Wir haben es also jedenfalls bei den Erbauern und Bewohnern des Knüppeldamms mit Leuten zu thun, die Ackerbau in ausgedehntem Maasse betrieben. Neben Weizen findet sich auch noch Leinsamen und die Früchte wildwachsender Bäume und Sträucher, Bucheln, Eicheln, Haselnüsse, Himbeerkerne. Fraas meint, dass diese Leute gewiss für gewöhnlich nicht im Moor gewohnt haben, sondern da, wo sie Ackerbau trieben, ihre Viehheerden weideten und die herrlichen Waldungen auf Hirsche, Sauen und Bären durchstreiften. Der künstliche Bau wird ein Zufluchtsort in Feindesgefahr gewesen sein, welcher zugleich das Heiligthum einer Gottheit umschloss, der vielleicht bei Opferfesten die Früchte als Opfergaben dargebracht wurden.

Von dem Bau und der Construction der Wohnhütten auf dem festen Lande in jenen langvergangenen Tagen

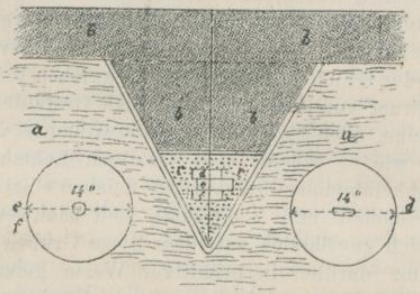
wissen wir ausserordentlich wenig. Die Eskimo errichten an dauernden Wohnplätzen rohe Steinhäuser, und man will ähnliche prähistorische Bauten auch in Mitteleuropa nachgewiesen haben. Ähnliche rohe Steinbauten finden sich auch im Hochgebirge und verdienen in Beziehung auf das Alter ihrer Anlage sorgfältige Untersuchung. Hier können aber nur Ausgrabungen des Hüttenbodens, die ähnlich wie die Ausgrabungen des Höhlenbodens anzustellen wären, und sorgfältiges Sammeln aller Fundobjecte wissenschaftlich werthvolle Aufschlüsse ergeben.

An verschiedenen Orten hat man künstliche Erdvertiefungen, Trichter oder Gruben beobachtet, in welchen Kohlen, Thierknochen, Körner von Pflanzen, namentlich Getreide, Topfscherben, Mahlsteine, auch Steingeräthe, dann Klumpen von gebranntem Lehm, wie es scheint vom einstigen Lehmbewurf einer Reisig-Wand herstammend, und andere Zeichen einstiger menschlicher Anwesenheit und Thätigkeit sich nachweisen liessen. Man stellt sich gewöhnlich vor, dass diese Gruben Keller oder Vorrathsräume darüber in primitiver Weise gebauter runder Hütten mit Wänden aus lehmbeworfenem Flechtwerk gewesen seien. Nur die umsichtigste Vergleichung uud Constatirung aller Einzelheiten wird im concreten Fall feststellen lassen, ob an solchen Fundstellen einst wirkliche Wohnungen oder nur Herdstellen, Keller und dergleichen gestanden haben. Die Aufmerksamkeit wird auf derartige Stellen gewöhnlich zuerst gelenkt durch die schwarze, an Kohle erinnernde Färbung regelmässig abgegrenzter in den andersartigen Boden eingetiefter Erdschichten, welche bei Erdabgrabungen, Sand- und Kiesgruben oder bei Erddurchstichen zu Tage tritt. (Tafel 24.) Die etwaigen Reste ehemaliger Lehmwände verdienen aufmerksame Beachtung. Sie geben nicht nur Aufschluss über die Bauart und wohl auch Form der ehemaligen Hütten, Abdrücke pflanzlicher Theile im Lehm, z. B. Stroh, versprechen auch Aufschluss über etwaigen Ackerbau der Bewohner.

Im allgemeinen wird zunächst bei derartigen Auffindungen von prähistorischen Wohn-, Rast- oder Zufluchtsstätten die Localität, in welcher sie sich finden, genau kartographisch zu fixiren sein, die Lage muss mit allen Einzelheiten aufgenommen und namentlich festgestellt werden, ob die betreffenden Loca-

litäten auf Felsen, Bergen, Hügeln, in Thälern, auf natürlichen oder künstlichen Inseln oder Erdaufwürfen, an Ufern oder Abhängen angelegt sind. Man wird sich vor allem zu vergewissern haben, ob sie einst über oder unter der Erde, in gewachsenem

1.



Tafel 24.

Trichtergrube bei Kamp in Niederösterreich nach A. Graf Breunner.
a. Schotter; *b.* Dammerde; *c.* feiner Schotter; *d*, *e*, *f* drei Mahlsteine, deren Form in den beiden Seitenzeichnungen dargestellt ist.

Boden oder in künstlichen Aufschüttungen angelegt waren. Selbstverständlich sind genaue Messungen der Fundstelle und Planaufnahme und Zeichnung erforderlich. Im allgemeinen ist wieder alles schon bisher namhaft gemachte mit aller Sorgfalt zu beachten, namentlich aber ist auf etwa vorhandene Steinsetzungen ob ohne oder mit Mörtel, auf Feuerstätten und Herdanlagen zu achten.

Kapitel III.

Die Stätten prähistorischer Industrie, namentlich der Metallgewinnung und -Bearbeitung.

1. Prähistorische Feuersteinwerkstätten, Töpferwerkstätten.

An einzelnen Stellen der Lüneburger Haide zeigte nach E. Bracht*) eine vorhandene rohe Pflasterung des losen Sandbodens auf einstige Wohnplätze hin. Und gerade an so unscheinbaren Fundplätzen gelang es mehrfach, alte Werkstätten für Herstellung von Feuersteinobjecten oder Töpferwaare oder für den Guss metallener Gegenstände nachzuweisen. Vor allem interessant wäre für unser Untersuchungsgebiet das Auffinden von Orten, welche als eigentliche »Feuersteinwerkstätten« gedeutet werden könnten, da solche bisher in Süddeutschland und Österreich ausser etwa in einigen Höhlen wie in der oben erwähnten reichhaltigen Räuberhöhle im Schelmengraben bisher nicht in grösserem Maasstab aufgefunden wurden. Zum Nachweis einer Feuersteinwerkstätte würde nicht nur eine grosse Anzahl roh und besser geschlagener Feuerstein- oder Hornsteinsplitter gehören, vor allem müssten sich neben sonstigen Anzeichen der Gegenwart des prähistorischen Menschen in entsprechender Anzahl auch jene oben beschriebenen in unseren Gegenden der Kleinheit der zur Verfügung stehenden Feuersteinknollen wegen ziemlich unscheinbaren Steinkerne, Nuclei

*) Correspondenzblatt des Gesammtvereins der deutschen Geschichts- und Alterthumsvereine. Nr. 1. 2. 1880. Vorgeschichtliche Spuren in der Lüneburger Haide.

Tafel 2) finden, von denen die Feuersteinmesser und Splitter abgeschlagen wurden.

Wie wichtig es ist, auch das Rohmaterial und die natürliche Fundstätte desselben zu den geschliffenen Steininstrumenten aus seltener oder in unseren Gegenden bisher noch gar nicht nachgewiesenem Steinmaterial aufzufinden, ist schon mehrfach angedeutet. Namentlich der oft schön grüne Nephrit und Jadeit sind auf natürlichen Fundstellen bei uns noch nicht entdeckt. Und doch scheint man neuerdings am Bodensee Werkstätten von Nephritinstrumenten entdeckt zu haben, wofür die zahlreich aufgefundenen Nephrit-Splitter sprechen. Wenn irgendwo, so müssen sich rohe Nephrite und Jadeite im Geröll der Flüsse und Bäche der Alpen nachweisen lassen. Offenbar kannten die Bewohner unserer Gegenden die technisch an Stelle der Metalle verwendbaren, sich namentlich durch Härte und Zähigkeit auszeichnenden Steine besser als unsere moderne Bevölkerung, die der Steine zu Werkzeugen nicht mehr bedarf. Ja ihr Auge mag in dieser Beziehung sogar geschärfter gewesen sein als das unserer heutigen Mineralogen und Geognosten. Emsiges und aufmerksames Suchen von Steinkundigen wird hier vielleicht noch manche Räthsel lösen, die uns bis jetzt nur die Annahme vom Transport solcher Steine aus dem fernen asiatischen Osten übrig zu lassen scheinen. Auch Eclogit, Kieselschiefer, Obsidian, Graphit, vor allem aber Bernstein verdienen in Beziehung auf ihre natürlichen Fundplätze, von denen sie die Urbewohner zur Verfertigung von Waffen, Werkzeugen und Schmuck, den Graphit zur Schwärzung ihrer Geschirre, erhalten konnten, volle Beachtung. Auch sie können uns eventuell Anhaltspunkte liefern für die Beurtheilung prähistorischer Wanderungen der Stämme und ihrer Tauschhandelbeziehungen, von denen wir bisher aus der ältesten Zeit nur wenig sicher wissen.

Töpferwerkstätten, alte Ziegeleien etc. werden an den Resten, die sie zurückliessen, leicht erkannt werden können. Immer ist bei der Annahme alter Werkstätten auch auf die übrigen Beweise von der einstigen längeren Bewohnung der Fundstelle durch den prähistorischen Menschen zu achten.

2. Prähistorische Eisenschmelzen und Eisenbergwerke.

Reiche Aufschlüsse haben wir über die alte Metallindustrie der Bronze- und Eisenperiode gerade aus den Gebirgsländern erhalten, durch die Auffindung alter Schlackenhaufen, Gussformen und Gusstiegel, von denen schon bei den Phahlbauten die Rede war, dann von zum Umguss bestimmter, in grösseren Mengen zusammengefundener Bruchwaare bronzener Metallgeräthe, Metallbarren und durch die Spuren bergmännischer Gewinnung von Metall.

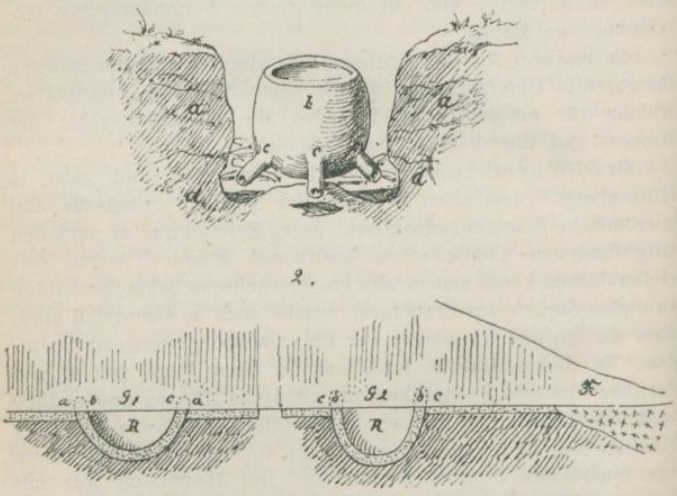
Im reichem Maasse verdienen die alten Eisenschmelzstätten fortgesetzte Untersuchung, so wie namentlich jene Fundplätze, welche für prähistorische Perioden die Gleichzeitigkeit der Bronze- und Eisenbearbeitung ergeben.

Graf Wurmbrand*) fand in Steiermark und zwar in Hüttenberg, „dem alten Erzwerk der Noriker", römische und vorrömische Eisenschmelzstätten, deren Zeitstellung er nach den mitgefundenen Topfscherben bestimmen konnte. Schon seit vielen Jahren kennt man uralte grasbewachsene Schlackenhalden an vielen Stellen des Erzberges, welche noch so eisenreich sind, dass sie hie und da wieder zur Einschmelzung verwendet wurden. In diesen Halden fand man in einer Tiefe von 4′ und darüber römische Urnenscherben, römische Münzen und endlich auch die Reste alter kleiner Schachtöfen, welche in den Berg hineingebaut und 5 bis 6′ hoch, 3 bis 4′ breit waren und aussen aus feuerfesten Steinen bestanden. Der Innenraum war mit Lehm bekleidet. Am Boden befindet sich eine Wölbung, Sumpf, zum Ansammeln des Eisens, an einer Seitenwand am Boden mit einer Öffnung zum Aufbrechen des Schmelzgutes, des Eisenklumpens oder Eisenfladens *(flatum ferri)*, welche Öffnung mit Lehm verschmiert war. Als Luftzug diente ursprünglich ein Kanal, der an und für sich vielleicht schon genügte, um das Feuer anzufachen, da diese Öfen an hervorragenden, den Luftströmungen sehr stark ausgesetzten Punkten sich befanden; doch wandte man daneben wahrscheinlich Hand- oder Tret-

*) Correspondenzblatt der deutschen anthropologischen Gesellschaft 1877. S. 151.

bälge an, deren spitzes Ende in eine Thonform ragte. Solche Thonröhren mit angeschmolzenem Ende sind mehrfach gefunden worden. Derlei Öfen waren also schon von den Römern erbaut und haben sich in ähnlicher Weise bis in das 9. Jahrhundert erhalten.

Es sind aber noch zwei weit einfachere Eisenschmelzstätten



Tafel 25.

Prähistorische Eisenschmelzen.

1. Das (zweite) Eisenschmelzverfahren bei Habruvka nach H. Wankel.
2. Prähistorische Eisenschmelzöfen in Hüttenberg nach Graf Wurmbrand.

in Hüttenberg aufgedeckt worden, welche von jeder Einrichtung eines Ofens absehen und nur aus Erdgruben bestehen. An diesen Stätten fanden sich ausser den an Eisen überaus reichen Schlacken und Holzkohlenresten in der Halde selbst noch alterthümliche Thonscherben, welche als nicht-römisch anzusehen sind und daher, wie Graf Wurmbrand annimmt, auf vorrömische Arbeitsstätten schliessen lassen. Beide Gruben (Tafel 25, Fig. 2) befinden sich ausgehöhlt im Schotterboden

mit Rollsteinen von 1—1½ cbf Grösse. Die obere Grube ist an der Sohle 1½″ stark mit Kohlenlösche, darüber mit einer zehnzölligen Lehmschichte blauen Thons, wie er in nächster Nähe ansteht, ausgestampft. Die Lehmschicht zeigt sich auf 3″ nach innen rothgebrannt, der Raum der Grube über der Lehmschicht mit 2′ Höhe, 5′ Durchmesser, ist von rothgebrannter, mit Quarzkörnern gemischter Lehmmasse ausgefüllt. Diese Ausfüllung kommt von den einst über den Schotterboden hinausragenden, künstlich hergestellten, nun eingestürzten Grubenwänden, sodass man die Grube circa um einen Fuss höher annehmen darf.

Graf Wurmbrand liess nach den Maassen dieser alten Schmelzgruben zwei in Form und Bau vollkommen ähnliche Gruben anfertigen, und den Schmelzprocess in denselben ganz in der alterthümlichen, einfachsten Art durchführen.

Wankel, einer der glücklichsten neueren Finder, schildert uns seine Entdeckungen von prähistorischem Eisenbergbau aus alten Eisenschmelzen, die er auf dem böhmisch-mährischen Scheidegebirge (der Luna Silva der Römer) und den Sudeten gemacht hat.*) An vielen Orten dieser Gegenden lassen alte Schlackenhaufen auf eine einstige Eisenindustrie schliessen, ebenso sind die Eisensteingruben von sehr alten Strecken durchzogen, die, der alte Mann von den Bergleuten genannt, mitunter ihrer in Folge der Zersetzung des Zimmerholzes entstandenen schlagenden Wetter wegen gefährlich werden können. In einem solchen „alten Manne“ der Grube bei Kirstein fand man eiserne Werkzeuge, Spitzhauen von absonderlicher Gestalt, in einem anderen einen zerbrochenen Steinhammer. Wankel versetzt diese alten Eisenschmelzen in jene Zeit, von der Ptolemaeus sagt, dass die alten Quaden Eisen in den eisenreichen Gegenden des Luna-Waldes schmolzen.

Eine solche uralte Eisenschmelze fand Wankel bei den 3 Stunden nördlich von Brünn entfernt im Gebirge liegenden, mit Wald umgebenen Ortschaften Růdic und Habrůvka. Das Eisenerz ist in dieser Gegend in Form von mehr oder weniger

*) Prähistorische Eisenschmelz- und Schmiedestätten in Mähren. Wien 1877. S. 28. Separat-Abdruck aus den Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien.

grossen Putzen und Lagern, die mitunter bis zu Tage reichen und zwar in den oberen Jura, der in den Ausbuchtungen zwischen den Klippen des devonischen Kalks abgelagert ist, eingebettet. Es ist ein thoniger Brauneisenstein, der leicht schmelzbar ist, 29—34 % Eisen enthält und verhüttet ein graues, körniges, weiches Eisen gibt. Mit diesen Eisenlagern kommen auch in derselben Formation grosse Bänke weisser feuerfester Thone mit Kaolin gemischt vor, die ebenfalls mitunter bis zu Tag anbeissen und daher leicht gefunden werden konnten. Die Spuren der prähistorischen Eisenschmelzerei lassen sich über ein mehr als einen Quadratkilometer weites Waldgebiet von Růdic bis nach Habrůvka verfolgen. Vorzugsweise sind es aber drei grosse, über mehr als 100 qm sich ausbreitende Schmelzplätze, die sich durch die vielen isolirt stehenden Schlackenhaufen kennzeichnen. Sie liegen grösstentheils an solchen Stellen, wo die Erzlager nahe an die Oberfläche traten und daher leicht gefunden werden konnten.

Die Untersuchung dieser Schmelzplätze ergab Wankel als Resultat, dass ehemals ein zweifaches Verfahren angewendet wurde, um hier Eisen zu gewinnen. Das eine Verfahren, wahrscheinlich das ältere, bestand darin, dass die Eisenschmelzer mehrere Tiegel zu einer Gruppe vereint auf die Erde stellten, sie mit dem Schmelzgut füllten, über und um dieselben ein starkes Feuer anmachten, in welches sie wahrscheinlich durch eine einfache Gebläsvorrichtung so lange bliesen, bis sich das geschmolzene Eisen am Grunde des Tiegels angesammelt hatte, das dann herausgenommen und als Eisenluppe zusammengehämmert verwendet oder in den Handel gebracht wurde.

In dem Walde bei dem Dorfe Růdic, in einer Tiefe von 0,3 m, fanden sich ganze Gruppen topfartiger Tiegel von 20 bis 25 cm Höhe, 18 bis 20 cm Breite, die mitunter an ihrer äusseren Oberfläche verschlackt waren. Sie standen in einer schwarzen mit Kohle und Asche geschwängerten Erde. Einige dieser Tiegel waren mit Erde gefüllt, in anderen aber befand sich noch das Schmelzgut, das den Topf oft nur bis zur Hälfte ausfüllte. Dieses Schmelzgut bestand aus einer porösen, eisenhaltigen, schwarzen Schlacke, die gegen den Boden des Gefässes zu metallischer, krystallinischer und brüchiger wurde,

zugleich aber an Dichtigkeit zunahm; ein Tiegel enthielt noch die vollständige Luppe, wie sie sich aus dem Schmelzsatz ausgeschmolzen hatte; sie hat die Gestalt des Tiegelraums angenommen, und besteht aus einem schwarzen, metallisch glänzenden schlackigen Eisen. Die Tiegel waren so mürbe, dass es nicht gelang, auch nur den kleinsten Scherben heraus zu bekommen, was erklärlich ist, da sie, so nahe der Oberfläche gelegen, den Einflüssen der Atmosphärilien zu sehr ausgesetzt waren. Sie sind aus einer grauschwarzen, sehr zerreiblichen Masse gearbeitet worden, deren Hauptbestandtheil wohl der feuerfeste Růdicer Thon ist.

Das zweite Verfahren (Tafel 25, Fig. 1), das Wankel als wahrscheinlich jünger annimmt, da es complicirter gewesen ist, war nachstehendes: Es wurde eine 2 m lange, 1 m breite und ebenso tiefe Grube gegraben, in dieselbe auf einem in der Tiefe der Grube etwas erhöhten Boden ein 35 bis 36 cm hoher nach unten etwas wenig ausgebauchter Tiegel gestellt, der 30 bis 32 cm Durchmesser und eine 4—4½ cm dicke Wandung hatte. Nahe am Boden dieses Tiegels waren ringsherum vier bis sechs Stück 12—13 cm lange, 5 cm dicke thönerne Röhren angebracht, die sich etwas nach abwärts neigten und mit ihrem 2 cm weiten Canal in den Tiegelraum, mit dem freien abgerundeten Ende aber in eine kleine, in den Boden der Grube gemachte schalenförmige Vertiefung mündeten. Nachdem das Schmelzgut sammt Kohle in den Tiegel gethan war, wurde rings um den Tiegel die Grube mit Brennstoff angefüllt, derselbe angezündet und von beiden Seiten mit einer Blasevorrichtung in das Feuer geblasen und so die Gluth angefacht, bis das geschmolzene Eisen durch die Röhren in die schalenartige Vertiefung abfloss, dem dann die flüssige Schlacke folgte, und so war der Process vollendet. Ob irgend ein Flussmittel dem Erze beigemengt wurde, ist noch nicht constatirt; die vielen halbverbrannten, in den Abfallshaufen liegenden Kalkbrocken machen es aber wahrscheinlich. Um für die Blasevorrichtung Raum zu bekommen, wurden die Gruben länger als breit gemacht. Das Eisen, welches durch eine solche Schmelzweise gewonnen wurde, war ein körniges, weisses und sprödes Eisen, mehrweniger von kalkbrüchiger Beschaffenheit.

Wankel fand mehrere solche Gruben. Eine davon lag in dem dem Dorfe Rûdic nahen Wald; ihre Wände waren festgebrannt, jedoch sie selbst, ausser wenigen Tiegelresten und zerbrochenen Röhren, schon ausgeräumt. Glücklicher war er beim Auffinden jener, die auf einem mässigen Abhang in der Nähe des Dorfes Habrûvka im Walde lagen, der mit dem Namen Kalu (beim Sumpfe) bezeichnet wird, worin Hunderte von Schlackenhaufen liegen, die meist so situirt sind, dass grossentheils die Schmelzgrube oberhalb derselben sich befindet. In einer dieser Gruben stand noch der Tiegel halb mit Schlacke, halb mit Erde gefüllt, Er war so mürbe, dass es nur mit grösster Vorsicht möglich war, grössere Bruchstücke herauszunehmen, die sechs Röhren waren alle von demselben abgebrochen, jedoch in ihrer ursprünglichen Lage mit dem freien Ende gegen die Grübchen gerichtet, einige waren noch mit der im Flusse erstarrten Schlacke entweder ganz oder zur Hälfte angefüllt, andere waren an ihrem freien Ende mit Schlacken umhüllt. In den schalenartigen Vertiefungen befanden sich noch mitunter Reste von Eisen, oder sie waren mit Schlacke erfüllt, welche die Form der Schale angenommen hatte und mit einem kurzen Halse sich in den Kanal der Röhre fortsetzte. Die Tiegel selbst bestehen aus feuerfestem mit vielen Quarzkörnern durchmengtem Thon, der nicht weit von den Schmelzplätzen ansteht. Sie wurden an Ort und Stelle geformt, wofür die hergerichteten ungebrannten Thonklumpen, die hie und da in den Schlackenhaufen vorkommen sprechen. Das Erz war der an Ort und Stelle vorkommende Brauneisenstein, der um ihn mürbe zu machen und vom Schwefel zu befreien, bevor er zur Verwendung kam, geröstet wurde, wie es die geringen Vorräthe desselben in den Schlackenhaufen beweisen. Mitunter befanden sich neben Schmelzgruben kleine Haufen, die meist zerbrochene Röhren, Tiegelreste und einzelne Stücke Roheisen enthielten und durch das Ausräumen einer solchen Grube nach vollendeter Schmelzreise entstanden sind. In den Schlackenhaufen lagen noch geröstetes Eisenerz, Stückchen gebrannten Kalks, feuerfester Thon, z. Th. angebrannte Knochen von Schwein, Schaf und Rind, und eine grosse Menge zerstreut liegender Topfscherben nebst zerbrochenen Röhren und Tiegelresten.

3. Prähistorischer Kupferbergbau.

Das norische Eisen besitzt eine uralte Berühmtheit, neuere Untersuchungen, namentlich von Much*) haben aber das gesicherte Resultat ergeben, dass schon lange vor Ankunft der Römer in den norischen Bergen auch Kupfererze gegraben und Kupfer ausgeschmolzen wurde unter Anwendung von Geräthen und Werkzeugen aus Stein, Holz und Kupfer resp. Bronze. Auf dem Mitterberg bei Bischofshofen, auf der Kelchalpe und dem Schattberg bei Kitzbühel haben sich gewiss, im Leogangthal und in den Schladminger Thälern wahrscheinlich prähistorische Kupferbergwerke befunden, deren Bestand vielleicht zum Theil bis in die Zeit der oberösterreichischen Pfahlbauten, zum Theil gewiss bis in die Zeit des Hallstätter Grabfeldes (vgl. unten) zurückreicht. Nehmen wir dazu den Betrieb der Salzwerke Hallstatt und Hallein, an welch letzterem Orte ebenfalls Reste aus der Periode des Hallstätter Grabfeldes vorhanden sind, dann die historisch nachweisbar schon circa 150 Jahre vor Christus in den Tauernthälern bei Gastein und Rauris von Eingeborenen betriebenen Goldbergwerke, so kommen wir zu der Überzeugung, dass in diesem Theil der Alpen vor Beginn der Römerherrschaft eine fleissige, Bergbau verschiedenster Art betreibende Bevölkerung sesshaft gewesen ist. Es ist einleuchtend, dass wir von diesem Gesichtspunkt aus auch die prähistorischen Verhältnisse jener Periode in den Nachbarländern zu beurtheilen haben.

Um die mustergiltige Art und Weise, die Methode der Auffindung und Untersuchung dieser hochwichtigen Verhältnisse anschaulich zu machen, folgen wir Herrn Much in seinen näheren Beschreibungen.

Bei der Lage des Kupferbergwerks auf dem Mitterberg fällt vor allem die vollständige Abschliessung auf; einerseits ist der Ort begrenzt durch ungeheure bis über 9000′ ansteigende Felsschrofen, andererseits durch ein grosses, pfadloses Waldgebirge, das sich bis nahezu 6000′ erhebt.

---

*) Das vorgeschichtliche Kupferbergwerk auf dem Mitterberg. Wien 1879. Separatabdruck aus den Mittheilungen der Wiener anthropologischen Gesellschaft.

Die Fundstelle des zweiten prähistorischen Kupferbergwerks auf der Kelchalpe, südlich von Kitzbühel in Tirol ist nicht direct durch Felsschrofen abgeschlossen, aber es befindet sich noch um 1000′ höher als das Mitterberger Bergwerk, welches an höchster Stelle die Höhe von 4700′ übersteigt, während das Kupferbergwerk auf der Kelchalpe 5700′ hoch gelegen ist. In prähistorischer Zeit war es ringsum durch ein weit ausgedehntes Waldgebiet umschlossen, welches die ganze Thonschieferzone bedeckte, die sich nördlich von der Tauernkette in west-östlicher Richtung hinzieht. An der dritten Stelle prähistorischen Bergbaus in Noricum, auf dem Schattberg in unmittelbarer Nähe von Kitzbühel, ist eine nähere Untersuchung kaum mehr möglich, weil dort noch heute betriebener Bergbau die Spuren des alten fast vollständig verwischt hat. Much untersuchte die prähistorischen Mitterberger Kupferbergwerke unter Leitung des Verwalters des neuerdings dort wieder schwunghaft betriebenen Kupferbergbau's, Herrn J. Pirchl in Mühlbach.

Die Spuren des alten Bergbaus auf dem Mitterberg und auf der Kelchalpe kennzeichnen sich zunächst durch ausgedehnte Gruben, wahrscheinlich zum Theil Orte, wo der Bergbau über Tag betrieben wurde, zum Theil von Einsenkungen unterirdischer Gänge herrührend. Auf dem Mitterberg sind noch solche ziemlich unregelmässig gebaute unterirdische Stollen „Verhaue des alten Manns unter Tag" zum grossen Theil erhalten, ja sie sind, da sie bei ihrer Auffindung durch die neuen fortschreitenden Bergwerksarbeiten vollkommen mit Wasser gefüllt angetroffen wurden, heute noch, nachdem der Mensch sie seit einer so langen Zeit nicht mehr berührt hat, in dem Zustand erhalten, in dem sie sich befanden, als sie plötzlich aufgegeben werden mussten. Man merkt an diesen Stellen nirgends Spuren der Arbeit mit Metallgeräthen; einzelne Vertiefungen im Gestein konnten mit Werkzeugen aus dem verschiedensten Material, auch mittels Steingeräthen hergestellt sein. Die Wände sind uneben, theilweise weit die Höhe eines hohen Saales überragend. Das Losbrechen des Gesteins und das Eindringen in den Berg mittels Stollen geschah durch Feuersetzung. Man findet noch eine grosse Menge halbverbrannten und verkohlten Holzes, daneben auch Rinnen, in welchen Wasser auf die oberen

Bühnen geleitet wurde, um das Feuer zu dämpfen. Andere Fundstücke waren Leuchtspäne in sehr grosser Anzahl, wie man sie auch in Salzsteinen aus dem Heidengebirge im Salzbergwerk bei Hallein, welches ebenfalls in prähistorische Zeit fällt, ebenso in Hallstatt in grosser Zahl eingewachsen gefunden hat. Ausserdem lagen noch Balken herum von den Bühnen; Wasserrinnen, Blockleitern, die wahrscheinlich mit Benutzung von Feuer hergestellt wurden, endlich kupferne und bronzene Pickel. Diese letzteren haben ohne Zweifel dazu gedient, das durch Feuersetzung theilweise schon zerklüftete Gestein vollends zu lösen und loszubrechen. Man findet auch hölzerne Eimer und Schöpfgefässe und sogenannte Setztröge, d. i. kleine Tröge im Ganzen aus einem Baumstamm gefertigt, mit denen Erze aus den Gruben geschafft wurden. Das Holzwerk konnte sich ähnlich gut wie in den Pfahlbauten erhalten, denn sämmtliche Gruben waren, wie bemerkt, vollständig ersäuft, das Wasser ging bis an das Mundloch der Gruben, so dass diese von der Einwirkung von Luft, Licht und Wärme gänzlich abgeschlossen waren.

Unter den zu Tage gemachten Funden sind zuerst die grossen Schlägel zu erwähnen, die dazu dienten, die grösseren aus den Stollen geschafften Gesteins- und Erzbrocken zu zertrümmern; sie haben entweder Einkerbungen an den Kanten oder herumlaufende Rinnen zur Aufnahme des Stricks oder der Wiede, mit denen sie an dem Stiel befestigt wurden. Zu solchen Schlägeln wurden in Mitterberg Serpentingeschiebe verwendet, welche sich die Leute von den Schuttbänken der Salzach heraufgeholt haben. Auf der Kelchalpe dienten dazu Gneiss- und Granitfindlinge.

Waren die Erze soweit zertrümmert, dass das derbe Erz ausgeschieden werden konnte, so kamen die kleinen, mit taubem Gestein durchsetzten Erzstücke auf die Scheideplatten, wo man sie vermittels der Klopfsteine weiter verkleinerte. Die Platten erweisen sich als grössere plattenförmige Stücke von Grauwacke, wie sie in den Stollen eben herausgebrochen wurden; sie zeigen alle tiefere oder flachere Grübchen, die durch den häufigen Gebrauch allmählich enstanden sind.

Auf anderen Steinplatten mit einer wenig concaven Fläche

wurden mittels eines anderen convexen Steins die so verkleinerten Erze zu Schlich zerrieben. Die Reibsteine zeigen auf den concaven wie auf den convexen Flächen feine parallele Riefungen, zur besseren Zermalmung der Erzstücke. Diese Steine haben mit den Mühlsteinen der Pfahlbauten die grösste Ähnlichkeit. Der obere Reibstein, der Läufer, zeigt obenauf eine Furche, um darin eine auf beiden Seiten vorstehende und fassbare Handhabe aufzunehmen, welche mittels eines Stricks befestigt werden konnte, wozu wieder eine um den Stein herumlaufende Rinne diente.

Man fand in den Gruben auch einen Waschtrog zur Reinigung des »Schlichs« vom tauben Gestein, der sich von denen, die heute noch bei den Goldwäschereien der Zigeuner in Siebenbürgen üblich sind, in nichts unterscheidet. Die grösseren Stücke derben Erzes kamen auf den Röstplatz, wie ein solcher, sorgfältig von aufgestellten Steinen umschichtet, 5 m lang und 1 m breit aufgefunden wurde. Hier wurde das Erz aufgehäuft, angezündet und dann der eigenen Verbrennung überlassen.

Endlich kam das Erz in die Schmelzöfen, von denen sehr viele im Betrieb waren, wie an den zahlreichen Schlackenhaufen zu erkennen ist, die sich dem Auge durch eine überaus dürftige Pflanzendecke, die von der Üppigkeit der sonstigen Vegetation lebhaft absticht, zu erkennen geben.

Much hat einen solchen Schmelzofen vollständig ausgegraben. Derselbe hatte nur 50 cm Breite und Tiefe, bestand auf drei Seiten aus einer beiläufig eben so hohen aus rohen Steinen aufgeführten Mauer, deren Fugen mit Lehm verstrichen waren. Die vierte, resp. vordere Seite wurde nicht vermauert, sondern mit Erde und Lehm ausgestampft. Die Lage der Schmelzöfen ist gekennzeichnet durch grosse Mengen von Schlacken. An einigen Stellen glückte es, vollständige Schlackenstücke, welche die ganze auf einmal aus dem Ofen abgeflossene Schlackenmasse darstellen, zu erlangen. Sie geben das ungefähre Maass, wie viel Erz in den Ofen gegeben wurde und wie viel Kupfer bei einem Schmelzgang gewonnen werden konnte. In diesen Schlackenmassen befindet sich ein Loch, das davon herrührt, dass sie der Arbeiter, ehe sie erstarrt waren, mit einer Stange anstiess und weiterzog.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass noch manche weitere Spuren uralten Bergbaues in diesem Theil der Alpen existiren, und dass es nur des emsigen Suchens bedarf, um sie aufzufinden; in den Tauern dürfte die gegenwärtige Periode des Rückgangs der Gletscher alle solche Untersuchungen besonders begünstigen.

4. Schmiede- und Gusswerkstätten für Eisen und Bronze.

Werfen wir noch einen Blick in die Werkstätten der prähistorischen Eisen- und Bronzekünstler. Einen der schönsten derartigen Funde machte Wankel in der Býčiskála-Höhle. Dort deckte er neben der Begräbnissstätte eines vorhistorischen Herrschers, die grösste bis jetzt bekannte Schmiedewerkstätte der Vorzeit auf. *)

Die Höhle liegt in der nächsten Nachbarschaft der von demselben Forscher aufgefundenen oben beschriebenen prähistorischen Eisenschmelzen.

Die Eingänge in die Höhle finden sich in der unter dem Namen Josephsthal bekannten Schlucht. Die Vorhalle der Höhle bildet einen grossen imposanten Dom, der durch von oben spärlich einfallendes Tageslicht dämmerig erleuchtet wird. Von hier aus öffnet sich die lange, durch Funde aus der Rennthier- und Mammuthzeit interessante Grotte. In der Vorhalle hat Wankel vor einigen Jahren das grosse Höhlengrab eines Häuptlings aufgeschlossen. Aus den Resten ergibt sich, dass der letztere auf einem hölzernen, mit Eisen beschlagenen und durch ornamentirte Bronzebleche gezierten Wagen auf einem hier errichteten Scheiterhaufen verbrannt wurde, und dass ihm seine Weiber, Knechte und Pferde mit ins Grab folgen mussten. Rings um den grossen Brandplatz des Scheiterhaufens lagen über dreissig Skelette jugendlicher Frauen und einiger kräftiger Männer in allen möglichen Lagen, theils ganz, theils zerstückt und mit abgehauenen Händen und gespaltenem Kopfe, vermischt mit zerstückten Pferden, einzeln liegenden oder zu Haufen zusammengetragenen Gold- und Bronzeschmucksachen, Armbändern, Glasperlen, Bernsteinperlen und Bronzegehängen, mit Haufen von Gefässcherben, ganzen Ge-

*) H. Wankel, a. a. O.

fässen, Bronzekesseln und gerippten Cysten, mit Bein- und Eisengeräthen u. s. w. Alles dies lag bunt durch- und übereinander geworfen, theils umhüllt mit grossen Mengen verkohlten Getreides, unmittelbar auf dem geschwärzten, festgestampften, lehmigen Boden der Höhle, 2 bis 3 m hoch, bedeckt mit riesigen Kalkblöcken und auf diesen geschüttetem Sand und Schotter.

Als die Blöcke hinweggeräumt wurden, fand sich unter denselben nicht nur der Brandplatz mit den Skeletten und Schätzen, sondern auch im fernsten Hintergrund der Vorhalle ein über 20 qm grosser Platz, der mit Gegenständen anderer Gattung bedeckt war. Unter grossen Mengen Asche und Kohle lagen solche Objecte, die in dieser Menge nur in einer Werkstätte für Metallwaaren angetroffen werden können. Hier lag aufeinander gehäuftes, vielfach zerschnittenes und zerbrochenes Bronzeblech, zusammengenietete grosse Bronzeplatten, bronzene Kesselhandhaben, Haufen von unförmlichen Stücken halbgeschmiedeten Eisens, riesige Hämmer, Eisenbarren, schwere, eiserne Stemmeisen und Keile, Feuerzange, Ambos, eiserne Sicheln, Schlüssel, Haken, Nägel und Messer, ferner geschmiedete Bronzestäbe und Gussformen. Alles dies war wie der ganze Opferplatz überschüttet mit verkohltem Getreide, bestehend aus Weizen, Gerste, Korn, Hirse. Aus dem Charakter dieser Fundobjecte, den Lagerungsverhältnissen derselben und aus dem zur weiteren Bearbeitung angehäuften vorräthigen Rohmaterial lässt sich mit Gewissheit auf eine Schmiedestätte schliessen, wo längere Zeit hindurch nicht nur Eisen sondern auch Bronze geschmiedet und anderweitig verarbeitet wurde.

Die Werkzeuge, insbesondere die 6—7 kg schweren wuchtigen Eisenhämmer — von den Bergleuten Schlägel, Fäustel, palice, genannt —, von welchen 8 Stück gefunden wurden, zeigen alle Spuren eines langen Gebrauchs und mehr oder weniger starker Abnutzung. So ist ein Hammer in Folge des Gebrauchs mitten entzwei gebrochen; die kleinen Handhämmer haben breitgeschlagene Enden mit eingebogenem zackig ausgefranstem Rand, und an der Feuerzange ist der eine Arm durch den Gebrauch abgebrochen. Und nicht nur an den Spuren eines langen Gebrauchs der Handwerkzeuge, sondern auch an den unfertigen Gegenständen, deren Bearbeitung mitten in der

Arbeit unterbrochen ist, lässt sich erkennen, dass hier lange Zeit gearbeitet wurde. So verräth ein 8 kg schwerer eiserner Keil seine Unfertigkeit dadurch, dass das eine Ende zwar schon in eine Spitze ausgehämmert ist, das andere aber erst im Beginn der Bearbeitung sich befindet. Bei einem anderen 6 kg schweren Hammer ist das Stielloch angedeutet; bei einem dritten ist das Stielloch so eng, dass man annehmen muss, die Arbeit des Durchbohrens sei noch nicht vollendet. Die roh gearbeiteten Nägel sind oft unvollendet, gebogen und zerbrochen; die Bronzebleche in Streifen und unregelmässige Stücke zerschnitten, zusammengebogen, zerknittert. Sie waren vermischt mit Abfällen, zerbrochenen Ringen u. a., auf einen Haufen geworfen und offenbar zum Zusammenschmieden oder Verschmelzen vorbereitet. Für letzteres sprechen zwei Gussformen. Die eine derselben ist aus Bronze und besteht aus drei Theilen; sie war bestimmt zum Guss flacher Scheiben mit zwei Öhren und einem Tubulus in der Mitte. Die andere, aus grauem Thonschiefer, diente zum Guss eines Schmuckgegenstands von der Form eines kleinen vierspeichigen Rades, am Rande mit Knöpfchen besetzt. Ein 35 cm langer Bronzestab lässt auf seinen Flächen die Spuren der Schläge des Hammers erkennen, ohne vollendet worden zu sein etc. etc. Noch mehr als alles dies sprechen für eine Benutzung dieser Stelle als Schmiedestätte viele kleine Stückchen Schlacke, ferner kleine Eisenstäbe, an deren Enden Eisenklumpen angefrischt sind, wie es noch heute die Hammerschmiede thun, und vor Allem das zur Bearbeitung angehäufte und vorbereitete Rohmaterial in Form von 6 bis 8 kg schweren unregelmässigen Bruchstücken sehr harten und zähen an den Bruchflächen schwarzmetallisch glänzenden Luppeisens, das sich als solches durch ungleiches Gefüge und einzelne Schlackenpartikelchen herausstellt, und nur die erste Hämmerung durchgemacht hat. Dieses harte und zähe Rohmaterial gab ein vorzügliches Schmiedeeisen, welches in Form der mehrfach gefundenen Eisenbarren als Handelswaare in die Welt geschickt wurde. Letztere sind schwere, vierkantige, zu beiden Seiten in lange dünne Spitzen ausgeschmiedete Eisenstücke, wie sie sich, als Eisenbarren angesprochen, z. B. in den Museen zu München, Mainz, Hamburg, Kiel, Christiania u. a. O. finden.

Wankel glaubt, dass jene oben (S. 339) beschriebenen einfachen Tiegelschmelzereien das Eisen für diese Werkstätte lieferten. Für die Altersbestimmung ist es wichtig, dass alle die massenhaften Bronze- und Eisenobjecte im Allgemeinen den „Hallstätter Charakter“ tragen, doch lassen sie ihre einfachere und rohere Ornamentik und manche andere Merkmale noch älter erscheinen. Wankel möchte sie chronologisch in das dritte bis vierte vorchristliche Jahrhundert versetzen.

5. Prähistorischer Salzbergbau und prähistorische Gerberei und Weberei.

Aus den Funden am Salzberg bei Hallstatt,*) geht hervor, dass der Salzbergbau von Seite der prähistorischen (vorrömischen) Bevölkerung dieser Gegend betrieben wurde und die Quelle jenes Reichthums war, den wir aus den dortigen Gräberfunden uns entgegentreten sehen. Die directen Beweise für den Betrieb des Salzbergbaus wurden auch hier durch Stollen des „Heidengebirges“ erbracht, welche Objecte geliefert haben, die mit den im Hallstätter Gräberfeld gefundenen vollkommen übereinstimmen und dadurch ihre fixirte chronologische Bestimmung erhalten.

Solche prähistorische, vom Tag abgebaute Salzgruben hat man nach der Beschreibung des Herrn v. Sacken*) bei Hallstatt im Salzberg in einer Tiefe von mehr als 480′ gefunden, die noch Leuchtspäne, Scheiter und bearbeitetes Rüstholz enthielten. Man fand fünf solche Taggruben: im Tollinger Stollen, auf der Friedrich-Kehr, im Kaiser Karl-Stollen und in der Forstner Wöhr. Sie unterscheiden sich wesentlich von der mittelalterlichen und neueren Benutzungsart des Salzlagers, indem man in prähistorischer Zeit nur senkrechte Gruben abteufte, um Steinsalz zu gewinnen, während man seit 1311 Stollen anlegt und das Salzflötz vorzüglich nur durch Auslaugung mit Wasser benutzt.

Andere Funde wurden im Salzstock selbst gemacht und

*) v. Sacken, das Grabfeld von Hallstatt in Oberösterreich und dessen Alterthümer.

**) a. a. O.

zwar zum Theil senkrecht unter dem ältesten im 14. Jahrhundert eingetriebenen Stollen. Im Jahre 1838 fand man bei Ausmauerung der Kaiser Josef-Stollen-Hauptschachtricht im Salzthon die Spitze eines Keils aus schwarzem Serpentin von einer auch sonst vorkommenden Form, vierkantig, einerseits flach mit scharfen Kanten, andererseits etwas gewölbt mit abgerundeten, spitz zulaufend, durchaus polirt. Das Werkzeug dürfte eine Länge von 7—8″ gehabt haben bei 1½″ Breite und gleicher Dicke. Dabei war das Fragment eines Hirschgeweihes mit der Rose und deutlichen Spuren der Bearbeitung, endlich ein Ring von 2¼″ Durchmesser aus Holz oder Splint, mit einem Baststreifen sorgfältig umwickelt, dessen Enden in einen Knoten geschlungen sind. Bei der weitergeführten Ausmauerung im Jahre 1845 wurden Bruchstücke eines Pickels und Steinbohrers mit sechskantiger Spitze gefunden, dann weiter eine 3½″ lange cylindrische Pfrieme aus Bein, scharf zugespitzt; das Ende eines flachen Geräthes aus Horn abgerundet und schief mit einem scharfen Werkzeug durchbohrt; das Fragment eines Topfes aus grobem, schwärzlichem Thon mit zwei erhabenen Bändern, deren eines gerade, das andere krumme Eindrücke roher Art zeigt.

Ferner ein fest in das Steinsalz eingewachsenes Stück einer hölzernen Schale von bauchiger Form mit eingezogenem Rand aus Ahornholz von circa 6″ Durchmesser und 2″ Höhe und ein Stierhorn.

Besondere Beachtung verdienen die zahlreichen Überreste von Fellen, Pelzwerk und gewebten Wollstoffen, die sowohl hier als an benachbarten Stellen im „Heidengebirge" im Salzthon eingeschlossen gefunden wurden. Nebst vielen Stücken von schwarzem Lammpelz, Ziegen- und Kalbsfellen, Reh- und Gemsdecken, alle noch mit Haaren, erregten Stücke wohlgegerbten Leders die Aufmerksamkeit, namentlich ein ungefähr einen Quadratfuss grosses Stück Kalbleder, aus mehreren, mittels ganz feinen Lederstreifchen zusammengenähten Theilen bestehend. Es ist ohne Zweifel eine Tasche oder ein Beutel, durch einen Zug zu verschliessen; das hierzu dienende Riemchen ist noch vorhanden und durch die Säume gezogen. Mehrere schadhafte Stellen sind mit fest und sorgfältig aufgenähten Flecken aus anderem Leder ausgebessert.

Die Aussenseite ist glatt und scheint dunkel gefärbt gewesen zu sein, die Innenseite rauh und licht. Von einem zweiten Beutel ist der Obertheil erhalten; er erscheint zusammengefasst und mit einem fünfmal herumgewundenen, zuletzt verknüpften Bindfaden aus Pflanzenfaser fest geschlossen.

Die gewebten Stoffe bestehen sämmtlich aus Schafwolle, sind aber in Feinheit, Technik und Färbung verschieden. Man kann zehn Muster unterscheiden von ganz groben, wahrscheinlich geflochtenen, bis zur Feinheit eines Merinos oder Orleans gröberer Sorte unserer Zeit. Sie sind theils von einfacher glatter Weberei, theils diagonal im einfachen und doppelten Croisée gearbeitet, einige zeigen noch ein in anderem Muster, als Bordüre gewebtes Ende. Die Stoffe sind theils braun, theils lichtgrün, von letzterer Farbe sind meistens die feineren, einer derselben erscheint dunkel-blaugrün, bei mehreren braunen ist Kette und Einschlag von verschiedenen Tinten, wodurch eine Melirung entsteht. Ein Streifen aus schwarzer mittelfeiner Schafwolle besitzt in der Mitte der ganzen Länge nach ein schachbrettartiges Muster aus braunen Fäden, ausserdem sind der Quere nach starke Pferdehaare eingewebt.

Ferner fanden sich Stücke einer aus Binsen geflochtenen Matte, Blätter mit Gras oder Bast in Büschel gebunden, oder in einzelne grosse Blätter eingeschlagen und viele z. Th. verkohlte Holzreste.

Der gesammte Fund, mit seinen zerbrochenen Geräthen, Fetzen von Fellen, Stoffen und Matten, einzelnen Knochen, Hörnern und Geweihstücken, Holzstücken und Kohlen, stellt sich als ein Haufen von Abfällen und weggeworfenen Sachen dar, die durch eine bedeutende Masse von Tagwässern, welche sich in den oberen Theilen des Salzbergs angestaut hatte und zum plötzlichen Durchbruch kam, weggeschwemmt, und bei der später erfolgten Neubildung eines krystallinischen Salzstocks in denselben eingeschlossen wurden. Diese Revolution, die man aus der Schichtung des Salzstocks erkennt, muss, wie die mitgefundenen Erdbeer- und Kleeblätter, Moose und andere Pflanzenreste beweisen, zu Anfang des Sommers eingetreten sein.

Wie wichtig für unsere Beurtheilung des Culturlebens der

Vorzeit diese im Salz conservirten Reste so leicht vergänglicher Stoffe und Objecte sind, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Die Untersuchung des unten zu beschreibenden Hallstätter Grabfeldes fügt zu dem hier Gewonnenen noch wichtige Ergebnisse hinzu. Auffallend erscheint das Fehlen (?) von Flachsgeweben, welche wir in den Pfahlbaufunden der Schweiz eine so wichtige Rolle spielen sahen.

6. Prähistorischer Ackerbau.

An vielen jetzt brachliegenden oder mit Wald bewachsenen Stellen hat man namentlich in Baiern sogenannte Hochäcker entdeckt, langgezogene, breite und hohe Ackerbeete, welche auf Ackerbau in prähistorischer Zeit oder in der Römerperiode bezogen zu werden pflegen.

7. Vorrömische Münzen, Regenbogenschüsselein.

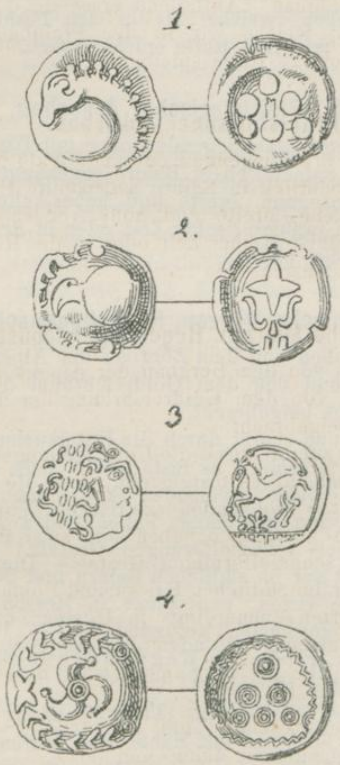
Wir haben oben von dem Bergbau der Alpenvölker in vorrömischer Zeit und von dem Goldreichthum der betreffenden Gegenden Einiges beigebracht.

Namentlich und zuerst durch die Untersuchungen des Herrn Franz Streber*) scheint es festgestellt, dass die südlich der Donau und im Gebirge wohnenden »keltischen« Völkerschaften das Gold zu Münzen geschlagen haben und zwar in einer auffallenden, nämlich schüsselförmigen Gestalt. Diese Münzen, welche man nicht nur im südlichen Baiern und Böhmen, sondern auch an anderen Orten, neuerdings in Hessen, manchmal in grosser Anzahl zusammen gefunden hat — 1000 Stück und mehr — sind es welche als Regenbogenschüsselein bezeichnet zu werden pflegen.

Auf der einen Seite kommt (Tafel 26) häufig eine ringförmig sich krümmende Schlange mit Mähne und Löwen- oder Widderkopf, oder ein Vogelkopf vor, auf der anderen ein Stern oder ein Halbmond und Punkte oder Kugeln in verschiedener Anzahl. Manchmal tritt auch ein Blätterkranz auf, oder eine

*) Über die Regenbogenschüsselchen, in den Abhandl. der k. bair. Akademie der Wissenschaften, I. Cl. Bd. IX. Abth. I und III.

Leier, ein Apollokopf, ein Hirschkopf, ein Pferd, alles in Ornamente aufgelöst, nicht selten eine Muschel. Die Mehrzahl hat aber wie gesagt auf der concaven Seite eine grössere oder geringere Anzahl von Kugeln, die von einem Rundbogen umspannt sind.



Tafel 26.
Regenbogenschüsselein nach Fr. Streber.

Die Münzen sind selten aus ziemlich reinem Gold, Dukatengold, viel häufiger aus Electrum, einer Mischung von Gold und Silber, welche in 1000 Theilen aus etwa 692 Gold, 228 Silber

und 80 Theilen unedlem Metall besteht, diese Münzen sind sonach 16,608 karätig. Sehr selten ist ein geringerer Goldgehalt (12 karätig).

Das Gewicht beträgt meist etwa 7,5 gr, Herr Streber macht drei Abtheilungen, solche von 7,737, dann von 7,514 und von 7,042 gr.

Wie schon der Name sagt, galten diese Münzen dem Volk als vom Himmel gefallen und werden noch manchmal als glückbringend in den Familien vererbt. Aus dem 17. Jahrhundert lässt sich die Meinung nachweisen (Streber), dass die Regenbogenschüsselein insbesondere bei Fiebern heilsam seien, namentlich durch Einlegen derselben in das zu geniessende Getränk.

Als »keltische« Münzen werden neben den Regenbogenschüsselein auch barbarische Nachbildungen der macedonischen Stateren bezeichnet, ebenso barbarisirende Nachahmungen griechischer Münzen.

Von den römischen Münzen sind die Regenbogenschüsselein schon durch ihre eigenthümliche Gestalt zu unterscheiden, es fehlen ihnen auch meist alle Spuren von Buchstabenzeichen und Ziffern.

Kapitel IV.

Prähistorische und römische Befestigungen, Bauten und Strassen.

1. Erd- und Steinwälle, Bauernburgen.

In Berggegenden, wenn auch nicht gerade im Alpengebiet, sind zahlreich vorhistorische Wallanlagen aufgefunden worden, die man früher unbedenklich alle als militärische Befestigungen auffassen zu dürfen meinte, welche aber sicher vielfach als

Cultusstätten und als gelegentliche Zufluchtsorte für die umwohnende Landbevölkerung in Feindesgefahr gedient haben. Man pflegt die Wälle nach ihrem Baumaterial zu unterscheiden als Erdwälle, Steinwälle oder nach ihrer mehr oder weniger regelmässig runden, halbrunden oder ovalen Anlage, wodurch

Tafel 27.

Ringwall.
Hackenförmige Heidenschanze bei Nieden in der Lausitz, nach Jähns.

sie sich von der Mehrzahl der römischen Verschanzungen unterscheiden, als Ringwälle (Tafel 27). Eine Beschreibung nach militärischen Gesichtspunkten soll im folgenden Abschnitt gegeben werden.

In dem gebirgigen Terrain Krain's hat v. Hochstetter*) eine ganze Anzahl Ringwälle und mit solchen zusammenhängender prähistorischer, vorrömischer Ansiedelungen theils neu entdeckt theils genauer untersucht.

Eine dieser Localitäten, welche eine reiche Ausbeute gewährte, liegt in der Nähe von Zirknitz bei Niederndorf am

*) Denkschriften der mathem.-naturwiss. Classe der k. Akad. in Wien. Bd. 42.

nordwestlichen Ende des Zirknitzer Sees zwischen den einzeln stehenden Kirchen St. Lorenz und St. Wolfgang. Es ist ein für eine Ansiedelung sehr günstig zwischen Wald und See gelegener Hügel, Teržišče, welcher einst seinem ganzen Umfang nach besiedelt und befestigt war. An der nordwestlichen, westlichen und zum Theil auch an der südlichen Seite sind noch deutlich erhaltene nicht gemauerte Stein- und Erdwälle erkennbar.

Auch Grad bei St. Michael, unweit Adelsberg am Fusse des Nanos zeigt ausgedehnte, durch Umbau zum Theil mehr oder weniger verwischte Erdwälle und an mehreren Punkten mörtelloses, vorrömisches Mauerwerk.

Auf dem oberhalb des Dorfes Vier zwischen Sittich und St. Veit in Unterkrain gelegenen Plateau, welches die Dorfbewohner Vrh nennen und jetzt als „römisches Lager" zu bezeichnen pflegen, finden sich wohlerhaltene Wallspuren. Das Plateau ist ungefähr 50′ hoch, gross und ringsum natürlich abgegrenzt. Gegen Süden fällt es mit scharfem Rand steil ab und wenn hier einst Erdwälle bestanden haben, so sind sie jetzt durch Überackern längst verschwunden. Dagegen ist in dem über den Feldern etwas höher gelegenen Wald ein aus Steinen und Erde am Rand des Plateau's aufgeworfener mächtiger, an manchen Stellen 4 m hoher und bis 6 m breiter Wall in einem grossen Halbkreis noch vollständig erhalten. An mehreren Stellen bemerkt man Durchbrüche, die aber wohl neueren Ursprungs sind und von den Bauern zum Hinausschaffen des Holzes hergestellt sein mögen. Die Bauern nennen den Wall den „Zwinger". Wo man an dem Wall nachgräbt, findet man wenigstens einzelne Gefässcherben, Thierknochen und Holzkohle.

Die übrigen Funde erweisen, dass die Anlagen grossentheils in die vorrömische, aber immerhin in eine relativ hochentwickelte Culturperiode hereinragen, die in Krain mit der Hallstätter Periode übereinzustimmen scheint. Scherben, Knochen, Holzkohlen sind überall die Zeichen der alten Anwesenheit des Menschen auf den Berghöhen, die einst derartige „Befestigungen" getragen haben. Die Fundgegenstände befinden sich hier in einer oft bis zu 1 m mächtigen Culturschichte,

welche Fraas*) als „Schwarzerde auf den Höhen der Berge“ bezeichnet. Auch seiner Meinung nach haben die Menschen dort nicht dauernd gewohnt, sondern da, wo sie ihre Felder bauten und Ackerbau trieben. Es widerstreitet ihm der Gedanke, dass ein Volk, das Weizen und Lein baute, anders als nur zu gewissen Zeiten, etwa bei besonderen Festlichkeiten, bei Opfern, Märkten und dergleichen auf den Berggipfeln von den Stürmen sich durchblasen liess.

Höchst beachtenswerth sind die in Deutschland und Österreich bisher namentlich vielfach in einst oder dauernd von Slaven besetzten Gegenden auf Berghöhen gefundenen Brand- oder Schlackenwälle, welche Virchow**), der das Studium derselben vorzüglich gefördert hat, als Glasburgen benennt. Sie sind in Schottland (als vitrified forts oder sites) schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt.

Es sind Steinwälle, bei welchen die Steine, aus denen sie errichtet sind, in geringerer oder grösserer Ausdehnung gebrannt, oder wie der alte Ausdruck lautet, „verglast“ sind. Während früher mancherlei Zweifel darüber herrschten, ob die Schlacken nicht möglicher Weise als natürliche Producte anzusehen seien, oder ob sie ihre Entstehung nicht einem blossen Zufall verdanken, so sprachen sich doch schliesslich die sorgfältigsten Untersucher für die künstliche Erzeugung derselben, zum Zweck der weiteren Festigung des Walles, aus.

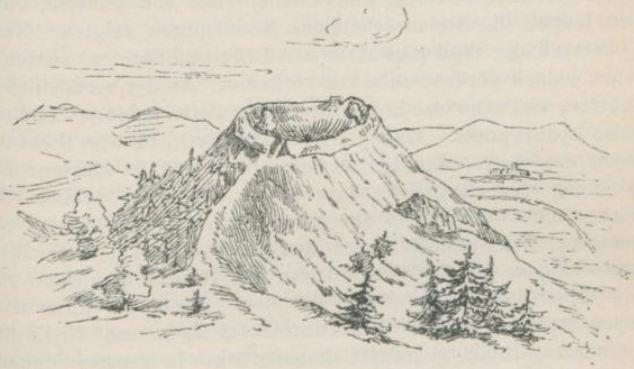
Häufig, sagt Virchow, kommen diese Umwallungen auf der Höhe an sich schwer zugänglicher Berge vor. Ihre Ausdehnung ist sehr verschieden, und manchmal zeigen sich die Brandspuren nur an gewissen Stellen des Walls. Bei einzelnen bildet die Schlackenmasse die Basis des Walls, bei anderen findet sie sich mehr an der Aussenwand, während sie im Übrigen durch unveränderte d. h. nicht verglaste Steine oder erdige Umhüllungen verdeckt ist.

Virchow untersuchte sehr sorgfältig den Brandwall auf dem 988′ hohen steilabfallenden basaltischen Stromberg bei

*) Correspondenzblatt a. a. O.

**) Zeitschrift für Ethnologie, 1870. Sitzungsberichte der Berliner anthropologischen Gesellschaft 14. Mai 1870. S. 257.

Weissenberg in der Oberlausitz (Tafel 28). Der umwallte Raum bildet ein unregelmässiges Halboval; der Wall selbst stellt einen länglichen Halbkreis dar, während der freie Rand des Berges in einer nur wenig gekrümmten Linie verläuft. In querer Richtung (NNO — SSW) misst der Innenraum 73, in senkrechter (WNW — OSO) 41 Schritte; die Länge des Walls be-



Tafel 28.

Ringwall, Schlackenwall auf dem Stromberg bei Weissenberg nach R. Virchow.

trägt etwa 200 Schritte. Letzterer ist von sehr verschiedener Höhe. Nach S. zu verflacht er sich, nach W. steigt er allmählich bis zu einer Höhe von 3—5′ an, gegen NO wird er noch etwas höher. Äusserlich ist er, wo er nicht durch Ausbrechen und Grabungen angegriffen ist, überall mit kurzem Rasen und darunter mit schwarzer Erde bedeckt. Nach aussen fällt er steil ab, nach innen ist er sanft abschüssig. Auf diese Weise entsteht eine grosse, kesselartige Vertiefung, welche gegen den Ostrand ansteigt und unmittelbar hinter dem Westrand am tiefsten ist.

Virchow untersuchte die Beschaffenheit des Bodens und des Walls an 8 Stellen. Innerhalb des Raumes fand sich nichts als schwarze Erde und zahlreiche (durch Feuer) rothe Basaltstücke. An dem freien Rand in der Nähe des Signal-

steins (in der Fig. oben rechts) kamen kleine Holzkohlenstücke, rothgebrannte Erde und äusserlich durch Feuer geröthete Basaltstücke zu Tag. Am südwestlichen Rand stiess man auf eine grosse Brandstelle mit zahlreichen, bis über faustgrossen Stücken von noch fester Eichenkohle, welche zwischen grossen, äusserlich geschwärzten Basaltstücken, von schwarzer Erde bedeckt, bis zu einer Tiefe von 2′ lagen, ohne dass jedoch die Steine erhebliche Brandspuren zeigten. Nach N. bestand der Wall gleichfalls aus Erde und Steinen, zwischen denen jedoch poröse Schlacken vorkamen. An der nordöstlichen Ecke lag viel schwarze Erde; die Steine waren gebrannt, stellenweise sogar porös. Gegen NNW. dagegen, in der Richtung gegen den Sattel des Berges hin, fand sich in längerer Erstreckung der eigentlich verschlackte Theil des Walls. An dieser Stelle wurde nicht ohne grosse Schwierigkeiten ein vollkommener Durchschnitt durch den Wall gemacht. Der Wall zeigte hier an der Basis eine Breite von 15′ und eine Höhe von 4—5′ über dem natürlichen Felsboden. Zu oberst unter dem Rasen und von humoser Erde durchsetzt lagen lose, theils unveränderte, theils gebrannte Basaltstücke in grosser Menge; in der Tiefe von $1^1/_2$ bis 2′ kam ein zusammenhängender Kern von Brandmassen, die fast durchweg, jedoch verschieden fest zusammenhingen. Dieser Kern hatte sehr verschiedene Breiten und Höhen. An einer Stelle war er nahezu 4′ breit und $2^1/_2$ bis 3′ hoch, so dass er nach völliger Blosslegung wie eine mächtige gebackene Mauer aussah, allein sehr bald verschmälerte sich diese Mauer und lief in eine Art Spitze aus, neben welcher sich jedoch schon wieder der Anfang einer neuen Mauer zeigte. Nach der äusseren Seite des Walls war der Brand offenbar stärker gewesen, denn hier waren die Massen stellenweise völlig geschmolzen und geflossen.

Dabei zeigte es sich, dass innerhalb der gebrannten Masse selbst zahlreiche kleinere und grössere, meist länglich-eckige Höhlungen oder Lücken vorhanden waren, deren Untersuchung bei Virchow die Überzeugung feststellte, dass wenigstens ein grosser Theil derselben dadurch entstanden sein müsse, dass Holz zwischen die Steine gesteckt und durch den Brand zerstört worden sei. An zahlreichen dieser Höhlungen zeigt die

innere Oberfläche deutlich die Abdrücke von Holzstücken. Ja es fanden sich mitten in einem grossen zusammengebackenen Klumpen in einer tiefen gangartigen Aushöhlung einige Esslöffel voll pulveriger Holzkohle. Fast sämmtliche Höhlungen sind aber an den Stromberg-Schlacken ihrer Gestalt nach nicht auf natürliche Formen der Äste oder Stämme zu beziehen, sondern die Abdrücke in den Schlacken zeigen vielmehr künstlich gespaltene oder durchhauene Holzstücke, in der Regel wahre Holzscheite mit ganz glatten Längsflächen und schräg oder rechtwinkelig daranstossenden Endflächen, Querschnitten.

Es ist charakteristisch und mehrfach beobachtet, dass in der Nähe der Ringwälle keine Möglichkeit Trinkwasser zu bekommen gegeben war, so dass solche Plätze niemals als dauernde Ansiedelungen oder nur Vertheidigungsanlagen gedient haben können; auch auf dem Stromberg fehlt Trinkwasser.

Virchow hält die Erdschanzen und Burgwälle in dem von ihm untersuchten Gebiet Norddeutschlands nach Analyse der in ihnen gefundenen Reste von Bewohnung für slavischen Ursprungs, während er die Stein- und Brandwälle einer germanischen oder vorgermanischen Bevölkerung zuschreiben möchte.

In anderen Gegenden wird sich vielleicht die Frage nach dem Herkommen analoger Wälle anders lösen.

Dass auch im eigentlichen Hochgebirge derartige prähistorische Wallanlagen sich finden, zeigt z. B. die Beobachtung Much's*) der in der Nähe des Bergwerks auf dem Mitterberg ein Bauwerk aufgefunden hat, welches in diese Gruppe gehört. Es besteht aus einem tumulus-ähnlichen Felskegel, der einerseits von einem steilen Abgrund, andererseits von einem doppelten Ringwallsegment umschlossen ist. Es steht in unzweifelhafter Beziehung zu dem Bergwerk, sei es als Cultusstätte oder, was wohl wahrscheinlicher, als Festungswerk, um die aus dem Salzachthal zu den Erzlagern führenden Thal- und Bergpfade zu sperren.

Für die wissenschaftliche Verwerthung derartiger Beobachtungen ist selbstverständlich zunächst wieder eine genaue kartographische Orientirung, Angabe des Flur- oder Waldnamens und

*) a. a. O.

des Namens der Schanze selbst, sodann Planaufnahme, womöglich mit landschaftlicher Zeichnung, erforderlich. In die Planaufnahme gehört auch ein Durchschnitt mit Angabe der Böschungsmaasse. Weiter sollte gemessen werden die Breite und Tiefe eines etwaigen Wallgrabens von der äusseren Ebene, dann die Wallhöhe von aussen, eventuell vom Graben, und von innen, die Walllänge, womöglich auf dem Rücken des Walles abgemessen. Eine nähere Beschreibung des Walles hat, abgesehen von seiner Form, ob drei- oder viereckig, kreis- oder eirund oder unregelmässig etc. darüber Aufschluss zu geben, ob der Wall allseitig geschlossen oder ob er, und dann an welchen Stellen, offen ist. Dabei ist nach etwaigen Mauerresten, ob ohne oder mit Mörtel hergestellt, zu suchen, die Grösse und etwaige Bearbeitung der Steine, das Material der letzteren zu beachten und nach etwa dort schon gemachten Funden zu forschen.

In einigen Gegenden Deutschlands hat man auch alte Waldverhaue, Baumschanzen aufgefunden, die man in graue Zeitfernen zurückverlegen möchte. Auch solche Vorkommnisse wären zu beachten und den Baumarten aus denen sie bestehen sowie dem muthmasslichen Alter der Bäume selbst Aufmerksamkeit zu schenken. Strabo berichtet z. B., dass am Ardennenwald lebende Völkerstämme die Gewohnheit hatten, bei feindlichen Anfällen die Ruthen von dornigen Gesträuchen in den Waldpfaden zusammenzubinden, um das Vordringen zu verhindern.

2. Römerwälle und Schanzen und ihre Unterscheidung von analogen militärischen Anlagen „barbarischer Völker."

Von den nach allen Regeln der Kriegskunst angelegten Erdwerken der Römer sind die eben besprochenen Bauernburgen gewöhnlich schon äusserlich leicht zu unterscheiden.

In Beziehung auf die Beschreibung der römischen militärischen Erdbauten folgen wir vorzüglich den Darstellungen der Geschichte des Kriegswesens von Max Jähns.

Befestigte Lagerplätze und analoge fortificatorische Anlagen

aus der Römerzeit haben sich in grosser Anzahl in allen jenen Gebieten in ihren Resten erhalten, in welchen die Römer vorübergehend oder bleibend Fuss gefasst haben.

Es rührt das davon her, dass die Römer seit dem ersten gallischen Krieg den Gebrauch angenommen hatten, dem sie bis in die späten Zeiten des Kaiserreichs treu blieben, ihre ganze Taktik, ja selbst die täglichen Märsche durchaus auf befestigte Lager zu stützen. Man unterschied im allgemeinen Winterlager (castra hiberna), welche als Winterquartier dienten, von den Sommerlagern (castra aestiva), welche am Abend jedes Marschtags neu errichtet wurden.

Ursprünglich sollte das Lager ein Quadrat bilden mit der Frontseite nach Osten. Sehr häufig wurde aber das Lager in der Gestalt eines Rechtecks angelegt, für dessen Frontseite jene galt, welche für Zufuhr und Wasserholen am bequemsten oder dem Feind zunächst gelegen war, stets aber eine der kurzen Seiten des Rechtecks. Durch die Linienrichtung des »cardo« wurde das Lager im Innern der Breite nach, durch die Linienrichtung des »decumanus« der Länge nach getheilt. Vor der Front des »Prätoriums«, der Wohnung des Obergenerals, einem Quadrat von 200′ Seitenlänge, läuft die 60—100′ breite Hauptstrasse des Lagers, die „via principalis“, deren Mittellinie der „cardo maximus“ ist, und welche das Lager in eine vordere und hintere Hälfte theilt. Senkrecht auf den Mittelpunkt des cardo maximus, welcher vor dem Eingang des Prätorium's angenommen wurde, wurde der „decumanus maximus“ gezogen, und auf ihm eine zweite 40—50′ breite Strasse angelegt, welche das Lager in zwei seitliche Hälften schied. In den durch diese Hauptstrassen abgegrenzten Lagerabschnitten befanden sich die Zeltreihen in ganz bestimmter Anordnung und durch eigene Strassen noch weiter eingetheilt. Der Wall, der das Lager umgab, lag nicht unmittelbar an den Zeltreihen, sondern von ihnen auf allen vier Seiten getrennt durch einen für die militärischen Bewegungen der Truppen erforderlichen freien Raum von 200′ Breite. Das Lager hatte normal vier Thore an den Enden der beiden sich rechtwinkelig schneidenden Hauptstrassen. Die beiden Seitenthore, in welche die via principalis mündete, hiessen „porta principalis dextra“ und „porta principalis sinistra“.

Das Thor der Frontseite wurde vermuthlich als „porta praetoria", das der Rückseite als „porta decumana" angesprochen.

Den Lagerplatz wählte man mit Vorliebe auf einem erhöhten Gelände an einem sanften Abhang und zwar so, dass man noch einen Theil desselben vor der Front behielt, welche immer an der niedrigsten Stelle des Castrum's lag.

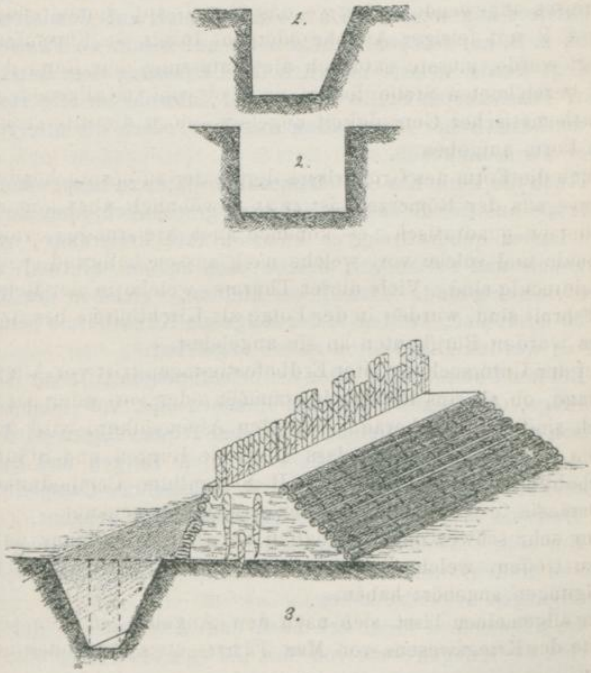
Alle normalen römischen Verschanzungen bestanden aus dem Wall (agger) und dem vor ihm liegenden Graben (fossa), der als das Hauptvertheidigungsmittel galt.

Der Graben hatte eine obere Breite von 9, 12, 15—18′ bei entsprechenden Tiefen von 7, 9, 11—13′. Zuweilen kommen auch Grabentiefen von 15′ vor, denn die römischen Schanzbauer verliessen sich nicht ausschliesslich auf den Spaten, bei dessen alleiniger Anwendung schon das Ausheben von 9′ tiefen Gräben schwierig wird, sondern sie nahmen auch Tragkörbe bei Ausschachtung des Bodens zu Hilfe. Die gewöhnliche Form des Grabens (Tafel 29, Fig. 3) ist die „fossa fastigata", der Spitzgraben, bei dem $^1/_3$ der oberen Breite auf die Grabensohle, je $^1/_3$ auf Escarpe und Contrescarpe fällt. Ausserdem wurde noch die fossa Punica (Tafel 29, 1) verwendet, bei welcher die Contrescarpe senkrecht gehalten ist, und Cäsar wendete sogar Gräben mit zwei senkrechten Wänden (directis lateribus) an (Tafel 28, Fig. 2).

Die gewöhnliche Höhe des Walls (Tafel 29, Fig. 3) betrug wahrscheinlich $^2/_3$ der Grabenbreite. Die äussere Böschung war sehr steil und wurde meist mit Rasenstücken und Strauchwerk bekleidet. Bei bedeutenden Dimensionen des Walls zog man im Innern desselben der Länge nach mehrere Zäune von dichtem Flechtwerk, um den Druck der aufgeschütteten Erde von der Escarpe abzuhalten. Auf breite Wälle setzte man wohl, da vom Wall herab die Truppen kämpften, eine Brustwehr mit oder ohne Zinnen (Fig. 3). Die Brustwehr bestand entweder aus Palissaden oder aus Erde und dann meist aus Rasenziegeln.

Aber nicht die grossen Lager sondern die kleinen »Lägerchen«, die Castelle erscheinen namentlich in der späteren Kaiserzeit als die wichtigste und am häufigsten verwendete Befestigungsart.

In der späteren Kaiserzeit blieben selten noch ganze Legionen beisammen, die Zahl der detachirten Cohorten, der Vexillationes etc. nahm immer mehr zu, diese marschirenden kleineren Truppenabtheilungen bedurften daher auch nur kleinerer ver-



Tafel 29.

Römische Feldbefestigungen nach Jähns.

1. Graben mit senkrechter Contrescarpe (fossa Punica). 2. Graben mit zwei senkrechten Wänden (directis lateribus). 3. Die gewöhnliche Form des Grabens (fossa fastigata, Spitzgraben) mit dahinter befindlichem Wall mit bezinnter Brustwehr.

schanzter Lager, Castelle, ursprünglich kleine geschlossene Schanzen, welche aber in der Folge häufig für ständige Occuation stabil hergestellt und gemauert wurden, so dass der Be-

griff „castellum“ der einer kleinen permanenten Befestigungsanlage wurde (S. 374). Der Grundriss und die Grundeinrichtung der in ebener Gegend gelegenen Castelle entspricht denen des altrömischen Castrum's. Nur gelegentlich wurde später für einzelne Lager ausnahmsweise die Form des Dreiecks, des Kreises, des Halbkreises angewendet. Da wo das Castell auf dominirender Stelle, z. B. auf felsiger Anhöhe oder auf Inseln an Flussufern angelegt wurde, musste natürlich die Umfassung dem Rand der scharf bezeichneten Stelle folgen und, obwohl im allgemeinen mit mathematischer Genauigkeit angelegt, doch die alte rechteckige Form aufgeben.

Auch die Form des Grundrisses der später zu besprechenden Thürme aus der Römerzeit ist zwar gewöhnlich, aber keineswegs immer quadratisch, es kommen auch kreisrunde, ovale, polygonale und solche vor, welche nach aussen halbrund, nach innen viereckig sind. Viele dieser Thürme, welche in der Regel 25—30′ breit sind, wurden in der Folge als Kirchthürme benutzt, oder es wurden Burgbauten an sie angelehnt.

Bei der Untersuchung alter Erdbefestigungen tritt vor Allem die Frage, ob sie aus Römerzeit stammen oder vor- oder nachrömisch sind, an uns heran. Von den Alpenvölkern wird uns von den Römern berichtet, dass sie viele Burgen und Städte innegehabt haben, mehrere, wie z. B. Brigantium, Campodunum und Damasia in Vindelicien werden namentlich genannt.

Nur sehr schwer oder unmöglich ist es, Entscheidung darüber zu treffen, welchem Volk etwa die nicht-römischen Erdbefestigungen angehört haben.

Im allgemeinen lässt sich nach den Angaben in der Geschichte des Kriegswesens von Max Jähns etwa Folgendes bemerken.

Kelten wie Germanen und Slaven stimmten in ihren Erdbefestigungen darin überein, dass die Gestalt des Grundrisses derselben entweder unregelmässig, lediglich den Bedürfnissen der Localität angepasst, oder als geschlossener Kreis, Oval oder als offener Abschnitt von solchen erscheint; hie und da treten geschlossene mit offenen Umwallungen in Combination. Durch diese Form des Grundrisses unterscheiden sich diese nichtrömischen Erdbauten wesentlich von den

römischen, welche, wie gesagt im Princip rechteckig, nur äusserst selten scharfe Winkel vermissen lassen.

Man kann die nichtrömischen, in Deutschland vorwiegend germanischen und slavischen, zu Vertheidigungszwecken errichteten Erdwerke als: geschlossene Einzelwerke, Befestigungen von geeigneten Terrainabschnitten und Grenzwehren unterscheiden. Die Anlage dieser Befestigungen fasste vorzüglich eine überhöhte Stellung der Vertheidiger ins Auge. Steile hohe Terrassen wurden lediglich durch Abgrabung zu Vertheidigungspositionen umgestaltet, und nur an den nicht durch die Natur oder Abgrabung geschützten Stellen wurde ein Wall aufgeworfen, der aus Rasenstücken, zusammengelesenen Steinen oder aus Erde bestand. Nicht selten liegen mehrere Wälle hintereinander.

Die eigentlichen Ringwälle liegen meist auf den Gipfeln isolirter Höhen. Steinringe (Tafel 30) finden sich nur da, wo so viel Trümmergestein herumliegt, dass es leicht zusammengelesen und aufgethürmt werden konnte. Die Steine zu den Ringwällen sind stets nur gesammelt. Cohausen nennt diese Anlagen „Wallburgen", der Volksmund bezeichnet sie theils als Heunenburgen und Hühnenringe, theils als Alteburg, Burg, Birg etc.

Sehr viel häufiger als Steinwälle haben sich Erdschanzen (Tafel 31) aus der Urzeit erhalten. Sie kommen theils mit Graben, theils ohne einen solchen vor, hie und da liegt der Graben hinter dem Wall. Im allgemeinen nimmt man an, dass die Erdwallanlagen wie die Steinwälle ohne Graben, da sie leichter herzustellen sind, indem sie lediglich durch Aufschichtung von Rasen gebaut erscheinen, älter sind, als die mit Graben versehenen, welche bessere und vielfältigere Werkzeuge, Hacken, Spaten, Körbe etc. zu ihrer Herstellung erfordern.

Geschlossene kreisrunde oder ovale Erdwälle finden sich meist in ebenen, an grösseren Flüssen armen Landstrecken vor, wo also ein Schutz durch das Terrain nicht benutzt werden konnte, sie sind meist von geringerer Höhe als die offenen, halbrunden Erdwerke. Bei den eigentlichen Ringwällen wird von dem sehr verschieden hohen und breiten Erdwall ein meist

ebener Kessel umschlossen, der gewöhnlich über dem Niveau des angrenzenden Geländes liegt, hie und da aber auch noch

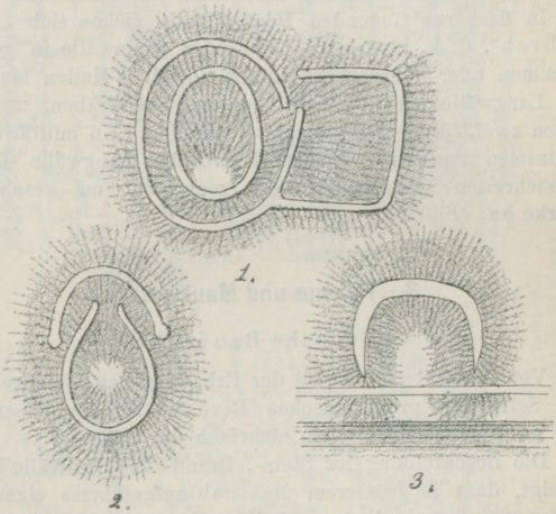
Tafel 30.

1. Steinwall auf dem Radelstein im Böhmischen Mittelgebirge. 2. Construction des Steinkreises auf dem Hochstein in der Lausitz. Nach Jähns.

Vertiefungen und Erhöhungen, ja Terrassen erkennen lässt. Der Innenraum ist sehr verschieden gross, er kann bald 1000 und mehr, bald nur etwa 100 Menschen fassen, der Durchmesser dieser Schanzen wechselt danach von einigen 20 bis zu mehreren hundert Schritten. Die Abdachung des Ringwalls nach aussen ist 25—40 Grad und verläuft innen bald steil, bald flach. Bei einigen derartigen Schanzen beobachtet man einen niedrigen

Vorwall. Fast niemals finden sich Spuren alter, in den Wall eindringender breiter Wege, meist laufen nur schmale Fusspfade, gewöhnlich an den von der Natur am besten gegen feindlichen Angriff geschützten Stellen den Wall hinan.

Häufiger als die Ovalform kommt bei den geschlossenen Werken die Kreisform vor.



Tafel 31.

Ringwälle im Grundriss.

1. Ringwall aus rohen Steinen ohne Graben auf dem Altkönig im Taunus nach v. Cohausen. 2. Ringwall mit Vorwall bei Otzenhausen im Hochwalde nach v. Cohausen. 3. Grundriss der Halbkreisschanze an der „weiten Bleiche" bei Bautzen. Nach Jähns.

Die besonders bei grösseren Schanzen vorkommenden Vorwälle sind meist als Halbmond vor der Stirn des Hauptwalls angelegt. Bei kleineren Wällen findet sich so gut wie immer nur ein Wallgürtel.

Befestigte Terrain-Abschnitte haben meist Halbmondform. Sie liegen gewöhnlich auf Vorsprungskuppen, welche an drei Seiten steil abfallen und zugleich so hoch gelegen sind,

dass sie einen weiten Überblick gestatten. In ebenen wasserreichen Gegenden lehnen sich die Schanzen häufig an Wasser oder Sümpfe an.

Manche Ringwälle können aber, wie schon oben bemerkt, unmöglich als kriegerische Werke angesprochen werden, da sie dazu theils zu klein erscheinen, theils von direct angelegenen Erhöhungen eingesehen und beschossen werden können. —

In flacheren Gegenden Deutschlands ziehen sich „Landwehren", d. h. niedrigere Erd- oder Steinwälle in geraden, krummen oder gebrochenen Linien zuweilen Meilen lang fort. Die Langwälle sind theils mit, theils ohne Gräben, manchmal liegen zwei, ja drei Wälle hintereinander. An militärisch bedeutsamen Punkten, namentlich wo die Langwälle Defiléen überschreiten, lehnen sie sich manchmal an geschlossene Werke an. (S. 382.)

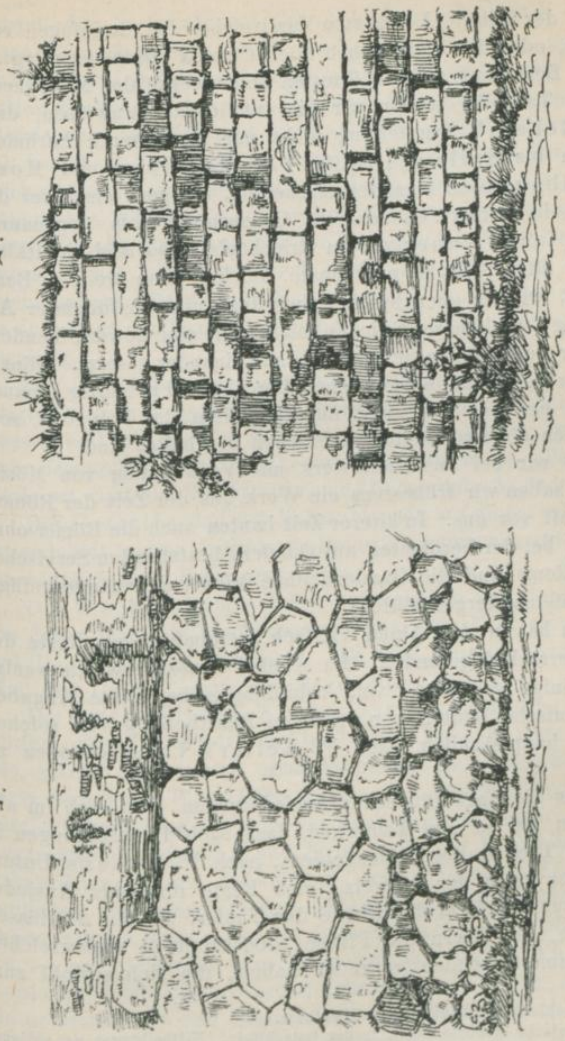
3. Thürme und Mauerwerke.

Römische Bauwerke.

Von der Art und Weise der Erbauung von Wohngebäuden von Seite der prähistorischen Bevölkerung der Alpenländer war im Vorstehenden schon mehrfach die Rede.

Die Beschreibung der Stein-, Brand- und Erdwälle hat uns gezeigt, dass in grösserem Maasstab aufgeführtes eigentliches Steinmauerwerk wenigstens mit Mörtelbenutzung in jenen älteren Perioden ganz unbekannt gewesen zu sein scheint. Doch sind hierüber die Untersuchungen noch nicht geschlossen. Man hat in England Thürme und ähnliche Steinbefestigungen, welche man in die vorhistorische Periode zurückverlegt, und es wäre gewiss zu verwundern, wenn Völker, so weit schon in der Civilisation vorgeschritten, wie sich uns die vorrömischen Alpenbewohner z. B. um Hallstatt zu erkennen geben, nicht auch in dieser Richtung sich versucht hätten.

Dass sie Begriffe von der Baukunst mit Stein besassen, lehren die Steinkammern in den Gräbern, die einfachen, oben besprochenen Bauten an den Kupfer-Schmelzöfen. Doch sehen wir stets an Stelle des Mörtels, wie bei den Reisig- und Holz-



Tafel 32.
Alt-italische Mauern.
1. Stücke von dem jüngeren Mauertheil in Segni, Polygonalbau über ältere Mauerung. 2. Stück der Servischen Mauer am Aventin, ohne Mörtel, Horizontalbau. Nach Fr. Reber.

bauten der Hütten, Lehm zum Verstreichen der Steinfugen verwendet, oder die Steine ohne allen Cement zusammengelegt.

In Beziehung auf die ältesten Mauerwerke der Mittelmeervölker (Tafel 32) wollen wir hier nur darauf hinweisen, dass nach Rebers*) Darstellung nicht nur in früheren Perioden, sondern bis Sulla und später Polygonalbau und Horizontalbau neben einander erscheinen, übrigens erscheint der erstere in seiner einfacheren Construction als sogenannte cyclopische Mauer wie in Griechenland so auch in Italien als der ältere. Rohe polygonale Blöcke, ohne weitere Bearbeitung, wie sie eben brachen, wurden unter ausfüllender Anwendung von kleineren Stücken, nicht ohne eine gewisse Tendenz zu einer horizontalen Schichtung, auf einander gesetzt. Jünger ist jener Polygonalbau mit einem berechneten netzartig genauen Gefüge, bei welchem nicht nur die Seiten der Polygone, sondern auch die Frontseiten in Flächen bearbeitet sind.

Wo wir bei uns Mauerwerk mit Verwendung von Mörtel finden, haben wir frühestens ein Werk aus der Zeit der Römerherrschaft vor uns. In älterer Zeit bauten auch die Römer ohne Mörtel; bei der berühmten aus Quadern bestehenden Servischen Mauer Roms sind die Quadern ohne Mörtel aufeinandergefügt, resp. aufeinandergeschliffen.

Man hat in den Alpen vielfach Steinbauten als Reste der Römerherrschaft gefunden. Es scheint wünschenswerth wenigstens einige genauere, von Abbildungen begleitete Angaben über römische Bauten zur etwaigen Beurtheilung von solchen Funden hauptsächlich nach F. Keller's Untersuchungen zu geben.

Über die Lage römischer Ansiedelungen lässt sich im allgemeinen nur so viel bemerken, dass nach Beobachtungen in anderen Theilen des Alpengebiets, nach F. Keller's Untersuchungen**) in der Schweiz, sich Reste römischer Ansiedelungen zum Theil in der Ebene der Thäler, an den Ausflüssen der Seen, den Ufern der Flüsse, überhaupt in wasserreichen fruchtbaren Gegenden gefunden haben, die sich sowohl zum

*) Geschichte der Baukunst im Alterthum.

**) Römische Ansiedelungen in der Ostschweiz. Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich, Bd. XII und XV.

Betrieb der Viehzucht als des Ackerbaus vorzüglich eignen. Diese Niederlassungen haben sich augenscheinlich aus Ortschaften der Landeseingeborenen entwickelt und liegen an den uralten Verkehrsstrassen des Landes, den späteren römischen Heerwegen. Die Mehrzahl der römischen Ansiedelungen findet sich jedoch in verschiedener Höhe an dem Gehänge der Berge, welche offenere, mildere Thäler einfassen, vorzugsweise auf der mittäglichen Abdachung, öfter auf sonnigen Vorsprüngen der Hügel, die mit ihrer Aussicht die Umgegend beherrschen. Andererseits hat man aber auch Reste von römischen Niederlassungen auf Rücken von Bergen gefunden, welche sich 300 bis 400′ über die Thalsohle erheben, in steiniger, unfruchtbarer Localität.

Der Charakter und die Bestimmung der auf verschiedenartiger Örtlichkeit gegründeten Ansiedelungen lässt sich wenigstens zum Theil aus der Besichtigung der Trümmer und ihrer Lage feststellen. Ohne Mühe erkennt man meist militärische Stationen, Castelle, Wachtthürme und bürgerliche Ansiedelungen.

Die Castelle sind der Mehrzahl nach auf einem erhabenen Ort errichtet und mit mächtigen Befestigungsmauern gewöhnlich von regelmässiger Form umgeben.

Die Wachtthürme stehen auf Anhöhen und Berggipfeln, von denen man die Landesgrenzen oder den Lauf einer Heer- und Handelsstrasse überblickt. Es sind einzelne, von einem Wall und Graben geschützte Bauwerke.

Die bürgerlichen Niederlassungen theilen sich in Dörfer, offene Plätze (vici) und landwirthschaftliche Höfe (villae). Die ersteren finden sich ohne Ausnahme längs der bedeutenderen Strassen. Wir dürfen annehmen, dass sich hier die römische Lebensweise mit jener der Landeseingeborenen in grellen Gegensätzen vereinigte; mit Stroh gedeckte Lehmhütten der Urbewohner standen neben den nach italischer Weise aufgeführten und eingerichteten Wohnungen. Am zahlreichsten finden sich die Reste römischer Befestigungen an der ehemaligen Nord- und Ostgrenze des Römerreichs. Unter Augustus wurde die Basis dieser Vertheidigungslinie in ebenso einfacher als grossartiger Weise dahin festgestellt (Mommsen), dass sie von der Rheinmündung bis zum Bodensee dem Laufe des Rheins

folgen, alsdann auf der kürzesten Linie die Donau erreichen und diese dann in der ganzen Länge ihres Laufes begleiten solle. Wie weit in der Nach-Augusteischen Zeit diese Grenze noch überschritten wurde, ist bekannt.

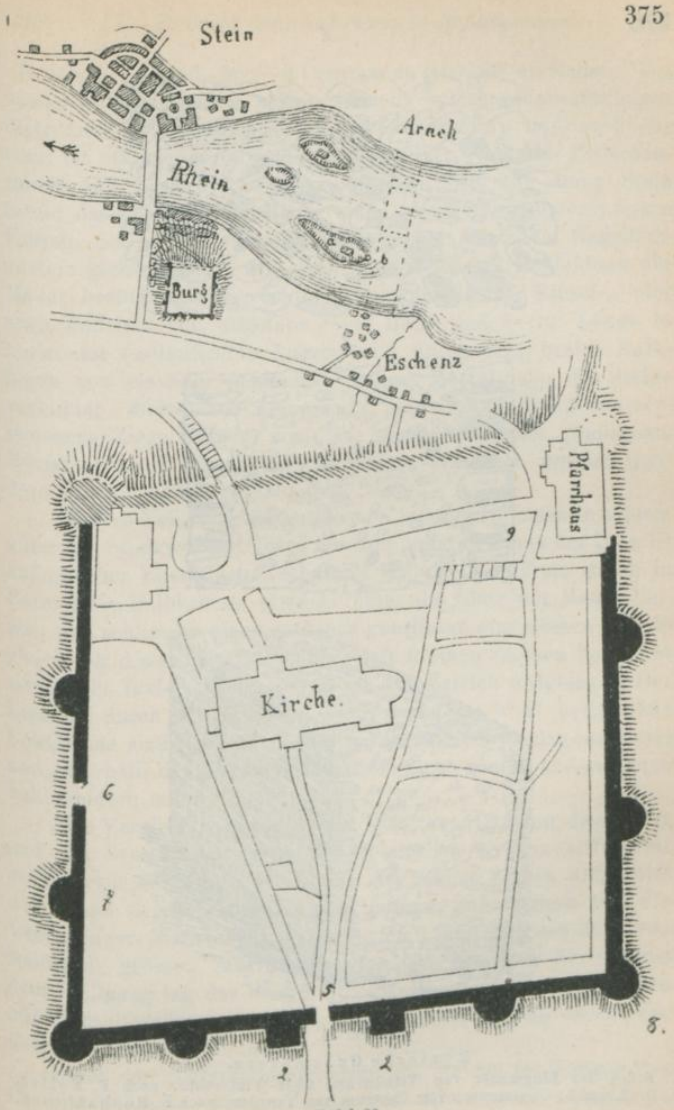
I. Römische Castelle.

Wir geben zunächst eine nähere Beschreibung einer solchen Befestigung. Überreste eines Römercastells finden sich nach F. Keller bei dem Städtchen Stein, bei welchem der Rhein aus dem Untersee abfliesst. Das südliche Ufer des Rheins steigt hier unmittelbar vom Flussbett zu einer Höhe von 20 m und zu einem Plateau auf, welches ohne Zweifel schon in prähistorischer Zeit zu einem befestigten Zufluchtsort eingerichtet war und wo sich auch die Reste des Castells finden.

Die Umfassungsmauern des Castells (Tafel 33) bildeten, nach F. Keller's Beschreibung, ein verschobenes Viereck, dessen Gestalt durch die Formation des Terrain's vorgeschrieben war. Jede Seite misst ausserhalb der Mauer etwa 325′, und das Ganze schliesst einen Raum von etwas mehr als 100 000 Quadratfuss ein. Die Mauer ist auf jeder Ecke durch einen runden, auf jeder Seite durch zwei halbrunde Thürme verstärkt. Ausserdem sind zum Schutz des Haupteingangs zwei viereckige Thürme als Propugnacula angebracht.

Die Umfassungsmauer hatte, soweit sich das feststellen liess, eine ungleiche Dicke. Auf der Nordseite nämlich, wo sie am Rande des 80′ hohen, sehr steilen Abhanges parallel mit dem Rhein hinläuft, aber mit Erde bedeckt ist, kennt man ihre Beschaffenheit nicht, auf der Süd- und Westseite scheint sie ursprünglich 10—11′, auf der Ostseite dagegen, wo sich der Castellplatz nur wenige Klafter über die Umgegend erhebt, etwa 16′ dick gewesen zu sein. Die Mauer ist wie alle späteren fortificatorischen Römermauern eine sogenannte Gussmauer (Tafel 34).

Der Kern der Mauer (Farctura oder Emplectron), d. h. die zwischen den regelmässig aufgeführten Seitenwänden der Mauer befindliche Ausfüllung ist Gusswerk und besteht aus verschwenderisch ausgegossenem Kalk, Sandkörnern und Brocken von Sand-, Kalk-, Tuff- und Kieselsteinen, von denen die letzteren

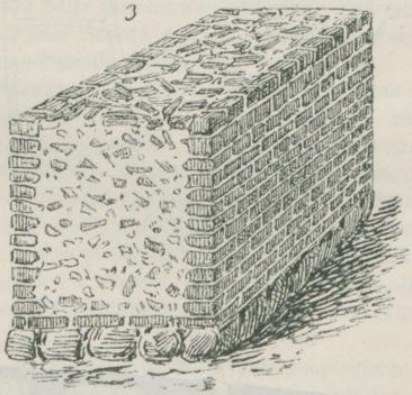


Tafel 33.
Römercastell Burg Stein am Rhein nach Fr. Keller.

1

2

3



Tafel 34.

Römische Gussmauern.

1. Stück der Ringmauer von Vitudurum, Ober-Winterthur, nach F. Keller.
2. und 3. Gussmauern vom Castrum von Yverdon, nach L. Rochat.

oft sehr gross sind, ja 1—2 Centner an Gewicht erreichen. Bei späteren Römerbauten zeigen sich in solchen Mauerfüllungen öfter auch Bruchstücke gebrannter Steine und auch der Guss ist oft weniger sorgfältig ausgeführt, wodurch Zwischenräume und Lücken in ihm entstanden. Bei der Burg Stein bildet das Füllwerk der Mauer einen compacten, äusserst festen Körper, der an Härte und Dauerhaftigkeit fast dem Nagelfluhgestein gleichkommt. Die innere und äussere Bekleidung der Mauer besteht aus viereckigen Stücken Sand-, Kiesel-, oder auch Tuffstein von ungefähr 3—4″ Höhe und 6—10″ Länge in horizontal fortlaufenden Lagern und durch sehr breite Kalkfugen von einander getrennt. In dem Mörtel, der die Steine verbindet, findet sich keine Spur einer Beimischung von zerstossenen Ziegeln, wie man das anderwärts bei römischem Mörtel beobachtet hat. Die Eingänge, einst von grossen Quadern erbaut, sind verschwunden.

Von den Eck- und Seitenthürmen hat sich je einer in seinem untersten Stockwerk, welches mit dem inneren Raum des Castells auf gleicher Ebene liegt, erhalten. Die Seitenthürme treten in Form eines Halbkreises etwa 17′ über die Linie der Mauer hinaus, und schliessen einen sechseckigen Raum ein, dessen Wände gleich der Aussenseite der Mauer mit kleinen Steinen bekleidet sind. Der Boden dieses Raums ist mit Estrich ausgelegt. Der Eingang durch die 4′ dicke Thurmwand ist 3′ 4″ breit. Die Eckthürme sind ohne allen Zweifel auf gleiche Weise construirt und unterhalb der Ebene des Castells nicht wie an andern Orten hohl sondern massiv.

Aus Vergleichung mit besser erhaltenen Bauten dieser Art und aus den Andeutungen der römischen Kriegsschriftsteller geht hervor, dass auf der Krone der Mauer Zinnen aufgesetzt waren und sich hier der Wallgang befand, auf welchem sich die Vertheidiger postirten, hier stand auch eine gewisse Zahl von Ballisten, grossen Wurfgeschossen. Im gleichen Niveau mit dem Wallgang lag das zweite Stockwerk der Thürme, die dann mit ihrer Plattform und ihren Zinnen noch um ein Stockwerk hervorragten.

Unter den Alterthumsgegenständen, welche im Umfang des Castells gefunden worden, sind vor allem zwei römische

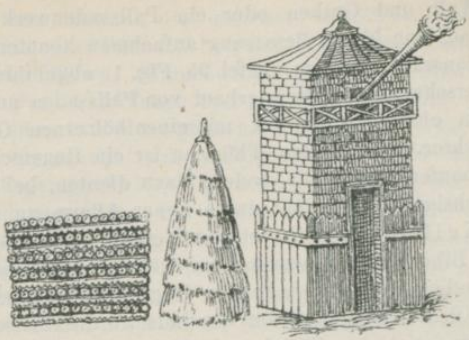
Inschriftsteine zu erwähnen, dann viele Münzen aus dem ganzen Verlauf der Kaiserzeit. Ausserdem Reste von Hausgeräth aller Art nebst Pfeil- und Lanzenspitzen aus Eisen, bronzene Schmucksachen wie Fibeln, Schnallen, Ringe u. dgl., auch ein kleines Kunstwerk aus Bronze: Ariadne auf einem Panther gelagert. Unter den in römischen Anlagen gefundenen Objecten sind die Thonwaaren, die Scherben sogenannter aretinischer Töpferwaare, ausserordentlich charakteristisch, sie bestehen aus terra sigillata, der schön rothen Siegelerde, steinhart gebrannt mit einem glänzend rothen Überzug versehen. Ausserdem findet man „Heizröhren" aus Thon, feine Ziegel mit römischen Stempeln und vielfach mit der Bezeichnung der stationirten Legionen versehen (Tafel 37, 38). In Anlagen, welche einen grösseren Luxus zeigen, finden sich ausserdem Mosaikfussböden, Reste gemalter Wände, Marmorbekleidungen etc. etc.

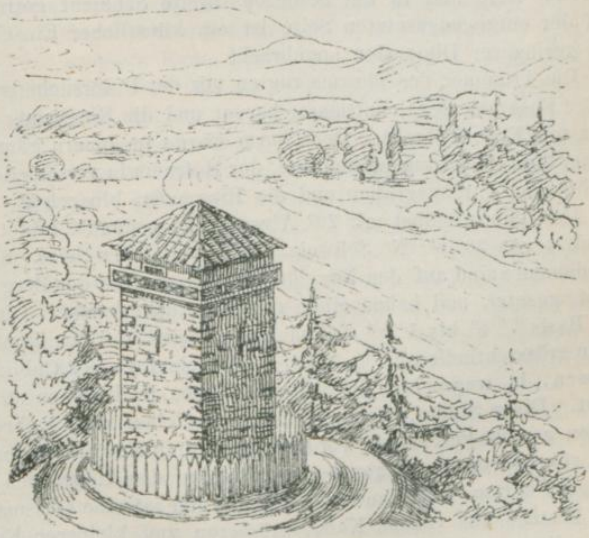
In Betreff der Construction der römischen Mauern ist noch zu bemerken, dass die die äussere und innere Wandbekleidung bildenden Steine keineswegs immer viereckig zugehauen erscheinen. Bei rascher aufgeführten Bauten, namentlich aus der späteren Zeit, wurden auch unbehauene Feldsteine oder Kieselsteine und Bruchstücke von gebranntem Thon z. B. von gebrannten Platten, Heizröhren, Dachziegel, letztere wenigstens als Einschiebsel verwendet. Die unbehauenen Steine bilden dabei auch fortlaufende Horizontalreihen, durch reichlichen Mörtel verbunden, stehen aber hie und da nicht senkrecht sondern ährenförmig (Tafel 34, Fig. 1) an einander gereiht. Am Sockel der Mauer sind meist grössere Steine verwendet.

II. Römische Warten, speculae.

Überall an den Grenzen des Reichs, namentlich aber längs den Heerstrassen legten die Römer Wartthürme an, bald einzeln, bald reihenweise, immer aber in einer offenen Gegend oder auf Anhöhen und Bergen. Sie hatten die Aufgabe, durch gewisse Zeichen, hauptsächlich durch Feuer- und Rauchsignale die Bewohner des Landes oder die benachbarten Garnisonen von einem wichtigen Ereigniss, etwa von dem Anmarsch von Feinden in Kenntniss zu setzen.

1.





2.

Tafel 35.

1. Abbildung eines römischen Wartthurms von der Trajan's-Säule in Rom, daneben Heustock und Scheiterhaufen. 2. Reconstruction des römischen Wartthurms auf dem Biberlikopf, nach F. Keller.

Die Warten bestanden aus einzelnen Thürmen, welche durch Wall und Graben oder ein Palissadenwerk geschützt waren und eine kleine Besatzung aufnehmen konnten. Die auf der Trajanssäule in Rom (Tafel 35, Fig. 1) abgebildeten Wartthürme erscheinen aus Stein erbaut von Palissaden umzäunt und haben ein oberes Stockwerk mit einer hölzernen Gallerie für die Wächter. Neben den Thürmen ist ein Heustock oder ein Scheiterhaufen dargestellt, welche dazu dienten, bei Tag durch ein Rauchsignal, bei Nacht durch Feuer Allarm zu verbreiten.

F. Keller beschreibt eine gut erhaltene römische Warte auf dem Biberlikopf, einem nahezu 500′ sich erhebenden in das Thal ziemlich frei vorspringenden Hügel mit umfassender Aussicht, an dessen Fuss sich auf der Südseite die römische Strasse von Walen- nach dem Zürichsee hinzieht (Tafel 35, Fig. 2). Der Gipfel des Biberlikopfs ist gegen O. vom Wesenerberg durch eine 40′ tiefe und in der Sohle 50′ breite Schlucht getrennt. Auf der entgegengesetzten Seite ist ein künstlicher Einschnitt von geringerer Dimension angebracht.

Die Trümmer des Thurms ragten vor der Untersuchung nur einige Fuss aus der Schuttmasse hervor und die Ringmauer war ganz mit Erde bedeckt. Der Thurm wurde im Innern gänzlich ausgeräumt, der Eingang geöffnet, der Hofraum in verschiedenen Richtungen durchgegraben und die Ringmauer blosgelegt.

Der Thurm selbst mit 29° Abweichung gegen O. bildet ein Quadrat von 30′ 6″ (N. Schweiz. Maass) auf jeder Seite. Seine Fundamente sind auf den Nagelfluhefelsen, woraus der Berg besteht, gesetzt, und haben einen treppenartigen Anlauf. Die an der Basis 7′ 4″ bis 7′ 8″ dicken Mauern sind auf der äusseren Seite grösstentheils aus $^1/_3$ bis $^1/_2$ selten einen ganzen Cubikfuss grossen, in wagrechten Schichten gelegten Kalksteinen aufgeführt. Diese Steine, deren Mehrzahl auf einer oder mehreren Seiten zurecht geschlagen worden, sind durch Mörtel verbunden und rühren von Findlingen her, welche auf dem Hügel sich abgelagert hatten. Die innere 2′ dicke Wand ist eine Gussmauer und besteht aus reinem Kalk, grösseren und kleineren Kalksteinsplittern, viel feinem Ziegelmehl und trotzt felsenhart allen Einflüssen der Witterung.

An der südöstlichen Seite des Thurms befindet sich zu

ebener Erde der Eingang, dessen Breite sich nicht mehr bestimmen lässt, da nur die eine Seite desselben einen scharfen Rand zeigt. Die Unebenheiten des Felsbodens waren hier mit Mörtel ausgeglichen, Thürschwellen und Pfosten sind nicht vorhanden. Der 15′ 5″ lange und breite innere Raum des Thurms ist durch eine 2′ breite, noch bis auf 3′ Höhe erhaltene Gussmauer so eingetheilt, dass auf der NO- und NW-Seite ein zusammenhängender 3′ bis 3′ 5″ breiter Raum von dem grösseren Raum abgetrennt ist. Der Boden dieser schmalen Abtheilung besteht aus Ziegelcement, ist 6″ dick und auf Steinplatten gelegt. Die Wände haben einen Bestrich und sind sauber verputzt. In dem Vorraum, der nicht ganz eine Quadratruthe Inhalt hat, bildet der Fels die Bodenfläche und zeigt sich kein Mauerbestrich.

Da eine Verbindung zwischen den beiden beschriebenen Räumlichkeiten nicht vorhanden war, so ist anzunehmen, dass man in die kleinere vom ersten Stockwerk aus hinabstieg. Vielleicht war der grössere Raum mit einem Tonnengewölbe bedeckt, in welchem sich eine Öffnung befand, durch die man vermittels einer Leiter, die bei einem Überfall zurückgezogen werden konnte, in das erste Stockwerk hinaufstieg. Von diesem aus gelangte man wiederum vermittels einer Leiter in den kleinern Raum, wo die Lebensmittel aufbewahrt wurden.

Die Ringmauer hat annähernd die Gestalt eines Vierecks, schliesst sich auf der nordöstlichen am steilen Abhang stehenden Seite des Thurms an diesen an, entfernt sich, wie es die Gestalt der Bergkuppe erheischte, gegen S. 18′, gegen W. 36′ und gegen N. 22′ vom Thurm und sitzt überall auf dem Fels. Ihre Dicke beträgt auf der nördlichen Seite 3′, auf den beiden andern 4—5′, ihre gegenwärtige Höhe ist noch bis zu 4′. Von einem Durchgang durch die Mauer zeigte sich, obwohl sie in ihrer ganzen Länge entblösst wurde, keine Spur. Diese Mauer besteht aus dem gleichen Baumaterial, das ebenfalls, wie bei den Aussenwänden der Thurmmauer, nur in wagrechte Schichten gelegt ist, jedoch sind im Kern (Gusskern) derselben die zur Ausfüllung benutzten Steine nicht sehr nahe an einander gereiht und der in Fülle verwendete Mörtel zeigt einen geringen Bestandtheil von Ziegelmehl. Ein ganz alter Fussweg führt auf

der Nordseite bei einer 240′ unterhalb des Thurms befindlichen Quelle, wo ohne Zweifel die Besatzung desselben sich ihren Bedarf an Wasser holte, zum Gipfel hinauf. Nördlich von der Quelle bemerkt man zerfallenes Gemäuer, in dessen Nähe eine Kalkgrube entdeckt wurde. —

Als Landwehren aus römischer Zeit werden an verschiedenen Orten ausgedehnte Mauern und Erdwälle auf Berghängen, hie und da Plateaus umfassend oder als Thalsperren geeignet, bezeichnet. Auf ihren römischen Ursprung schliesst man aus ihrer Bauart, die, wo ein eigentliches Mauerwerk vorhanden ist, manchmal die Manier der Römer, die mit Quadern oder Feldsteinen in regelmässigen Horizontalreihen äusserlich belegte „Gussmauer" zeigen, oder durch die Regelmässigkeit der Gräben und Wallanlagen eine Erbauung von Seite der Urbewohner auszuschliessen scheinen. In Beziehung auf das Letztere verweisen wir auf das oben bei den Wällen Gegebene.

Es verdient aber, wiederholt darauf aufmerksam gemacht zu werden, dass die römischen Befestigungswerke sich auch vielfach an die Terraingestaltung anschliessen und dadurch mehr oder weniger unregelmässigen Umriss erhielten.

Der offenbar im Zusammenhang mit der Römerzeit stehende Steinwall auf dem Odilienberg in den Vogesen unfern von Strassburg, ist eine aus grossen aber mörtellos übereinander geschichteten wohlbehauenen Sandsteinquadern gebaute Mauer, deren einzelne Steine durch „Schwalbenschwänze" mit einander verbunden waren, für welche man die eingemeisselten Vertiefungen in den benachbarten Steinen noch vielfach findet, z. Th. haben sich auch die „Schwalbenschwänze" selbst, aus Eichenholz bestehend, erhalten.

III. Römische Privatgebäude, Villen.

Auch für die Beschreibung der römischen Privatgebäude in den Alpenländern, namentlich der Villen, folgen wir den klassischen Untersuchungen F. Keller's*) in der Schweiz.

Das eigentliche Wohngebäude der Villen bildete in der

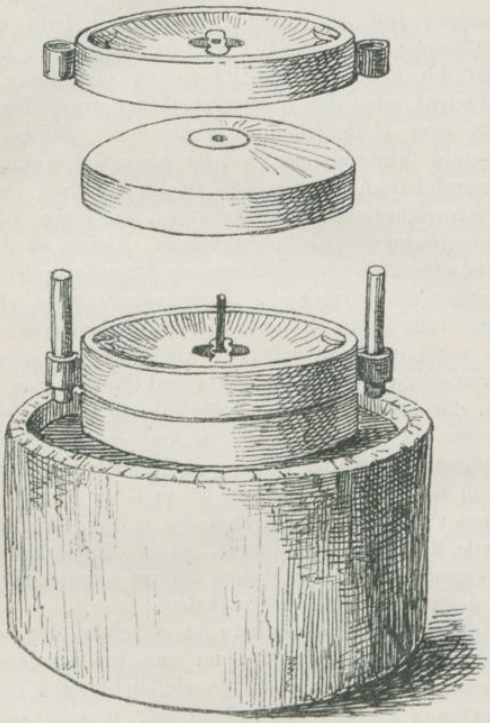
*) a. a. O.

Regel ein längliches Viereck mit halbkreisförmigen und rechtwinkligen Ausbauen. Die Räume, welche den Wohn- und Schlafzimmern entsprechen, mit der nöthigen Zugabe von Küche, Vorraths-, Wasch- und Badegemächern, sind ohne Symmetrie mit einander verbunden, jedoch öfter durch zwischen dieselben eingeschobene Höfe, Lichthöfe, oder durch halb oder ganz bedeckte Räume getrennt. Bei reichen Wohnungen finden sich manchmal die letztgenannten Räume an eine Ecke des Gebäudes verlegt oder die Sommergemächer durch lange Corridore mit dem Hauptgebäude verbunden. Wohn-, Speise-, Sommer- und Winterzimmer, welche sämmtlich keinen grossen Flächenraum hatten, lassen sich an ihrer Grösse, am Dasein von Heizvorrichtungen (Hypokausten), an ihrer Vollendung, Auszierung, Form meist leicht erkennen. Kleine, an die vorigen anstossende Gemächer von geringerem Aussehen pflegt man als Schlafzimmer zu betrachten. Badezimmer geben sich durch ihre Einrichtung kund. Räume, die alles Schmuckes entbehren, werden, wenn in ihnen Scherben kleinerer und grösserer Geschirre von sehr verschiedener Form und Qualität zum Vorschein kommen, für Kammern zum Aufbewahren von Lebensmitteln (apothecae), auch Öl und Wein (in Amphoren aufbewahrt) gehalten, eigentliche Keller gab es nicht. Ein Heerd mit Überresten von Koch- und Tafelgeschirr und der Vorrichtung zum Aufhängen von Töpfen bezeichnet die Küche; Werkzeuge von Eisen, wie Beile, Sägen, Bohrer, Nägel die Geräthekammern. Die am wenigsten ausgestatteten Räume werden als Gesindezimmer (cella servorum) gedient haben.

Die Bauart der Aussenwände ist manchmal der bei Militärbauten beschriebenen ähnlich, zu den Innenmauern wurden aber gebrannte Ziegel, hie und da vielleicht auch Flechtwerk, mit Thon nach Art der Landesbewohner verstrichen, benutzt. Nicht selten hatte die Aussenseite der Häuser einen geglätteten, auch angestrichenen Verputz. Die Innenwände waren häufig hübsch bemalt.

Der Fussboden bestand aus einem meist über eine Lage von Steinen ausgebreiteten Estrich aus Mörtel gegossen, der für die römischen Privatbauten von derselben Vortrefflichkeit angewendet wurde wie für Militärbauten. Indem in den Mörtel

des Estrich kleine schwarze Flusskiesel eingelegt und dann geschliffen wurden, entstand ein kunstloses aber freundliches Mosaik, häufig finden sich aber auch sehr schöne Mosaikfussböden.



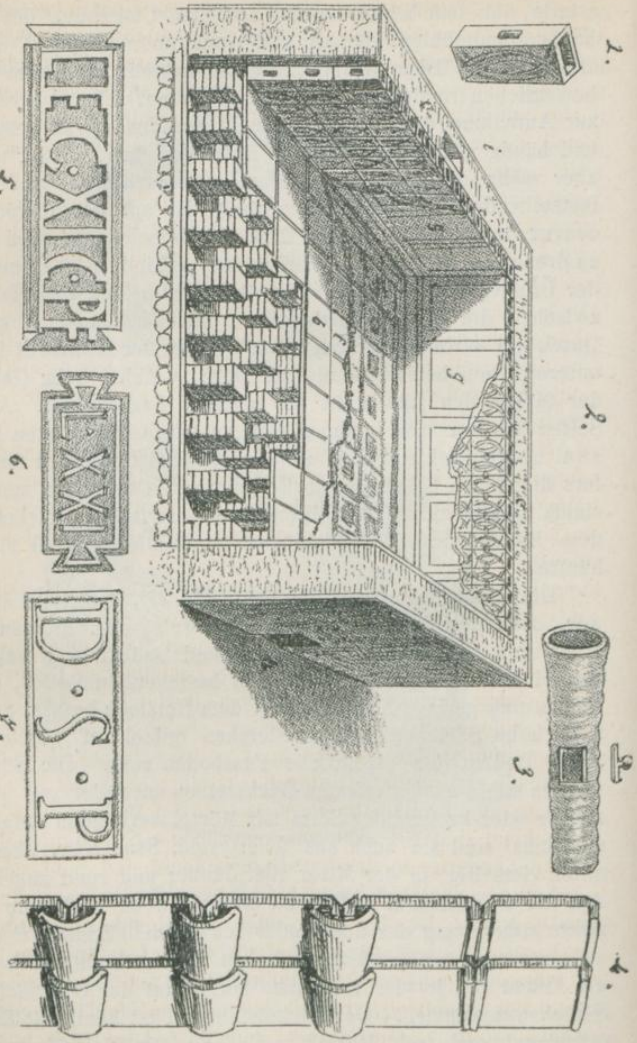
Tafel 36.
Römische Mühle, nach F. Keller.

Die Fensteröffnungen, meist sehr hoch angebracht, waren mit Glas geschlossen, wie die zahlreichen Fragmente von Glastafeln, die fast in allen Villen gefunden wurden, beweisen.

An die Küche schloss sich der Raum (pistrinum) an, in welchem Korn gemahlen und gestampft und Brod gebacken

wurde, da man häufig in der nächsten Umgebung des Kochherds Handmühlen (molae) und Stampfmörser (pilae) antrifft. Die römische Mühle (mola) (Tafel 36) besteht aus einem oberen beweglichen runden Stein (catillus), der auf seiner oberen Seite zur Aufnahme des zu mahlenden Getreides etwas ausgehöhlt und häufig mit einen erhöhten Rand versehen, an der unteren aber mehr oder weniger concav zugehauen ist. Der untere feststehende Stein (Bodenstein, meta) ist auf der oberen Seite convex, unten plan. Um ein Hin- und Herschwanken des oberen zu drehenden Steins (des Läufers) zu verhindern, ist quer über der Öffnung, durch welche das Getreide in den Zwischenraum zwischen die Steine hinabgleitet, ein Eisenband eingesetzt. Durch ein darin angebrachtes Loch dringt der senkrecht in dem unteren Stein befestigte eiserne Dorn, welcher beim Gebrauch der Mühle den Läufer in der rechten Lage erhält. An den Seiten des letzteren befinden sich an entgegengesetzten Stellen zwei eiserne Schlaufen, in welche die zum Umdrehen des Läufers dienenden Stöcke gesteckt werden. Die Mühle stand auf einem Holzblock mit erhöhtem Rand, zwischen welchem und dem Bodenstein das über diesen herabfallende Mehl sich anhäufte.

Die römische Heizvorrichtung (Tafel 37), das Hypocaustum, war, nach der Beschreibung F. Keller's, zum grossen Theil unter dem Fussboden der Wohn- und Badezimmer angelegt. Auf einem unteren, oft aus Estrich bestehenden Boden, dessen Ebene eine geringe Neigung nach dem Heizloch besass, standen 2—3′ hohe Säulchen oder Pfeilerchen (pilae) auf welchen der obere Boden, der eigentliche Fussboden ruht. Die Säulchen wurden meist aus feuerfesten Backsteinen entweder von quadratischer oder kreisrunder Form mit Mörtel verbunden aufgebaut, manchmal sind sie auch aus feuerfestem Sandstein, oben und unten vierseitig, in der Mitte aber dünner und rund zugehauen. Auf diesen Säulchen, welche zu diesem Zweck noch eine Deckplatte trugen, lag der obere oder schwebende Zimmerfussboden (suspensura), der aus quadratischen Backsteinplatten besteht, die Ecken von je vier von ihnen laufen auf der Oberfläche der Säulchen zusammen. Der Backsteinboden ist dann mit Estrich, manchmal noch mit Mosaik gedeckt. Die Heizröhren (tubi)



Tafel 37.

Römische Ziegel.

1. Heizröhre aus einem Hypocaustum. 2. Römische Heizvorrichtung, Hypocaustum, in einem Zimmer zu Kloten in der Schweiz. 3. Wasserleitungsröhre. 4. Ziegeldach, Flachziegel mit aufgebogenen Seitenwänden, diese mit Hohlziegeln gedeckt. 5. 6. 7. Ziegel mit Legions-Inschriften. Nach F. Keller.

(Tafel 37, Fig. 1) sind aus Thon verfertigt von rectangulärem Durchschnitt, 12—15″ hoch, 5—6″ breit und etwa 4″ tief. An den Aussenseiten sind sie, um das Anhaften des Mörtels zu erleichtern, durch gerade oder verschlungene Furchen rauh gemacht. In der Mitte der Höhe ist auf beiden Schmalseiten ein drei- oder viereckiges Loch angebracht. Die Bestimmung der Heizröhren besteht darin, die im Heizloch erwärmte Luft aufwärts und seitwärts im Zimmer zu verbreiten. Sie wurden daher senkrecht und dicht neben einander an der Zimmerwand aufgestellt und durch Mörtel und eiserne Haken an derselben befestigt. Bei dieser Anordnung treffen die seitlichen Öffnungen der Heizröhren genau aufeinander, wodurch eine innere Communication aller Glieder dieses Röhrensystems hergestellt wird. An den Seiten, welche mit Heizröhren belegt sind, berührt der obere Zimmerfussboden (die suspensura) die Wand nicht, sondern ist durch die untersten Heizröhren von derselben getrennt. Die letzteren ruhen entweder auf einem Absatz der Mauer oder häufiger auf dem Rand der suspensura, stehen also unten offen, so dass die unter dem Fussboden erzeugte Wärme in dieselben eintreten und sich an den Wandflächen verbreiten kann. Bald sind zwei, bald drei Seiten des Zimmers mit Heizröhren bekleidet, die zweifelsohne bis an die Zimmerdecke reichten. Für den Abzug des Rauchs zieht sich, von dem Zwischenraum der beiden Fussböden ausgehend, öfter ein viereckiges Rohr an der Wand des Zimmers zum Schornstein im Dach hinauf, oder es ist dazu ein Glied des Heizröhrensystems selbst verwendet. Jedenfalls musste das Rauchrohr durch irgend eine Vorrichtung geschlossen werden können, um nach dem Entweichen des Rauchs die Hitze in das Röhrensystem eintreten zu lassen. Das Heizen geschah durch das in der Abbildung an der rechten Seitenwand sichtbare Heizloch (praefurnium), welches zu ebener Erde, entweder im Corridor oder in der Küche oder ausserhalb des Hauses angebracht war. Im letzteren Fall erscheint es als ein kleiner, flach zugedeckter oder mit einem Backsteingewölbe versehener Anbau vor der Aussenmauer. In diesem 3—4′ langen backofenartigen Heizloch wurde der Brennstoff zum Zweck des Heizens verbrannt, so dass nur die dem Heizloch zunächst stehenden Säulen vom Feuer gelitten

haben. Während des Sommers wurde das Heizloch von aussen vermauert. Die Heizröhren waren im Zimmer nicht bemerklich, da die von ihnen gebildeten Wandflächen ebenso verputzt und bemalt waren wie die anderen. Wie weit diese römische Heizvorrichtung unsere moderne durch Öfen übertrifft, liegt auf der Hand.

In der Nähe der Villen werden öfter Reste von einfachen Wasserleitungen entdeckt, aus platten Steinen und Ziegeln hergestellte Canäle von geringem Durchmesser oder noch öfter lange Ketten von thönernen Röhren (Tubuli fictiles) (Tafel 37, Fig. 3).

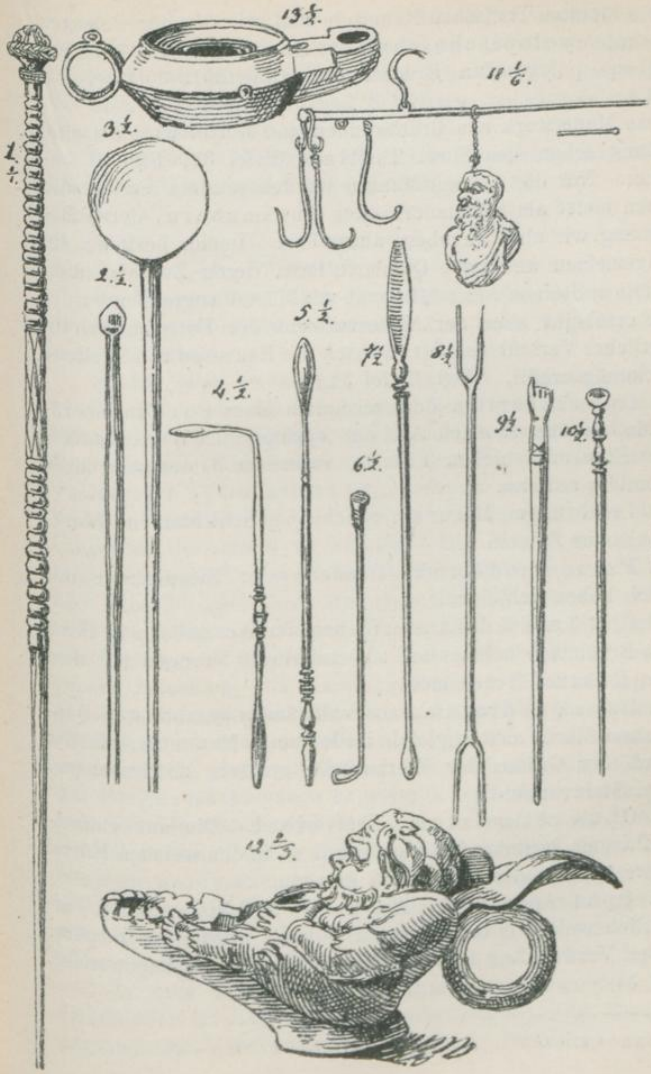
Das Dach wurde mit flachen, viereckigen Ziegeln mit zwei aufgebogenen, aufwärtsgestellten Rändern hergestellt. Da wo die Ränder der neben einanderliegenden Flachziegel („Leistenziegel") zusammenstiessen, wurden sie mit dachförmig darüber gestürzten Hohlziegeln bedeckt (Tafel 37, 4). Die flachen Ziegel (tegulae) treten mit ihrem unteren schmäleren Ende zwischen die Leisten des folgenden Ziegels, den sie um $3^1/_2''$ überragen, und stützen sich auf einen Ausschnitt, welcher ihr Abgleiten verhindert. Die hohlen Ziegel (imbrices) sind so gelegt, dass der engere Theil sich oben befindet und das untere breitere Ende den folgenden Ziegel um einige Zoll überragt.

Der Thon zu den Ziegeln und Backsteinen der römischen Bauten ist fein und sehr sorgfältig zubereitet. Der Brand ist sehr vollkommen, was sich durch ungemeine Dauerhaftigkeit und Härte der Ziegel und den hell klingenden Ton beim Anschlagen zu erkennen gibt. Immer ist Thon gewählt, der sich roth brennt, so dass er offenbar hie und da von weither geholt werden musste.

Charakteristisch ist für die Funde aus der Römerzeit vor allem auch das z. Th. schon oben erwähnte Kleingeräthe; einige der häufiger vorkommenden Formen sind auf Tafel 38 zusammengestellt.

Allgemeines über römisches Mauerwerk.

In Beziehung auf das römische Mauerwerk in seiner verschiedenen Construction sollen hier zu dem bisher Gesagten noch einige ergänzende Angaben gemacht werden.



Tafel 38.

Römisches Kleingeräthe aus schweizerischen Fundorten, nach F. Keller.

1. Kleidernadel von Silber und vergoldet aus einem alemannischen Grab zu Eschenz. 2. Nadel aus Bein. 3. Nadel mit Löffelchen aus Bein. 4. 5. 6. 7. 10. Nadeln aus Bronze. 8. Stricknadel aus Bronze. 9. Schreibgriffel (Stylus) aus Bronze. 11. Römische Schnell-Wage, mit einem Silenus-Kopf als Laufgewicht. 12. 13. Römische Lampen.

Die ältesten Italischen Mauern*) sind wie die der Pelasger sogenannte cyclopische, theils aus riesigen Findlingsblöcken, theils aus polygonalen Bruchsteinen aufgeführt. (Tafel 32, Fig. 1.)

Das Mauerwerk aus Bruchsteinen und Mörtel wird als eine Erfindung schon des Serv. Tullius (Tafel 32, Fig. 2) bezeichnet. Nur die dünnen Mauern wurden seitdem massiv, die dickeren meist als Füllmauern oder Gussmauern, deren Beschreibung wir oben gegeben, ausgeführt. Immer bestehen sie im allgemeinen aus zwei Quaderfuttern, deren Zwischenraum mit kleinen Steinen ausgefüllt und mit Mörtel vergossen wurde. Dabei erscheint aber der Mauerverband der Futtermauern in wesentlicher Verschiedenheit, wonach die Bauweise verschiedene Bezeichnung erhält. (Vgl. Tafel 34.)

1. Opus incertum oder antiquum hiess eine Bruchstein- oder Mollungsmauer nach Art der cyclopischen Bauten aufgeführt. Eine mit solchen Fronten versehene Gussmauer hiess caementicia antiqua.

2. Isodomum, Mauer mit gleichhohen Schichten von Werkstücken oder Ziegeln.

3. Pseudoisodomum, Quader- oder Ziegelmauer mit ungleich hohen Schichten.

Sind in 2 und 3 die Aussenflächen der Werkstücke in ihren rauhen Bruchflächen belassen, so wird dieser Verband mit dem Namen Rustica bezeichnet.

4. Opus quadratum, aus vollständig gearbeiteten Quadern ausgeführt, also zugleich isodomum. Man unterscheidet je nach der Grösse der Werkstücke grossen, mittleren und kleinen Steinverband.

5. Opus reticulatum, Netzverband. Die aus vierseitigen Prismen bestehenden Steine sind so in den weichen Mörtel eingepresst, dass die Fugen sich kreuzen.

6. Opus spicatum, Ähren- oder Grätenverband, ursprünglich wohl nur in Ziegeln ausgeführt, wurde dieser später auch bei Verwendung namentlich von Flusskieseln angewendet. (Tafel 34).

---

*) Jähns a. a. O.

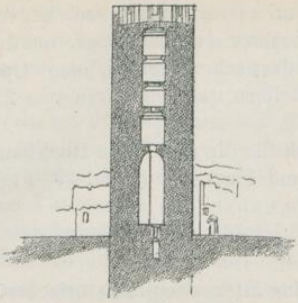
7. Als Opus mixtum werden solche vorwiegend gallo-römische Constructionsweisen bezeichnet, bei denen Opus reticulatum, kleiner quadratischer Steinverband, Opus incertum etc. mit eingesetzten Pfeilern und Schichten von Ziegeln oder Quadern wechseln.

Charakteristisch für die römischen Hochbauten ist die Wölbung der Thore und Decken. (Tafel 39, Fig. 1).

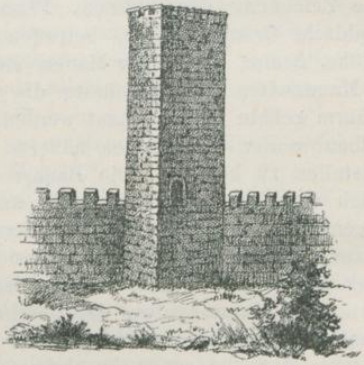
IV. Untersuchung der Römerbauten.

Bei Untersuchung alter, der prähistorischen oder der Römerperiode zugeschriebener Thürme wären etwa folgende Aufnahmen zu machen:

Zuerst eine Zeichnung des Thurms, Planaufnahme und genaue geographische Orientirung des betreffenden Bauwerks, Messung der Höhe, Breite, Dicke der Mauer, Bestimmung der Richtung der Mauerseiten. Dann müsste die Steinart, aus welcher der Thurm gebaut ist, bestimmt werden, um das Vorkommen derselben in der betreffenden näheren oder ferneren Umgegend feststellen zu können. Die Bauart der Mauer ist selbstverständlich vor allem charakteristisch; ausser den oben über dieselbe gemachten Angaben über Gussmauern etc. wäre auch zu beachten, ob die die Mauern bildenden Steinlagen gleich hoch oder ungleich hoch sind. Auch hierfür wird eine genaue Zeichnung mit Maassangaben der Beschreibung beigegeben werden müssen. Ist der alte Eingang in den Thurm noch erkennbar, so muss derselbe genau beschrieben und messend aufgenommen werden, wie hoch die Schwelle vom Boden, wie die Decke des Eingangs hergestellt ist. Sehr bedeutsam ist auch die Einrichtung und Gestalt der inneren Räume (Tafel 39), ob und eventuell wieviel Stockwerke vorhanden sind oder nach den Spuren vorhanden waren, ob sich Nischen, Treppen, Kaminvorrichtungen in der Mauer finden, ob die Mauern gleich dick von unten auf sind, oder ob sie nur und dann um wie viel, nach oben zu an Dicke abnehmen. Manche Aufschlüsse ergibt hie und da auch der ortsübliche Name des Bauwerks. Selbstverständlich ist auch eine Angabe zu machen über die etwaige gegenwärtige Verwendung des fraglichen Bauwerks.



1.



2.

Tafel 39.

Römerthürme.

1. Thurm der Römerfeste Steinsberg im Kraichgau, Baden, nach v. Bayer. 2. Reconstruction eines Römerthurms nach Jähns.

3. Strassen aus prähistorischer und Römer-Zeit.

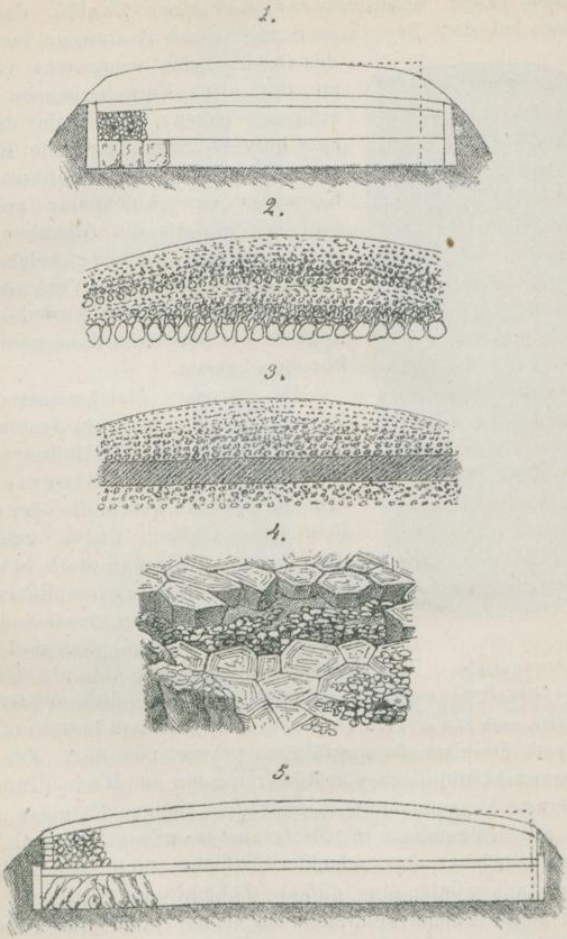
Von grösster Bedeutung für die älteste Culturgeschichte des Landes sind seine Verkehrswege.

Über die Verkehrswege in der vorrömischen Periode werden Aufschlüsse jetzt nur noch schwer erhalten werden

können. Doch unterliegt es kaum einen Zweifel, dass die Römer bei dem Bau ihrer Strassen und Saumwege innerhalb des Gebirgs sich wenigstens vielfach an die alten Verkehrsbahnen angeschlossen haben. Es scheint das daraus hervorzugehen, dass die Römerstrassen und Wege mit so vollkommener Kenntniss der Alpennatur angelegt sind, wie sie nur die Alpenbewohner selbst besitzen können, welche alle Anforderungen an solche Verbindungen zwischen den einzelnen Ansiedelungen in guter wie schlechter Jahreszeit vollkommen kennen.

Tafel 40.
Römischer Meilenstein, gefunden bei Baden in der Schweiz, nach F. Keller.

Die grossen Reichsstrassen der Römer, an denen sich ein System von Befestigungen und Wartthürmen hinzog und die mit Meilensteinen (Tafel 40) geziert waren, die oder deren Reste man vielfach findet, zeichnen sich namentlich in den stark bewohnten, reichen Gegenden am Rhein und der Donau durch eine grosse Solidität der Anlage aus. Gewöhnlich sind diese Strassen über dem Boden als „Dammwege“ erhöht und vielfach mit Gräben versehen. Ihr Unterbau besteht oft aus massivem Steinbau, in sorgfältigster Weise chaussirt. Die beigegebenen Abbildungen von Römerstrassen am Rhein (Tafel 41, Fig. 1 und 5), sogenannte Kiesstrassen, zeigen (5) einen massiven, aus Kalksteinen mit Mörtel hergestellten Unterbau, auf welchen zunächst eine schmälere Schichte dicht geschlagenen Lehms, dann wieder eine dickere Schichte aus Kalkstein und Mörtel folgt, welche schliesslich noch mit einer durch Mörtel befestigten Lage von Kieselsteinen bedeckt wird. In Abbildung 1 ist die Strassenunterlage behauene Grauwacke mit Mörtel, dann folgt eine dicke Lage gestückte Grauwacke mit Mörtel, dann eine schmälere von dichtgeschlagener Lehmerde, auf



Tafel 41.
Römerstrassen.
1. 4. 5. nach Jähns. 2. 3. nach F. Keller. 1. 5. Römerstrassen aus den Rheinlanden. 4. Pflaster der Appischen Strasse. 2. 3. Römerstrassen aus der Schweiz. 2. Profil der Heerstrasse zwischen Aventicum und Solodurum. 3. Profil der Vitudurum-Brigantia-Strasse.

welche schliesslich wieder die Oberflächenschicht aus Kies mit Mörtel folgt. Die grosse Appische Strasse in Italien zeigt bei Ariccia einen vollkommen als breite Mauer aufgeführten Damm, dessen Baumethode jener der oben beschriebenen militärischen Schutzmauern entspricht. Die Appische Strasse zeigt noch jetzt an vielen Stellen polygonales Pflaster aus Basaltblöcken (4).

In Baiern südlich der Donau sind nach Dahlem die römischen Strassen meist von Kies aufgeführt, zuweilen gröbere Bruchsteine darunter, stellenweise auch oberflächlich gemörtelt.

Die weniger begangenen Strassen, namentlich im Gebirge, sind oft mit geringerem Aufwand von Sorgfalt gebaut. Sie treten nur auf der Ebene als eigentliche „Dammwege" hervor; wo sie sich am Gehänge der Hügel auf festem Grund hinziehen, bedurften sie keines regelrecht angelegten Unterbaues, sie sind dann meist nur durch Bekiesung des Tracé, vielleicht des aus frühester Zeit herstammenden Thalwegs, hergestellt. Von dem Bestreben, Weghindernisse zu vermeiden oder durch Abtragung oder Auffüllung eine horizontale Wegrichtung zu erhalten, was an anderen Orten die Römerstrassen kennzeichnet, zeigt sich bei den Gebirgswegen hie und da wenig oder nichts.

Die grosse Römerstrasse bei Kurzdorf in der Schweiz zeigte nach den Untersuchungen F. Keller's*) (Tafel 41, Fig. 3.) an ihrer Oberfläche ein sanftes Seitengefälle, eine Breite von 30—32′, eine Höhe von 3′. Ihr Fundament besteht nur aus festgestampftem Kies, ist aber sehr solid. Auf dieser Unterlage ruhen Schichten reinen Kieses, die durch Jahrhunderte langes Befahren eine solche Compactheit erhalten haben, dass sie nur mit Mühe vermittels des Karstes durchbrochen werden können.

Die Römerreste zwischen Avenches und Solothurn (2) ruht auf festem Lehm, auf welchen ein 9′ breites horizontales Steinfundament folgt, welches aus 22—24″ grossen, aufrechtstehenden Kieselsteinen besteht, deren Zwischenräume mit zerschlagenen Steinen ausgefüllt sind. Auf diese ungemein feste Unterlage sind Sand und Kies aufgeschüttet. Die obere

*) a. a. O. Bd. 15.

Schicht, welche eine geringe Wölbung erkennen lässt, besteht aus reinem Kies.

Die Seitenwege im Gebirge der Schweiz waren, wie oben erwähnt, auch manche Strecken der Militärstrassen, ohne grossen Aufwand construirt, sie wurden nur durch Ausbreiten und Feststampfen von Kies auf die vorgezeichnete Linie hergestellt. An den trockenen, kiesigen Gehängen der Hügel ist es meist unmöglich, den Lauf dieser Seitenwege nachzuweisen. An denjenigen Localitäten aber, wo ein weicherer Thalgrund, ein Ried zu überstrassen war, wurde etwas mehr Fleiss und Sorgfalt auf Herstellung auch der weniger bedeutenden Wege verwendet. Das Strassenbett besteht dann in dicht aneinander gereihten grossen Findlingen mit daraufgelegtem Kies. Diese Wege werden oft jetzt noch als Feldwege benutzt, oder können, wenn sie im Ried begraben liegen, von den Bewohnern nachgewiesen werden. Auch Knüppelwege und Dämme über Moore und Sümpfe wurden von den Römern angelegt.

Wir verdanken H. Meyer*) eine vortreffliche Untersuchung über die Alpenstrassen der Schweiz, welche den Forschern auf unserem Gebiet als Muster dienen kann.

In den schon erwähnten Stellen in der Geographie Strabo's Buch IV. Cap. 6, welche von den Römerstrassen über die Rhätischen Alpen handelt, wird berichtet, dass schon damals, zur Zeit des Augustus, mehrere gute und sichere Strassen über diese Gebirge führten, welche unter den folgenden Kaisern noch vermehrt wurden. Strabo beschreibt die trotz der Gangbarmachung der Alpenwege noch bestehen bleibenden Schrecknisse derselben: „denn die Natur lässt sich nicht überall besiegen wegen der Felsen und ungeheuern Abhänge, die theils über den Weg vorlaufen, theils in der Tiefe sind, so dass man bei einem Fehltritt unvermeidlich Gefahr läuft, in unergründliche Schluchten hinabzustürzen. Der Weg ist zum Theil so schmal, dass Fussgänger, selbst Lastthiere, die es nicht gewohnt sind, von Schwindel ergriffen werden; die Einheimischen tragen aber die Lasten ohne Gefahr. Dem konnte man freilich nicht abhelfen, so wenig als dem Herabrollen der ungeheuern

*) Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich. Bd. 11.

Eisschichten, welche oft ganze Reisegesellschaften mit sich fortreissen und in die unten liegenden Thäler schleudern."

H. Meyer bemerkt, dass auf den alten Römerstrassen in Rhätien, wie es leider auch vielfach in unseren Alpen der Fall ist, die Meilensteine zu fehlen scheinen, die wohl im Laufe der Zeiten durch Sorglosigkeit der Menschen und durch Verschüttung und Bergschlipfe zu Grunde gegangen sein mögen.

H. Meyer schickt seiner Beschreibung der römischen Strassen in Rhätien die allgemeine Bemerkung voraus, dass die Bewohner dieses Landes dieselben immer noch in hohen Ehren halten, weil sie gut gebaut und, wie schon erwähnt, dem Charakter der Berge und den Witterungsverhältnissen angemessen sind. Es scheint, dass die römischen Ingenieure in der Anlage der Strassen mit grosser Umsicht zu Werke gingen, dass sie den Berg, über welchen sie eine Strasse zu führen hatten, genau studirten, namentlich auch die Gewässer, die Stürme und die besonderen „Launen der Berge" erforschten, die jedem eigenthümlich sind, und dass sie eine Richtung aufsuchten, wo die Schwierigkeiten geringer, die Gefahren leichter zu überwinden waren. Sie wählten für den Bau der Strassen immer, wo es nur möglich war, die Sonnenseite des Berges, weil dieselbe wärmer und trockener ist, damit im Winter eine geringere Schneemasse sich aufhäufe und die Strasse im Frühling schneller vom Eis befreit werde. Nicht minder bemüht waren sie, jene Bergstellen zu umgehen, wo grosse Schneehaufen zusammengeweht werden und oft zu 20—30′ Höhe sich aufthürmen, oder wo Lawinen oder Überschwemmungen den Weg öfter bedrohen. Nach dem Urtheil der Sachverständigen sind überhaupt diese Strassen mit solcher Vorsicht ausgeführt, dass sie auch jetzt noch in der schlimmen Jahreszeit, im Winter vorzugsweise, benutzt werden, und Viele bedauern, dass die neuen Strassen so oft die frühere Richtung verlassen haben. Die Römer haben sich daher in diesen Alpenthälern durch den Bau der Strassen ein Denkmal gestiftet, das immer noch fortlebt und ihren Ruhm nicht untergehen lässt. — Öfter sind diese Bergstrassen nur 4—5′ breit angelegt gewesen.

Wir fügen der allgemeinen Beschreibung der Alpenstrassen aus der Römerzeit eine theilweise Nachbildung der Karte bei,

welche von Th. Mommsen in dem Corpus inscriptionum latinarum Vol. III. Pars II. veröffentlicht wurde; sie soll die Römerstrassen in den Alpen Rhätien's und Noricum's zur Darstellung bringen. Die Karte gewinnt für uns dadurch an Werth, dass auf ihr nicht nur die sicher constatirten grossen Militärstrassen eingezeichnet sind, sondern mehrfach auch Strassenzüge, deren Lauf bis jetzt nur vermuthet werden kann und deren Erforschung gewiss eine der lohnendsten Aufgaben aus dem Gebiet unserer Studien für die Besucher und Bewohner der Alpenländer bilden wird.

Aus dem im allgemeinen Mitgetheilten und an den speciellen Beispielen Erläuterten geht schon zur Genüge hervor, auf was bei Untersuchung der römischen Alpenwege und Strassen vor allem die Aufmerksamkeit gerichtet werden sollte.

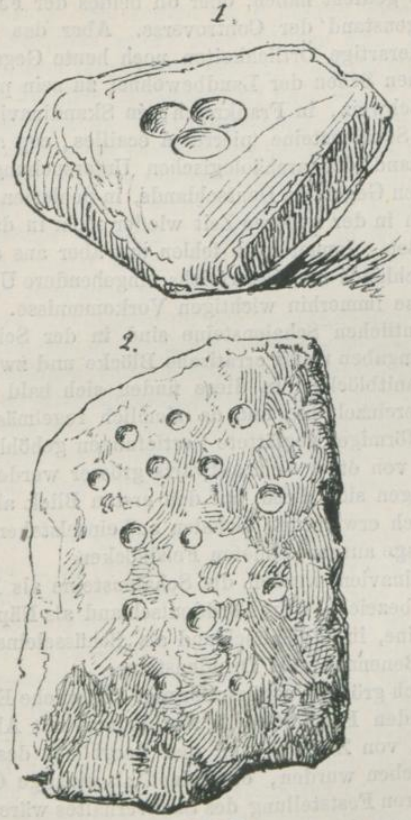
Zunächst muss nach dem etwaigen Unterbau der Strasse geforscht werden; manchmal ist er direkt an einzelnen Stellen sichtbar, manchmal kann man durch Erkundigungen bei Anwohnern darüber nach älteren Erfahrungen Mittheilung erhalten. Am werthvollsten sind eigene Grabungen. Die Breite der Strasse ist zu bestimmen, ihre Höhe in der Mitte, ihre seitlichen Abdachungen, etwaige Seitengräben oder Spuren von solchen und Hohlwege müssen beachtet werden. Vor allem gilt es nach den römischen Meilensteinen oder anderen Inschriftsteinen zu forschen, oder nach sonstigen alten Wegweisern, Steinkreuzen ohne Inschrift, welchen ein hohes Alter zukommen könnte.

4. Anhang zu Kapitel IV.

Schalensteine, Opfersteine.

Mit den Strassen und weglosen Verbindungsrichtungen in prähistorischer Zeit mögen wohl einige jener merkwürdigen Felsenzeichen zusammenhängen, welche selten als eigentliche Buchstaben oder Runen, gewöhnlich als in den Felsen eingemeisselte Fusstapfen von Pferden oder Menschen oder als schalenförmige Vertiefungen, letztere manchmal in Verbindung mit allerlei Ringvertiefungen und Rinnen, auftreten. Am bekanntesten sind unter diesen Gebilden einer frühern, meist lang ver-

schollenen Zeit die Rosstrappen und Schalensteine (Tafel 42).



Tafel 42.

Schalensteine.

1. Schalenstein aus der Schweiz, nach F. Keller. 2. Schalenstein, gefunden in einem Grabhügel bei Arrild in Angeln. Auf der anderen Seite des Steins liest man in Runenschrift das Wort Fatur. Nach J. Mestorf.

Ob es Zeichen für die Erkennung der Wegrichtung und der speciellen Örtlichkeit gewesen, ob die Vertiefungen als

Opferschalen zur Aufnahme des Blutes der über ihren geschlachteten Opfer oder zu anderen mystischen Zwecken alter heidnischer Culte gedient haben, oder ob beides der Fall gewesen, ist noch Gegenstand der Controverse. Aber das scheint gewiss, dass derartige Örtlichkeiten noch heute Gegenstand der abergläubischen Scheu der Landbewohner zu sein pflegen.

In der Schweiz, in Frankreich, in Skandinavien sind namentlich die Schalensteine (pierres à écailles, cop stones) vielfach Gegenstand der archäologischen Untersuchung gewesen; auch in einigen Gegenden Deutschlands, in Schlesien z. B., sind sie namentlich in der neueren Zeit wieder mehr in das Interesse gerückt worden. Immer noch fehlen uns aber aus dem Alpengebiet Deutschlands nnd Österreichs eingehendere Untersuchungen über diese immerhin wichtigen Vorkommnisse.

Die eigentlichen Schalensteine sind in der Schweiz nach Désor's*) Angaben meist erratische Blöcke und zwar fast ausnahmslos Granitblöcke. In diese finden sich bald zahlreicher bald mehr vereinzelt hie und da ziemlich regelmässig gestellt runde, tassenförmige, geglättete Vertiefungen gehöhlt, von dem Durchmesser von etwa 4 cm aufwärts grösser werdend.

Meist zeigen sich diese, auf den ersten Blick als künstlich hergestellt sich erweisende Schalen auf einzelstehenden, schon durch ihre Lage ausgezeichneten Felsblöcken.

In Skandinavien werden die Schalensteine als Elfen- oder Baldersteine bezeichnet, in Norddeutschland als Näpfchensteine oder Opfersteine, in Süddeutschland als „Schüsseleinsteine“ oder in gelehrter Benennung als Druidensteine.

Namentlich grössere schüsselförmige künstliche Eintiefungen auf freistehenden Felsplatten in Verbindung mit Abflussrinnen wie sie z. B. von Zapf**) von den Berghöhen des Fichtelgebirgs beschrieben wurden, erscheinen als einstige Opfersteine.

Zur näheren Feststellung des Sachverhaltes wäre der Boden in der Umgebung der Steine zu durchgraben und nach etwaigen Überresten zu forschen, welche auf die einstigen Opfer etc. hindeuten können.

---

*) Correspondenzblatt der deutschen anthropologischen Gesellschaft. 1877. S. 126.

**) Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Baierns. Bd. IV. Hft. 3. 4.

Es ist beachtenswerth, dass wenigstens in Skandinavien die Schalensteine noch vielfach Gegenstand abergläubischer Ceremonien sind. Sie werden mit Öl gesalbt, es werden Münzen in die Schüsselchen gelegt oder Blumen etc. Auf derartige Überbleibsel alter religiöser Gebräuche wäre vor allem zu achten und danach bei den Umwohnern zu forschen.

Im Anschluss an die Untersuchung der Schalensteine ist man namentlich in der Berliner anthropologischen Gesellschaft*) auf ganz ähnliche kleine schüsselförmige kreisrunde Eintiefungen aufmerksam geworden, welche sich an den Aussenflächen der Fundamentsteine von alten Kirchen und an den Aussenmauern der letzteren meist neben den Eingängen und zwar niemals höher als in Handhöhe finden.

Ob diese Schüsselchen in den Kirchenwänden Analoga sind der Schalensteine auf isolirten oder anstehenden ausgezeichneten Steinblöcken, ist noch keineswegs entschieden. Auch mit dem Material der Kirchenmauern (Mörtel etc.) verbinden sich vielfach religiöse — abergläubische Vorstellungen und namentlich medicinischer Aberglaube, indem man dem Genuss von Kirchenkalk bei gewissen Leiden eine heilende Wirkung zuschreibt.

Auch in Beziehung über die Näpfchen in den Kirchenmauern und deren Verbreitung im Alpengebiet stehen eingehendere Untersuchungen noch vollkommen aus.

Eigentliche alte Felsenzeichnungen, wie sie in Skandinavien und in aussereuropäischen Ländern vielfach beobachtet wurden, Inschriften und Bilder auf Felsen sind bisher in unserem Forschungsgebiet noch nicht aufgefunden. Von wie hohem Interesse derartige Funde wären, ist von selbst einleuchtend.

Bei uns hat man in „künstlichen Höhlen" (vgl. oben S. 327) späterzeitige Abbildungen und Inschriften beobachtet.

Gebirgsschluchten und Felsenhöhlen wurden in heidnischer Zeit als religiöse Cultusplätze benutzt; bei methodischen Ausgrabungen würde sich wohl mancherlei darauf sich Beziehendes finden lassen.

Bei der Untersuchung der Schalensteine und der analogen

*) Zeitschrift für Ethnologie in den letzten 3 Bänden.

künstlichen Bildungen ist eine genaue Darstellung aller localen Verhältnisse, Planaufnahme, Messung der Vertiefungen, getreue Abbildung, landschaftliche Skizze nicht zu übergehen.

Kapitel V.

Prähistorische Grabstätten.

Wir haben in dem Vorhergehenden unsere Aufmerksamkeit auf die Spuren gerichtet, welche uns über das Leben und die Thätigkeit lang verschollener Geschlechter Aufschluss geben.

Aber diese Reste des prähistorischen Lebens finden erst ihre volle Erklärung, ihr volles Verständniss durch die Vergleichung mit den Forschungen über die Todten der Vorzeit.

Zu Tausenden sind kleinere und grössere Grabhügel, meist kaum als Bodenwelle erkenntlich, seltener zu bergähnlichen Hügeln aufgethürmt, auch in unseren Gegenden erhalten, welche in ihrem Innern die verbrannten oder unverbrannten Leichen der Urbewohner enthalten, zum Theil mit ihrem Schmuck und Waffen, ja mit Geräthen des täglichen häuslichen Gebrauchs von der frommen Sitte der Alten zum Gebrauch im Schattenreiche liebevoll versehen.

Auch an sonnigen Abhängen liegen in der älteren Periode unregelmässiger, später regelrecht reihenweise neben einander gebettet, die Reste der Bewohner aus vor- und nachrömischer Periode, ehe das Christenthum die Leichenbestattung um die neuerstandenen Gotteshäuser zu allgemeinem Gebrauch erhob.

Von jeher war die Aufmerksamkeit der Nachwelt diesen Zeugen der Vergangenheit zugewendet; gelegentliche reiche Funde luden ein, in den Grabhügeln nach verborgenen Schätzen zu forschen.

Auf diese Weise und unter dem Einfluss der fortschreiten-

den Bodencultur sind viele Grabstätten des Alterthums zerstört, ohne eine wissenschaftliche Ausbeute geliefert zu haben, aber noch immer sind sie zahlreich vorhanden und namentlich im Gebirgslande weniger untersucht, wo die künstlichen Bodenwellen schwerer von den zahlreicheren natürlichen unterschieden werden können.

In dieser Beziehung besteht für die Alpenländer vielfach eine noch auszufüllende Lücke und die Funde in den Grabstätten werden uns über Manches erst volle Belehrung geben, was wir gegenwärtig nur zu ahnen vermögen.

Denn das ist gewiss, die reichsten Aufschlüsse über das Leben der Vorfahren und über sie selbst verdanken wir den Todten, den systematisch ausgebeuteten Gräberfunden.

In den Gräbern der Vorzeit haben wir, nach den oben gemachten Bemerkungen, nicht nur nach den Knochenresten der einstigen Einwohner eines Landes zu forschen, neben den Knochen enthalten die Grabstätten auch mehr oder weniger reiche „Beigaben" der Todten: Reste der Kleidung, des Schmucks, Waffen, Geräthe aller Art, darunter namentlich Thongeschirr. Diese Beigaben geben uns über den Culturstand der Zeit, in welcher das Grab errichtet wurde, den erwünschten Aufschluss, ja eine genauere archäologische Untersuchung gewährt uns die sichersten Anhaltspunkte zur historischen, oft sogar zur ethnologischen Fixirung des Gräberfundes

Aus jener Zeit, in welcher der Mensch mit den diluvialen Säugethieren Europa bewohnte, scheinen bis jetzt in Deutschland mit Sicherheit noch keine Begräbnisstätten aufgefunden zu sein. In jener jüngeren Steinperiode aber, als die diluvialen Säugethiere ausgestorben oder nach dem Hochnorden und den Eisfirsten der Alpen zurückgewichen waren, als die den Menschen umgebende Fauna sich nicht mehr wesentlich von der heutigen unterschied, immer noch aber geschlagene Feuersteinmesser und geschliffene Steinäxte und Hämmer neben aus Knochen und Hirschhorn gefertigten Instrumenten im ausschliesslichen Gebrauch der Menschen waren, sehen wir im germanischen Norden die Leichen unter mächtigen Steinbauten beigesetzt. Es sind das jene Hühnengräber und Riesenbetten, die in den genannten Gegenden in so eigenthümlicher Art zur

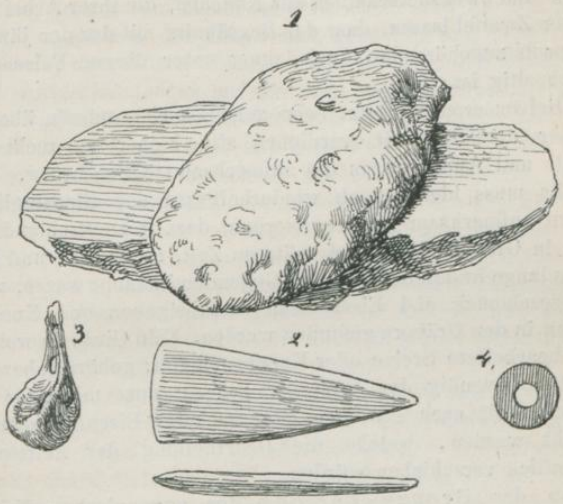
Charakterisirung der Landschaften beitragen. Es sind Steinkammern, aus grossen erratischen Blöcken, oft von sehr bedeutenden Dimensionen, zusammengefügt und mit einem oder mehreren ebensolchen, oft etwas flacheren Steinen gedeckt. Wo solche Steinkammern frei stehen, ohne von einem Grabhügel umgeben und gedeckt zu sein, werden sie wohl als Opferaltäre, Opfersteine etc. bezeichnet. Meist bilden diese Steinbauten das Innere eines grossen Hügelgrabes und es führt bisweilen ein längerer oder kürzerer, auch aus erratischen Steinen gebauter, gedeckter Gang, meist niedriger als die eigentliche Steinkammer, gegen den Hügelrand. Derartige Grabanlagen werden als „Ganggräber" bezeichnet. Als Riesenbetten werden langgestreckte, mit grossen Steinen umsetzte Hügel benannt, welche entweder eine oder mehrere Grabkammern umfassen.

Am häufigsten kommen solche „megalithische Steinbauten" in den Ostseeländern und in der ganzen niederdeutschen Ebene vor. Nach Süden nimmt ihre Zahl mehr und mehr ab, südlicher als im Kreise Ziegenrück in Thüringen sind sie bis jetzt, wie es scheint, nicht beobachtet worden. In den Süddonauländern scheinen bis jetzt noch keine Spuren solcher Bauten aufgefunden.

Ein Gräberfeld mit unverbrannt bestatteten Leichen, welches seinen Beigaben nach der jüngeren Steinzeit angehörte, untersuchte Lindenschmit*) am Hinkelstein bei Monsheim in Rheinhessen. Die Skelett-Gräber, welche bei dem Roden eines Feldes zum Vorschein kamen, waren reihenweise in die Erde eingeschnitten, ähnlich wie bei den später zu beschreibenden aber weit jüngeren „Reihengräbern". Die Knochen waren so vermorscht, dass nur einige Schädelfragmente gehoben werden konnten. In der grossen Anzahl von Gräbern (60—70), welche genau untersucht werden konnten, fand sich keine Spur von Metall, dagegen durchbohrte und undurchbohrte Steinbeile, Feuersteinsplitter und Messer aus dem gleichen Material. Unter den Schmuckgegenständen fallen am meisten Halsketten auf, aus kleinen, zu angeöhrten Perlen gearbeiteten Stückchen von Muschelschalen bestehend (Tafel 43, Fig. 3. 4), andere aus durch-

*) Die Alterthümer unserer heidnischen Vorzeit. Bd. II. Hft. 8. Taf. 1.

bohrten Zähnen. Ausserdem fanden sich Handmühlsteine aus Sandstein (Fig. 1) und eine Anzahl zwar aus freier Hand aber recht zierlich geformter Gefässe, Krüge, Näpfe und Becher aus Thon.



Tafel 43.

Aus dem Gräberfeld bei Monsheim, nach Lindenschmit.

1. Einfache Handmühle oder Reibstein für Getreide aus rothem Sandstein. 2. Flache, keilförmige Steinaxt aus Diorit, der breiten Schneide gegenüber in eine Spitze auslaufend; von der Fläche und von der Seite. 3. Halsschmuck aus Muschelstücken in Form roher Berlocken aus dem Schloss der Schale geschliffen und durchbohrt. 4. Halsschmuck aus Muschelschalen, welche zu kleinen Scheibchen geschliffen und durchbohrt sind.

Die zahlreichen von Engelhardt beobachteten Gräber aus der Steinzeit liegen auf einer Hochfläche mit prächtiger Aussicht auf die „Fränkische Schweiz“ und die sie umgebenden Bergzüge zunächst bei Königsfeld im bairischen Oberfranken. Hier fanden sich unter den zahlreichen z. Th. gewaltigen einzelnen Felsblöcken von Juradolomit, welche bei der Urbarmachung des Feldes weggeschafft werden mussten, zerdrückte Thongefässe, rohe Urnen und als einzige bemerkte sonstige Beigabe geschliffene Steininstrumente.

Von dem von Herrn Hösch aufgefundenen Grab unter dem Fockenstein bei Pottenstein in der „fränkischen Schweiz", war schon oben S. 304 die Rede. Hier fanden sich zwar keine Steinwaffen, aber eine aus Hirschgeweih geschnittene Lanzenspitze und zwei Zierscheiben aus Knochen, die ihrer Arbeit nach keinen Zweifel lassen, dass das Begräbniss mit der der jüngeren Steinzeit zugehörenden Ansiedelung unter diesem Felsendache gleichzeitig ist.

Bei unseren bis jetzt sehr geringen Kenntnissen über die Gräber der Steinzeit verdienen alle hieher zu rechnenden Funde und Andeutungen die aufmerksamste Beachtung.

Es muss hier jedoch wiederholt auf das Eindringlichste darauf aufmerksam gemacht werden, dass in Deutschland auch noch in Gräbern einer viel späteren Zeit, als Bronze und Eisen schon lange in den betreffenden Gegenden bekannt waren, neben Bronzeschmuck und Eisen noch Steinbeigaben und Knochenwaffen in den Gräbern gefunden werden. Ein Grab, in welchem man bearbeitete Steine oder Knochen findet, gehört daher noch nicht nothwendig der „Steinzeit" zu, es muss mit aller Aufmerksamkeit nach etwaigen Bronze- oder Eisenbeigaben geforscht werden, welche die Beurtheilung der Zeitstellung wesentlich verschieben würden.

In der Bronze-Periode des germanischen Nordens wurden die Todten theils unverbrannt bestattet, theils findet sich Leichenbrand mit Beerdigung der verbrannten Knochenreste. Die Leichenbestattung scheint wenigstens dort älter zu sein als die Verbrennung.

In den germanischen Nordländern wurden die Leichen „der Bronzezeit" in 6—7′ langen Steinkisten, die aus unbehauenen flacheren Steinblöcken oder aus kleineren Steinen zusammengesetzt waren, beigesetzt. Darüber wurde dann ein Grabhügel aus Steinen oder Erde aufgeworfen. In einzelnen Fällen fand die Bestattung in rohen Einbaumsärgen statt, in denen sich z. Th. in wunderbarer Weise nicht nur die Reste des Leichnams selbst, sondern auch die Beigaben von Holz, ja sogar die Gewebe der Kleidungsstücke erhalten haben. Aus diesen merkwürdigen Grabfunden, unter denen jener aus dem Treenhöi, einem grossen Hügelgrab im Amte Ripen, der eine

männliche, und jener aus dem Borum-Eshöi bei Aarhuus, der eine weibliche Leiche enthielt, besonders berühmt sind, kennen wir die Weberei und die Kleidung in der Bronzeperiode des Nordens in sehr vollkommener Weise. Die rohen Eichenstämme, welche zu den Särgen dienten, sind an den Enden stumpf abgehauen, der Länge nach gespalten und beide Theile trogförmig ausgehöhlt. In den unteren Theil, den eigentlichen Sarg, wurde die Leiche auf die Haut eines frischgeschlachteten grösseren Thieres in vollem Schmuck der Gewänder, Zierrathen und Waffen gebettet und mit dem Fell bedeckt. Die obere Hälfte des Stammes verschloss als Deckel den Sarg, dessen Fugen sorgfältig mit Harz verkittet wurden, ehe sich der Grabhügel über ihn wölbte. Wurde der Hügel aus feuchtem Thon oder Letten aufgeführt, so erhielt sich in diesem das Holzwerk und wie gesagt auch die organischen Stoffe der Kleidungsstücke sehr gut. Was von dem Holzwerk in lockere und steinige Erde hereingeht, ist dagegen, wie mit dem Messer abgeschnitten, vollkommen zerstört und verschwunden.

Aus der eigentlichen „Eisenzeit“ haben wir in unserem Forschungsgebiet theils Grabhügel mit Leichenbrand und Beisetzung in Urnen, theils Leichenbestattung. Die letztere ist in ganz charakteristischer Weise ausgebildet in den der Völkerwanderung und den derselben nachfolgenden Jahrhunderten — in Baiern etwa bis zum 8. Jahrhundert — angehörenden sogenannten Reihengräbern.

Ehe wir nähere Angaben über die Methode der wissenschaftlichen Ausbeutung der Gräber machen, wollen wir an einigen Beispielen die Auffindung und Ausgrabung der Gräber und die in ihnen gemachten Funde selbst charakterisiren.

Wir schicken nur noch voraus, dass naturgemäss, was für die österreichischen Länder namentlich durch die Beobachtungen v. Hochstetter's festgestellt wurde, die Grabstätten gewöhnlich in der Nähe prähistorischer Wohnstätten und Ansiedelungen, sehr gewöhnlich in der Nähe von Ringwällen und ähnlichen Anlagen der Vorzeit gefunden werden. Die einer jüngeren Periode angehörenden germanischen „Reihengräber“ finden sich vielfach in der Nachbarschaft von Römerstrassen und Römerkastellen und in der Nähe von noch heute besie-

delten Dörfern und Wohnplätzen, namentlich von solchen, welche in den ältesten Urkunden erwähnt werden.

1. Hügelgräber.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit zunächst den grossen Hügelgräbern, Tumuli, zu, welche Fraas, dem wir einige der schönsten bis jetzt in Süddeutschland in solchen Hügeln gemachten Funde verdanken, als Heroenhügel oder Fürstengräber bezeichnet. Er untersuchte zwei solcher Hügel: „Kleinaspergle" und „Belremise" in Württemberg, deren Ausgrabungen wir nach seinem Bericht schildern. *)

Der Hügel „Kleinaspergle" heisst auch Franzosenhügel. Es geht von ihm die Sage, die Franzosen hätten ihn in ihren Tschakos zusammengetragen, um von ihm aus die Feste Hohenasperg mit Erfolg zu beschiessen. Der Volkssage liegt augenscheinlich der richtige Instinkt zu Grunde, dass der fragliche Hügel kein natürlicher, sondern von Menschenhand aufgeworfen ist. Mit Vorliebe knüpft dann das Volk an die letzte Invasion fremder Völker an. So wussten die Leute, dass das Hügelpaar durch menschliche Hände hergestellt sei; dass wir aber in beiden uralte Todtenhügel vor uns haben, davon hatte Niemand eine Ahnung. Selbst Männer vom Fach sprachen bis zur Zeit der Inangriffnahme der Ausgrabung von römischen Wachthügeln und dergleichen.

In der Mitte des Todtenhügels „Belremise" lag noch die Leiche des Fürsten mit goldener Krone, Goldspange, Bronzedolch u. s. w. neben einem vierrädrigen Streitwagen, dessen Achsen und Radnaben kunstvoll mit Kupfer beschlagen waren. Das Grab war, von 3,5 m langen Holzdielen umrahmt, auf die frühere Erdoberfläche aufgesetzt, zunächst mit grossen rohen Feldsteinen zugedeckt und dann 6 m hoch mit Erde überschüttet. Ein zweites seitliches Grab innerhalb des Hügels war 1,20 m in den natürlichen Boden eingelassen und enthielt gleich dem Hauptgrab die Reste von Waffen und Schmucksachen.

---

*) Correspondenzblatt der deutschen anthropologischen Gesellschaft 1879. S. 108.

Da ähnliche Verhältnisse auch im Kleinaspergle zu erwarten waren, wurde beschlossen, den Hügel in regelmässigem Stollenbau zu bearbeiten, um die übermässigen Kosten der Abtragung zu ersparen. Der Hügel wurde von der Westseite in Angriff genommen, der Stollen genau von W. nach O. eingetrieben. In Belremise war die Lage der Skelette von S. nach N., so dass man hoffen konnte, die Gräber von W. aus sicherer anschneiden zu können als auf der S- oder N-Seite. Mit 18 m Stollenlänge stiess man auf ein Grab. Dasselbe war sorgfältig abgegrenzt, von hölzernen Rahmen von 25 und 26 cm Durchmesser umgeben und maass in der Breite 2 m, in der Länge 3 m. Das Grab lag auf der natürlichen Erdfläche und wurde auf der Sohle des Stollens angefahren. Dasselbe zeigte sich sorgfältig zugedeckt mit den Resten eines Zeltteppichs. Zeltstangen, welche das Tuch trugen, waren noch in den Seitenwänden sichtbar, das Zelttuch selbst war vergangen, aber der weiche Lehm hatte das Gewebe abgedrückt. An der ganzen Behandlung des Grabes und der Anordnung der Grabgegenstände unter dem Zeltdache war eine wahrhaft rührende Sorgfalt zu erkennen, mit welcher das Grab errichtet war. An der Ostwand der Grabkammer standen neben einander vier prachtvolle grosse Bronze- und Kupfergefässe, beziehungsweise eine aus Kupfer getriebene Kanne (labrum), 1 m im Durchmesser haltend. Es war das Mischgefäss für den Wein, in welchem noch ein hölzerner Schöpfer lag, leider sehr vergangen, vielleicht aus Birnbaumholz. Das zweite Gefäss ist ein aus Bronzeringen aufgebauter Schöpfeimer, eine sogenannte (etrurische) Ciste. Neben dem Eimer stand ein zweihenkeliges Bronzegefäss mit massiven Henkeln, verziert mit rein etrurischen Ornamenten. Das vierte Gefäss war ein rein etrurisches einhenkeliges Gefäss (sog. nasiterna); die Schnauze der Kanne sowie der Untertheil des Henkels ist mit phantastischen Thierköpfen verziert, wie wir sie an etrurischen Arbeiten kennen. Während dies alles an der Ostseite des Grabes war, lagen an der Westseite die eigentlichen Reste der Leiche, d. h. ein Häufchen Asche und weiss gebrannte Knochen, mit einem goldverbrämten Tuch einst sorgfältig zugedeckt; die runden Goldplättchen und die länglichen goldenen Besatzstreifen lagen auf dem Häufchen Knochen und

Asche. Abseits von demselben in der eigentlichen Mitte des Grabes lagen die Kostbarkeiten beigesetzt; zwei Schalen von vollendeter attischer Form, aus lemnischer Erde gearbeitet. Die Malerei in einer derselben stellt roth auf schwarz eine Priesterin dar, die mit einem brennenden Holzscheit den Opferbrand entzündet. Der Rand der Schale ist mit einem Epheukranz bemalt und, was bisher noch nie gefunden wurde, die Unterseite war mit goldener Draperie versehen. Ebenso mit Goldblech auf der Unterseite drapirt war auch die zweite Schale, in welcher mit gelbgrüner Farbe ein Kranz aus Mohn und Binsen aufgemalt ist. Zwischen den Knochenhäufchen und den Schalen lag ein Holzring aus Ebenholz mit goldenem Knopf verziert, der nach seiner Weite zu urtheilen an einen Frauenarm passte. Auch der andere Schmuck neben den Schalen, bestehend in einem goldenen Armschmuck und silberner Kette, deutet auf eine Frau als einstige Trägerin hin. Keinerlei Waffen, kein Dolch, kein Schwert oder Schild, die den Männergräbern nicht fehlen, sondern nur Schmuckgegenstände, auf das sorgfältigste gearbeitet, von ausserordentlicher Schönheit. Das Merkwürdigste aber, das noch weiter in des Grabes Mitte lag, sind zwei goldene „Hörner". Jedes dieser Hörner ist von der Gestalt eines Stierhorns, an dem unteren Ende ist ein Widderkopf angebracht. Das Horn selbst ist wie das Horn der Kuh oder des Stiers doppelt gekrümmt, ein eiserner Dorn in dem Horn bildet das Gerüste, um welches Holz gelegt ist, das Holz aber ist mit Goldblech belegt, das auf Kupferblech aufgelegt war. Die Ornamente auf dem Gold sind von grosser Schönheit. Herr Fraas möchte sie für Griffe einer Libationsschale halten. Die beiden Gefässe aus Bronze waren bis an den Rand mit einer mehligen Masse gefüllt, die sich bei der Erhitzung auf dem Platinblech an dem Weihrauchsduft, der sich entwickelte, als wohlriechendes Harz zu erkennen gab, ob Myrrhen oder Olibanon, war freilich nicht mehr zu ergründen. Soviel steht fest, dass dieses wohlriechende Harz im Schwabenlande nicht gewachsen, sondern eben so sicher importirt war, wie die Schalen von Athen. Das beschriebene Grab war seiner seitlichen Lage nach nur ein Nebengrab, leider war das Hauptgrab in der Mitte, wie die Spuren ergaben, schon in alter Zeit ausgeraubt.

2. Urnenbegräbnisse.

Wir haben oben bei der Besprechung der prähistorischen Wallanlagen und Ansiedelungen schon einen von v. Hochstetter untersuchten Fundplatz erwähnt, welchen wir hier wegen seiner Gräberanlagen noch etwas eingehender betrachten wollen:*) Teržišče bei Zirknitz.

Auf diese in der Nähe von Zirknitz bei Niederndorf am nordwestlichen Ende des Sees zwischen den einzelnstehenden Kirchen St. Lorenz und St. Wolfgang gelegene Localität hatte, wie v. Hochstetter berichtet, zuerst in Folge einiger bei Gelegenheit eines Wegbaus gemachten Bronzefunde Herr Adolph Obresa, Realitätenbesitzer in Zirknitz, im September 1877 aufmerksam gemacht. Der für eine Ansiedelung sehr günstig zwischen Wald und See gelegene Hügel war einst seinem ganzen Umfang nach besiedelt und befestigt. An der nordwestlichen, westlichen und z. Th. auch an der südlichen Seite sind noch deutlich erhaltene, nicht gemauerte Stein- und Erdwälle erkennbar, während die Begräbnissplätze dem östlichen gegen den See gerichteten Ende des Hügels angehören. Hier wurde auf der Höhe am 17. Juli 1879 an einer Stelle, wo schon früher mehrere menschliche Skelette ausgegraben worden sein sollten, bei weiterem Nachgraben ziemlich oberflächlich unter dem Gesteinsschutt ein menschliches Skelett, jedoch in sehr schlechtem Erhaltungszustand und ohne jegliche Beigabe gefunden. Es muss daher unentschieden bleiben, ob dieses Skelett einer älteren Periode angehört. Dagegen existirt an dem gegen den Zirknitzer See gerichteten östlichen Abhang des Hügels gegenüber Niederndorf und der Kirche von St. Lorenz eine unzweifelhaft prähistorische Begräbnisstätte mit Aschenurnen. Die aus einem stark sandigen Thon sehr roh gearbeiteten Aschenurnen von der einfachsten Topf- und Napfform mit einer Höhe bis zu 50 cm wurden in den von eisenschüssigem Lehm erfüllten Spalten der steil aufgerichteten triasischen Kalkbänke beigesetzt. Diese Aschenurnen enthalten den stets mit Holzkohle vermischten Leichenbrand, unter demselben einzelne Bei-

*) a. a. O.

gaben, wie Halsringe, Armringe und andere kleine Ringe aus Bronze, Fibeln von verschiedener Form aus Bronze, Fibeln und Ringe ganz aus Eisen (die Fibeln sind wie die in Hallstatt theils Spiralfibeln, theils Knotenfibeln, theils einfache Bügelhaften), kleine Messer aus Eisen, einzelne Achat-, Glas- und Bernsteinperlen, Spinnwirtel aus Thon u. dergl. Über dem Leichenbrand liegen in den Urnen in der Regel ein oder zwei kleinere schalen- oder becherförmige Thongefässe, ebenso roh gearbeitet wie die Aschenurnen. Eine besondere Erwähnung verdient eine Henkelurne von etruskischer Form, aus lichtem Thon fein gearbeitet, 19 cm hoch, in der eine grössere Anzahl von Armringen aus Bronze gefunden wurde, ferner ein Ring aus Blei und zahlreiche Bronzebügel, die wohl als Henkel von Gefässen aufzufassen sind.

Noch grossartigere Resultate lieferte das Gräberfeld am Südabhang des Slemeschekberges bei Watsch und die alten Begräbnissstätten bei Klenik, worüber wir ebenfalls nach v. Hochstetter berichten.*)

Die Veranlassung zu Entdeckung dieser für die Urgeschichte Krain's höchst bedeutungsvollen Localität gaben im Jahre 1877 einige Arm- und Ohrringe aus Bronze, welche der Schullehrer von Watsch, Herr Franz Peruzzi, an dem Armknochen und bei dem Schädel eines in einem Hohlwege nächst dem Dorfe Klenik (slovenisch Klenke) bei Watsch ausgegrabenen weiblichen Skelettes gefunden hatte. Zugleich berichtet Herr P., der eine lebende Chronik aller Funde und Ereignisse in Krain ist, auch von Funden von grossen Urnen und anderen Gegenständen, die von Zeit zu Zeit in der Gegend von Watsch gemacht werden. Es liessen sich bei Watsch wieder wie bei Zirknitz die Spuren einer ausserordentlich ausgedehnten prähistorischen Ansiedelung auf dem höchsten plateauförmig sich ausbreitenden Gebirgsrücken zwischen dem Savethal und dem Kanderschthal nachweisen, zu welchen einzelne Tumuli und ausgedehnte reiche Urnenfelder in der Nähe des Dorfes Klenik, die Begräbnisstätten der ehemaligen Bewohner, gehören. Auf der höchsten Kuppe der Ansiedelung, die schon in prähistorischer Zeit ein

*) A. a. O. S. 7.

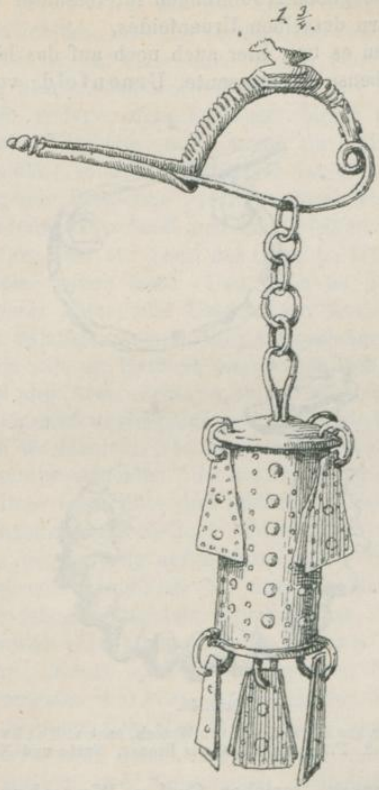
Cultusplatz gewesen sein mag, steht die Schlemschek oder Heiligenkreuz genannte Wallfahrtskirche. Bei der Kapelle in der Nähe dieser Kirche fanden sich Massen von Küchenabfällen in der Form von Thierknochen, vom Schwein, Hirsch, Rind und der Ziege herrührend, nebst Gefässcherben in einer Tiefe von $^1/_2$ m unter dem jetzigen Boden. Am 26. Juli wurde auf der Hutweide unten links vom Heiligenberg die Grabarbeit begonnen. (Tafel 44.)

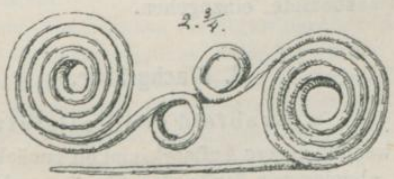
Wir heben aus den hochinterressanten Fundberichten nur einen heraus.

In einer Tiefe von 0,6 m unter dem Rasen stiess man auf eine schwere Kalksteinplatte; unter derselben fand sich, von lehmigem Dolomitgruss theilweise eingehüllt, eine Riesenurne, fast von der Form unserer heutigen Salzsäureballons. Die Dimensionen sind: Höhe 0,67 m; grösster Umfang 1,77; Durchmesser der oberen Öffnung 0,30; Durchmesser des Bodens 0,23 m. Oben hat sie am äusseren Umfang fünf kleinere, unten zwei grössere Buckel, sie ist aus einer rohen, sandigen Thonmasse aus freier Hand gearbeitet, schwach gebrannt und von brauner Farbe. An der Aussenseite und ebenso an der Innenseite ist sie von einer später entstandenen papierdünnen Kalksinterkruste überzogen, die sich jedoch beim Trocknen des Gefässes zum Theil abgelöst hat. Mit vieler Vorsicht gelang es, die grosse Urne fast unverletzt zu heben. Es fand sich, dass sie ganz mit rohen Steinen umstellt war, also in einer Art Steinkiste sich befand, deren Deckel obige Steinplatte war. Bei der Untersuchung des Inhalts ergab sich, dass die Urne etwa bis zu einem Drittel der Höhe von einem mit viel Holzkohle vermischten Leichenbrand erfüllt war. Auf diesem Leichenbrand wurden als Beigaben zwei kleinere Urnen gefunden. Von anderen Beigaben, die über dem Leichenbrand in der grossen Urne lagen, sind noch zu erwähnen eine durchbohrte Kugel aus Blei von 2 cm Durchmesser, ein 12 cm langer Pfriemen aus Bein, ein Bronzeblech mit Bronzenieten, welches einst als Beschläg gedient haben mag, ein zerbrochener eiserner Ring und ein kleines gekrümmtes eisernes Messer von 20 cm Länge. Die eisernen Geräthschaften waren vollständig in Brauneisenstein umgewandelt. Tafel 44 giebt eine Anschauung dieses Grabfundes, die

Tafel 44.

Ansicht des Gräberfelds bei Klenik unfern Watsch während der Ausgrabungen im September 1878, nach v. Hochstetter.

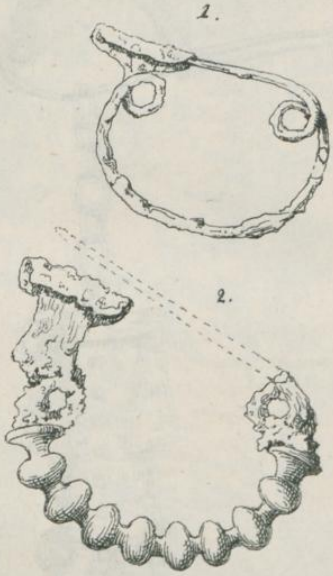




Tafel 45.
Zwei Fibeln aus Bronze aus den Gräbern bei Watsch, nach v. Hochstetter.

Tafeln 45 und 46 geben Abbildungen interessanter Objecte (Fibeln) aus Gräbern desselben Urnenfeldes.

Wir versagen es uns, hier auch noch auf das höchst reichhaltige und ebenso interessante Urnenfeld von Maria-



Tafel 46.

Zwei Fibeln aus den Gräbern von Watsch, nach v. Hochstetter.
1. Fibel aus Eisen. 2. Fibel mit Bügel aus Bronze, Nuthe und Nadel aus Eisen.

Rast in Steiermark, welches Graf v. Wurmbrand wissenschaftlich ausbeutete, einzugehen.

3. Flachgräber.

a. Grabfeld von Hallstatt.

Wir wenden unsere Aufmerksamkeit zunächst jenem in hoher Lage an abgelegener Stelle des oberösterreichischen Gebirgs aufgefundenen, wohl Jahrhunderte lang zur Bestattung benutzten

Gräberfeld zu, welches für die Alpenländer ausserordentlich wichtige Aufschlüsse über die vorrömische Periode gegeben hat.

Dasselbe ist in klassischer Weise von Dr. Ed. Frhrn. v. Sacken beschrieben worden.*)

Für die Anlage einer Ortschaft bietet das Seeufer bei Hallstatt keine Vortheile; es ist kaum ein kleines ebenes Plätzchen vorhanden, sondern die Häuser mussten an die ziemlich steil ansteigende Berglehne wie Schwalbennester über einander gebaut werden. So schroff und hoch steigen die umgebenden Bergwände an, dass ein Theil des Ortes im Winter drei Monate hindurch keine Sonne sieht. Und doch ist dieser abgelegene Ort von hohem Alter; die Ursache zur Ansiedelung gab das ausgedehnte Salzlager des westlich aufsteigenden Gebirgsstocks.

Nachdem man am Hallberg empor eine Höhe von 1130′ über dem Spiegel des Sees erstiegen, sieht man ein Hochthal vor sich, das sich sanft ansteigend in einer Länge von einer halben Stunde nach W. hinzieht, von den zerklüfteten Felswänden des Plassensteins abgeschlossen. In der Erhebung dieses Hochthals sind 16 Stollen, einer über dem anderen, gegen den Bergstock des Plassensteins eingetrieben, welcher das reiche Salzlager enthält, das gegenwärtig ausgebeutet wird. Zu beiden Seiten ist das Thal vom Kreuzberg (N.) und von dem theils bewaldeten, theils felsigen Siegkogel (S.) begrenzt, den Eingang beherrscht nördlich eine kleine Anhöhe mit dem mittelalterlichen Rudolfsthurm. Kaum hundert Schritte von den gegenwärtig benutzten Gebäuden und Wohnungen entfernt, an der südlichen Thalwand, befindet sich eine Wiese, von einem Buchenwald umsäumt, der sich an dem ziemlich steilen, mit zahlreichen abgestürzten Steinen und Felsblöcken bedeckten Abhang des Siegkogels hinaufzieht.

Hier in diesem abgelegenen Gebirgswinkel ist die Stelle, welche ein längst untergegangenes Volk vor mehr als zwei Jahrtausenden als Begräbnisstätte wählte, wo es in zahlreichen, den verstorbenen Angehörigen mit religiöser Pietät beigegebenen Gegenständen die sprechenden Documente seiner Culturstufe, seiner Sitten und Zustände, seines Handelsverkehrs und Wohl-

*) Das Grabfeld von Hallstatt in Oberösterreich und dessen Alterthümer.

standes in den Schoos der Erde niedergelegt hat. So gut wie Nichts berichtet uns die geschriebene Geschichte über das Dasein dieses Volkes, dessen Todte nun als redende Zeugen seiner Lebensthätigkeit vor unseren Augen erstehen.

Schon seit vielen Jahren wurden in der Nähe des Rudolfsthurms und am Hallberg von Zeit zu Zeit verschiedene Alterthümer: Werkzeuge aus Stein oder Bronze, Ringe und andere Schmuckstücke von Erz u. dgl. gefunden. Im November 1846 fand der k. k. Bergmeister J. G. Ramsauer bei Wegräumung der Dammerde behufs der Gewinnung von Wegschotter auf der beschriebenen Wiese südlich vom Rudolfsthurm, an dem ziemlich eben verlaufenden Abhang des Siegkogels, einen Menschenschädel und einen Bronzering, beim weiteren Abräumen des Erdreichs kam das ganze Skelett zum Vorschein, ganz nahe dabei, in einer Tiefe von $2^1/_2'$ unter der Oberfläche ein zweites, völlig erhaltenes, mit einem schönen Armring aus Bronze geschmückt, bei welchem sich eine thönerne Urne befand. Der Grund wurde nun mit grosser Vorsicht langsam durchsucht und ein blossgelegter Fleck von vier Quadratklaftern enthielt sieben Skelette in zwei Reihen. Es ergab sich daraus, dass man es mit einer ordentlichen Bestattung, mit einem Gräberfelde zu thun habe. Herr Ramsauer verfolgte mit Herrn Steiger Isidor Engel, der bei allen Grabungen zugegen war und bei Öffnung jeden Grabes eine genaue Zeichnung über die Funde und ein fortlaufendes Fundprotokoll anfertigte, die Ausgrabungen für das k. k. Münz- und Antikencabinet. Bis zum Jahre 1864, in welchem die Ausgrabungen vorläufig geschlossen wurden, hatte der durchforschte Raum des Gräberfeldes eine Länge (in der Richtung von O. nach W.) von 92 und eine Breite von 16 bis zu 50 Klaftern, der Flächenraum betrug ungefähr 2 300 Quadratklaftern. Es wurden bis dahin im ganzen 993 Gräber geöffnet, in denen an Beigaben 6 084 Objecte gefunden wurden, meist Geräthe und Waffen aus Bronze oder Eisen, 3696 Schmucksachen von Bronze, Bernstein, Glas und Gold, 182 Gefässe aus Erz, 1244 Thongefässe. Der Fund ist in seiner Gesammtheit im k. k. Münz- und Antikencabinet in Wien aufgestellt. Seit jener Zeit wurden die Grabungen jedoch noch fortgesetzt, so dass nach v. Hochstetters Angabe gegenwärtig gegen 3000 Gräber geöffnet sind.

Nach den Zeitperioden, in welchen die Hauptausgrabungen stattgefunden haben, unterscheiden die Bergarbeiter ein altes und ein neues Leichenfeld. Das alte ist jenes oben beschriebene, von Ramsauer ausgebeutete; nach dem Jahre 1864 wurden die Ausgrabungen namentlich für das Museum Francisco-Carolinum in Linz weiter gegen W. auf das sogenannte neue Leichenfeld ausgedehnt. Dieser westliche Theil liegt ganz im Wald. Im Jahre 1878 hat v. Hochstetter acht neue Gräber aufgedeckt, zum Zweck der Aufstellung ihres Gesammt-Inhalts mit dem Skelett im naturhistorischen Hofmuseum in Wien.

Das Leichenfeld erscheint als ein unregelmässig mit Steinen und Felsstücken bedeckter Waldboden; die Steine sind theils vom Siegkogel abgestürzte Trümmer, theils erratische Geschiebe aus dem Hintergrund des Salzbergthals. Von ehemals aufgeworfenen Hügeln ist keine Spur wahrzunehmen, wir haben es also hier mit Flachgräbern zu thun. Der Boden besteht aus ziemlich feinem Kalkschotter, von einer $1^1/_2$ bis $3^1/_2'$ mächtigen Lage schwarzer Dammerde bedeckt. Die Gräber liegen theils innerhalb der Dammerde 1 bis $1^1/_2'$ tief, in den meisten Fällen zeigt sich aber der Humus bis auf den Schotter ausgegraben, und auf diesen wurde dann die Leiche gebettet. In der Regel zeigt sich der Boden des Grabes geebnet und festgeschlagen, mit feinem Schotter bedeckt, auch mit Sand oder lockerer Erde bestreut. Gewöhnlich wurde das Grab zuerst einige Zoll hoch mit Erde beschüttet, dann mit grösseren Steinen bedeckt — die bald nur einzeln neben einander gelegt, bald sorgfältig zusammengefügt wurden mit Ausfüllung der Zwischenräume durch kleinere Steine, — diese Bedeckung nimmt bisweilen fast die Form eines Steingewölbes an, jedoch zeigt sich nie eine Spur von Mörtel — und dann mit Erde zugeschüttet. Unter den erratischen Trümmern und Felsmassen oder dicht bei denselben kamen oftmals Gräber vor und es scheint, dass sie bisweilen gleich mit diesen Felsstücken überwälzt wurden, um sie vor Profanation zu schützen oder um die Stätte genauer zu bezeichnen.

Bei der Anlage der Gräber ist kein System, kein Einhalten von Reihen zu erkennen, obwohl die häufigste Richtung bei der

Beerdigung von O. gegen W. ist, so dass das Antlitz der Leiche sich gegen Sonnenaufgang wendet.

Die Bestattungsarten auf dem Leichenfeld sind verschieden, es kommt einfaches Begraben des Leichnams vor, und zwar bei etwas mehr als der Hälfte der Gräber, ausserdem aber auch Verbrennung und zwar meist des ganzen Leichnams; in einzelnen Fällen (dreizehnmal) fand sich aber auch der höchst merkwürdige Vorgang einer theilweisen Verbrennung, nämlich die Beerdigung einzelner Glieder des Leichnams und Verbrennung der anderen.

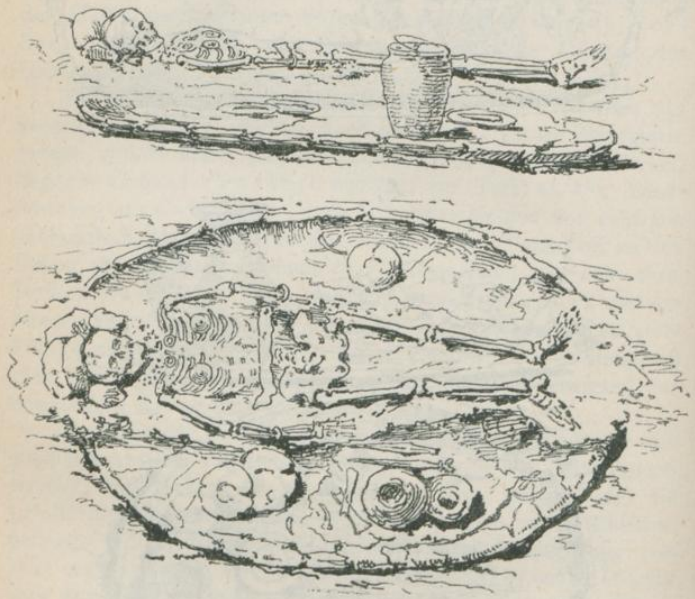
Bei der Beerdigung wurde mitunter der Leichnam auf grosse Steine oder nur der Kopf auf eine grössere Steinplatte gelegt. Selten findet man eine Bettung von gestampftem Lehm, dagegen kamen Lehmsärge neunmal vor (Tafel 47. 48). Diese bestehen aus 6—7′ langen, etwa 3′ breiten Mulden von schwach gebranntem Thon und sind theils oval theils oblong und an den Ecken abgerundet, mit einem 2—3″ hohen Rand versehen, ohne Deckel. Da der Thon grob, stark mit Sand gemischt und nur am offenen Feuer gebrannt ist, so sind sie sehr mürbe und in viele Stücke zerbrochen. Aus den meist ziemlich reichen Beigaben geht hervor, dass die in solchen Thonmulden Beerdigten der bemittelten Klasse angehörten.

Die Lage der Gerippe ist sehr mannigfaltig, doch ist die gewöhnliche jene auf dem Rücken, die Arme am Leibe hingestreckt; bald ist die eine Hand auf die Brust gelegt, oder die Leiche liegt auf der Seite in der Stellung eines ruhig Schlafenden etc. Häufig findet sich gemeinschaftliche Bestattung von zwei oder mehreren Verstorbenen in einem Grabe, meist deuten aber die Lageverhältnisse der Skelette dabei auf ungleichzeitiges Begräbniss hin, so dass man an eine Art von Erbbegräbnisstätten zu denken hat. Manchmal war aber die Beerdigung sicher gleichzeitig. So fanden sich in einem Grabe die Skelette zweier jugendlicher Frauen mit verschlungenen Armen, beide waren mit Armringen, Gehängen um den Hals, das eine mit 10 Haarnadeln geschmückt, die Kleider, in denen sie einst bestattet wurden, waren mit Fibeln zusammengehalten; ein aus Leder oder Baumrinde bestehender, mit Nägeln und Blechstücken aus Bronze besetzter Gürtel umschlang beide gemeinschaftlich.

Tafel 47.

Gräber aus dem Hallstätter Grabfeld, nach v. Sacken.
1. Weibliches Skelett in einer Thonmulde. 2. Brandgrab mit Thonmulde und Beigaben.

Die Verbrennung der Leichen geschah nicht an der Stelle des Begräbnisses selbst, da sich davon keine Spuren finden. Die Überreste der manchmal in vollem Schmuck verbrannten Leichen (die Beigaben sind dann durch das Feuer mehr oder weniger geschmolzen und beschädigt) wurden sorg-



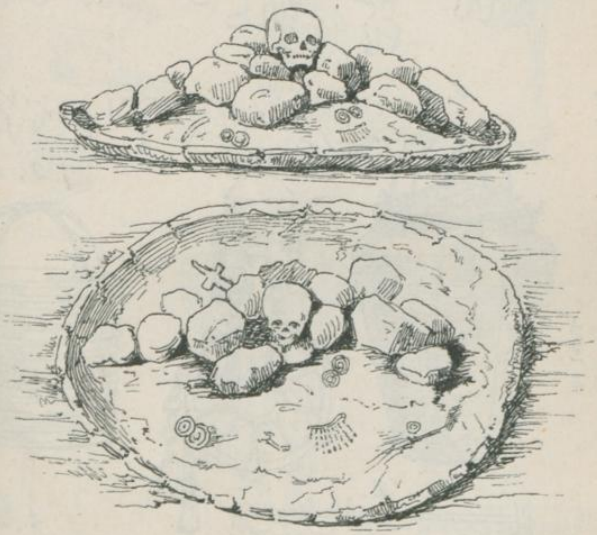
Tafel 48.

Gräber aus dem Hallstätter Grabfeld, nach v. Sacken.
Gemeinschaftliches Grab einer bestatteten und einer verbrannten Leiche in einer Thonmulde.

fältig gesammelt, und in regelmässige Gräber gebettet. In zwei Fällen fanden sich die Knochenreste in Bronzekesseln, nur einmal in einer Thonurne. Nicht selten fanden sich dagegen die Reste des Leichenbrandes in die beschriebenen Thonsärge von verschiedener Grösse eingelegt (Tafel 47. 48.) Reste von

Holzsärgen oder Kisten kamen im Grabfelde nur ganz vereinzelt (dreimal) vor.

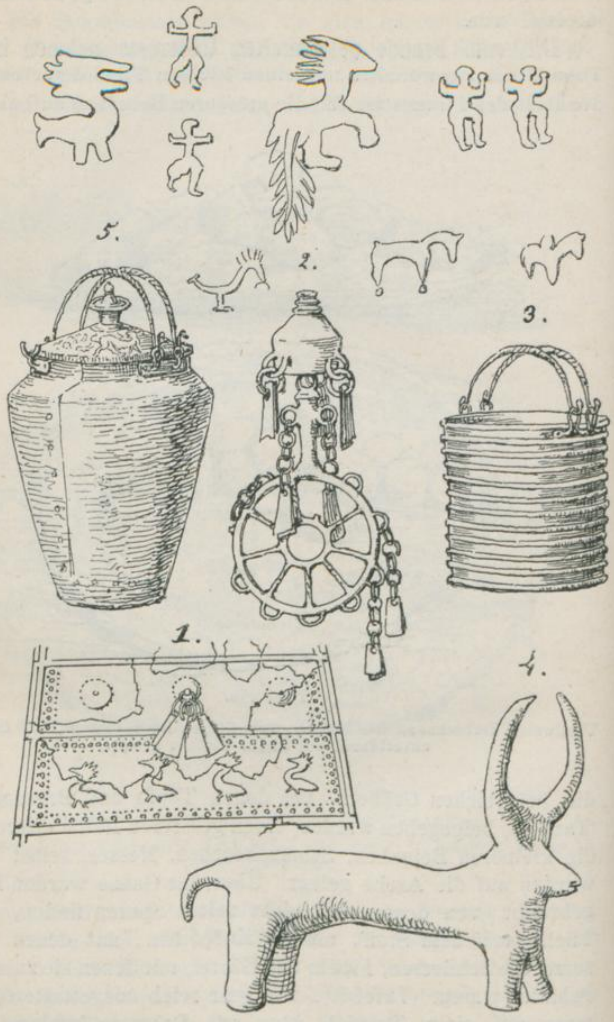
Die vom Brande gesammelten Überreste nehmen in den Thon-Mulden gewöhnlich nur einen kleinen Theil derselben ein, der Rest des Platzes ist für die grösseren Beigaben aufbehalten,



Tafel 48 *a*.

Theilweise Verbrennung der Leiche: der Körper ist verbrannt, nur der Kopf unverbrannt auf Steine darüber gelegt.

die bei reichen Gräbern, bei denen Töpfe und Bronzegefässe (Tafel 49) beigegeben wurden, einen grösseren Raum erforderten; die kleineren Beigaben, Schmucksachen, Messer, selbst Waffen wurden auf die Asche gelegt. Über das Ganze wurden Kleider gebreitet, von denen sich nicht selten Spuren finden, sowohl Theile von dem Stoff, als die Knöpfchen, mit denen sie besetzt, die Schliessen, Fibeln und Gürtel, mit denen sie zusammengehalten waren. (Tafel 50). Ein sehr reich ausgestatteter Brand muss auf einen Teppich ganz mit Bronzeknöpfchen benäht

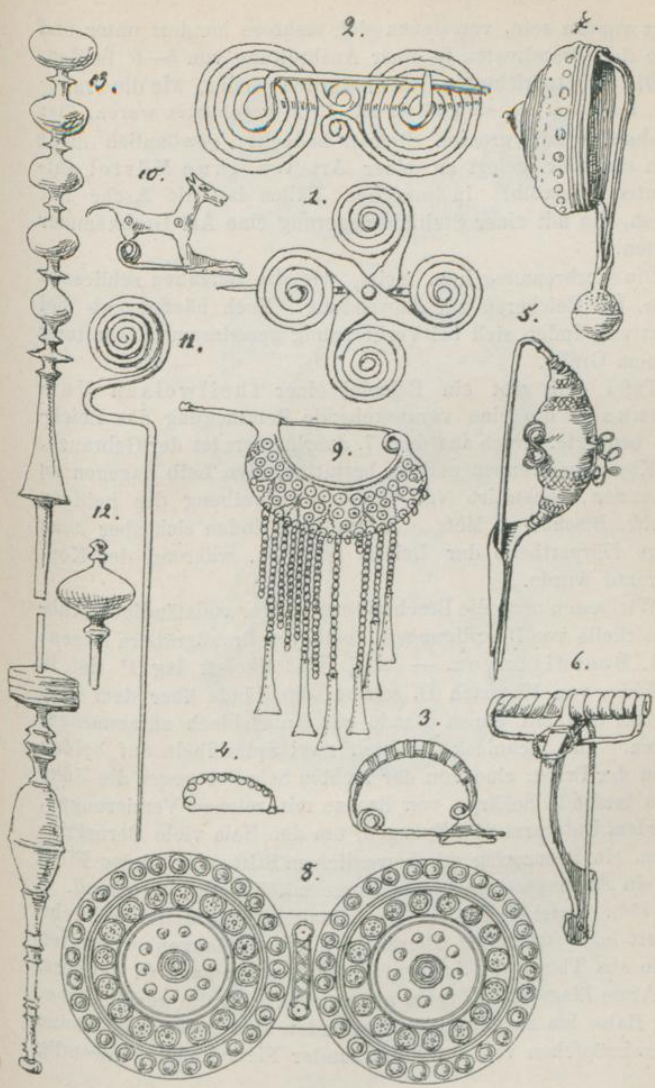


Tafel 49.

Einige Grab-Beigaben aus Hallstatt, nach v. Sacken.

1. Bronzebrustplatte mit Klapperblechen. 2. Radförmiges Schmuckstück mit Anhängseln. 3. Gerippter Kessel aus Bronzeblech, genietet. 4. Bronzestier, natürl. Grösse. 5. Bronzekessel, auf dem Deckel Abbildung von geflügelten Löwen und Palmetten.

Die Oberseite der Tafel nehmen Abbildungen ein von Thieren und Menschen auf Bronzeblechen u. A.



Tafel 50.

Einige ältere und jüngere Formen der Hallstätter Bronze-Nadeln und -Fibeln, nach v. Sacken.
1—10. Bronzefibeln. 11—12. Bronzenadeln. 13. Oberes und unteres Ende einer Bronzenadel, die Nadelspitze steckt in einem ornamentirten Verschlusstück.

gelegt worden sein, von denen sich mehrere hundert unter und neben den Brandresten in einer Ausbreitung von 5—6′ fanden.

Die so hergerichteten Gräber wurden wieder, wie die brandlosen, nachdem sie einige Zoll mit Erde beschüttet waren, fast ausnahmslos mit grossen Steinen bedeckt, gewöhnlich dicht neben einander gelegt zu einer Art von ohne Mörtel aufgebautem Gewölb. In manchen Fällen lag die Asche auf Steinen, die mit einer Steinüberlagerung eine Art Grabkammer bildeten.

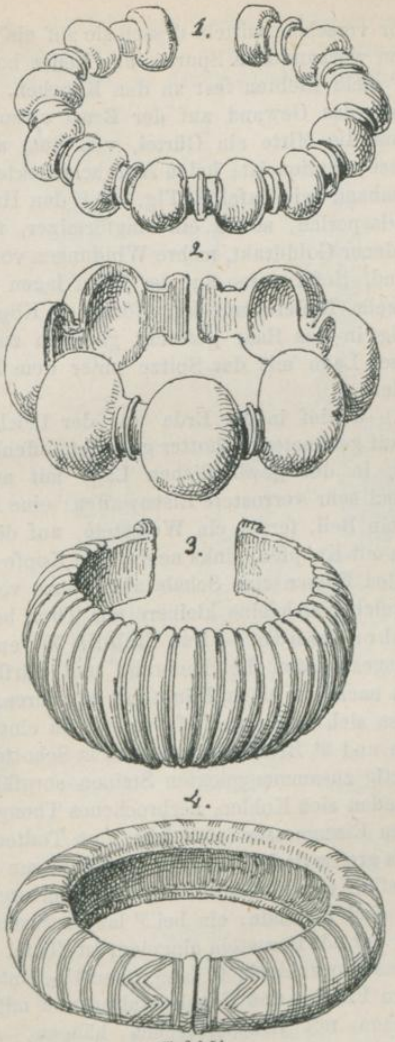
Die Verbrennung kam meist, wie die Beigaben schliessen lassen, bei Reicheren zur Anwendung. Noch häufiger als bei Bestattung finden sich bei Verbrennung gemeinsame Einbettung in einem Grabe.

Tafel 48*a* gibt ein Beispiel einer theilweisen Verbrennung, die eine vorausgehende Zerstückung des Leichnams bedingte. Noch aus dem 7. Jahrhundert ist der Gebrauch, den Kopf abzutrennen und zu bestatten, den Leib dagegen zu verbrennen, constatirt (vgl. Lebensbeschreibung des heiligen Arnulfs, Bischof zu Metz). In Hallstatt finden sich aber auch andere Körpertheile der Leiche beerdigt, während der Kopf verbrannt wurde.

Wir lassen noch die Beschreibung einiger vollständiger Grabfunde theils von Beerdigungen, theils von Brandgräbern folgen:

1. Beerdigungen. — (210.) Das Skelett lag 1′ tief in der Erde, von W. nach O. sehend, die Hände über dem Leib gekreuzt und mit einem Bande aus Bronzeblech zusammengebunden. Den Schmuck bildeten zwei Spiralfibeln auf beiden Seiten der Brust, eine von der rechten Schulter gegen die linke Hüfte laufende Schärpe von Bronze mit reichen Verzierungen, an jedem Unterarm vier Spangen, um den Hals viele Bernsteinperlen, ein Bronzering mit beweglichem Stift, eine kleine Fibel und ein Anhängsel aus einem Ringe mit Tropfen bestehend.

(350). (Tafel 47, Fig. 1). Das 5′ lange, ohne Zweifel weibliche Skelett lag 4′ unter der Oberfläche in einer 7′ langen, 3′ breiten Mulde aus Thon; die Lage, mit dem Antlitz nach O. gekehrt, die Arme längs des Körpers ausgestreckt, ist die gewöhnliche. Vom Halse bis zu den Hüften befanden sich gegen 3000 kleine Bronzeknöpfchen von der Form runder Nietenknöpfe, inwendig



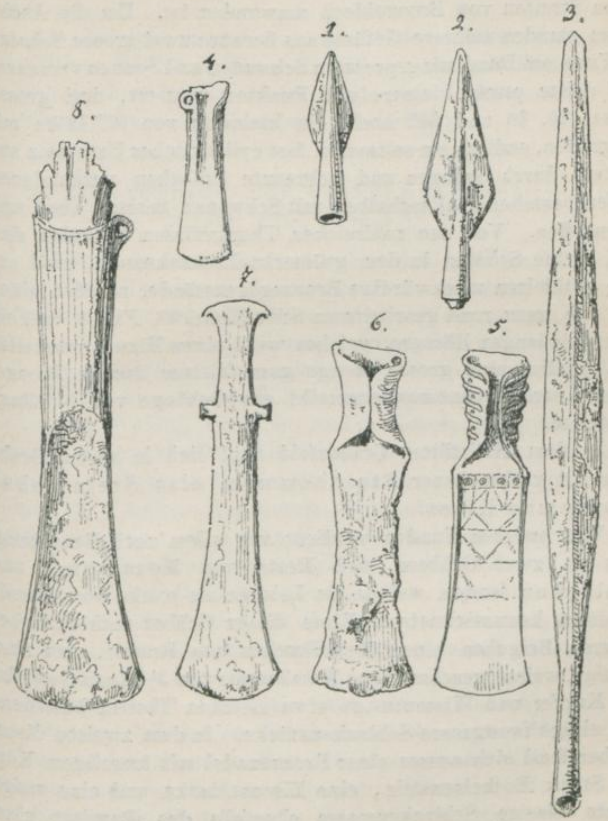
Tafel 51.
Einige Formen der Hallstätter Bronzearmringe, nach v. Sacken.

mit einem Öhr versehen, mittels dessen sie auf ein kurzes Kleid, das nach den vorhandenen Spuren aus Leder bestand, aufgenäht waren; viele klebten fest an den Knochen. Zwei Spiralfibeln scheinen das Gewand auf der Brust zusammengehalten zu haben, um die Mitte ein Gürtel, von dem auch noch die breite Schliesse erhalten ist; jeden Arm schmückte ein eierstabähnliches Armband (wie Tafel 51, Fig. 1. 2.), den Hals Bernstein- und gelbe Glasperlen, sowie ein ringförmiger, theils glatter, theils gewundener Golddraht, mehre Windungen von $1^1/_2''$ Durchmesser bildend, tiefer unten auf der Brust lagen zwei Bronzeringe. Vierzehn Nadeln mit kugelförmigen Köpfen scheinen strahlenförmig in das Haar gesteckt gewesen zu sein, da sie noch in dieser Lage mit der Spitze unter dem Kopfe vorgefunden wurden.

(Nr. 912.) 3′ tief in der Erde war der Leichnam in einer Thonmulde auf geebnetem Schotter gebettet, offenbar männlich, bei 6′ gross, in der gewöhnlichen Lage mit ausgestreckten Armen. Dabei sehr verrostete Eisenwaffen: eine Lanzenspitze, ein Messer, ein Beil, ferner ein Wetzstein, auf der Brust zwei Bronzenadeln mit Knöpfen, links neben dem Kopfe ein 10″ hoher Kessel, bei den Füssen eine Schale aus Bronze von 12″ Durchmesser, in welcher sich eine kleinere aus Thon befand.

2. Leichenbrände. — Das Grab Nr. 507 enthielt den am reichsten ausgestatteten Leichenbrand und dürfte der Natur der Beigaben nach von einem Häuptling herrühren. Die Brandreste befanden sich in einer Tiefe von 6′, in einer Thonmulde von 6′ Länge und 9′ Breite auf geebnetem Schotter und waren mit gewölbartig zusammengelegten Steinen sorgfältig bedeckt; auf diesen fanden sich Kohlen, zerbrochenes Thongeschirr nebst einem grossen Eisenmesser (vielleicht vom Todtenmahle), darüber abermals grosse Steine, deren Zwischenräume mit kleineren Steinen ausgefüllt waren. Die auf den Knochenresten gefundenen Gegenstände sind folgende: ein bei 3′ langes Eisenschwert, mit einem Knauf, der mit Bernstein eingelegt ist (Tafel 10, Fig. 1. 6), eine Platte aus Bronzeblech, 9″ lang, oben $4^1/_2$, unten $6^1/_2''$ breit, mit erhabenen Pferde- und Vogelgestalten und mit Buckeln, an denen Kettchen mit Klapperblechen hängen, reich geziert (Tafel 49, Fig. 1), vielleicht eine Brustplatte, drei Zierstücke

schüsselförmig, ebenfalls mit derlei Gehängen versehen, ein radförmiges Schmuckstück (Tafel 49, Fig. 2) mit Stiel, an der Peripherie kleine Ringe, in denen wieder Kettchen mit blatt-



Tafel 52.

Einige Formen der Kelte (Äxte) und Lanzenspitzen in Hallstatt, nach v. Sacken.

1. 2. 3. Eiserne Lanzenspitzen. 4. 5. Bronzekelte. 6. 7. 8. Eisenkelte.

artigen Blechen hängen, zwei lange Nadeln mit Vorsteckstücken, (Tafel 50, Fig. 13), ein sehr wohlerhaltener Gürtel von 1″ Breite,

eine kleine Axt (Berghacke, Barthe) oder Beschlag eines Stabes, rückwärts mit einem Pferde verziert, zwei Armringe und mehrere kleine Bronzeringe, ein kleines eisernes Messer, dessen Griff mit einem Streifen von Bronzeblech umwunden ist. Um die Asche herum standen mehrere Gefässe aus Bronze: zwei grosse Schalen mit Fuss, am Rand mit gepressten Schwanen und Sonnen versehen, eine dritte etwas kleinere mit Punkten verziert, drei grosse Kessel, 20, 40 und 30″ hoch, ein kleinerer von 10″ Höhe mit Tragreifen, endlich ein seltsamer, fast cylindrischer Untersatz aus breiten, durch Spangen und gekreuzte Stäbchen verbundenen Reifen bestehend, allenthalben mit Schwanen geziert, oben und unten offen. Von den zahlreichen Thongefässen befanden sich zwei kleine Schalen in den grösseren Bronzekesseln, zwei andere enthielten merkwürdige Bronzegegenstände, nämlich einen sehr roh, ganz rund gearbeiteten Stier (Tafel 49, Fig. 4) und ein Thier mit langen Hörnern, welches wohl einen Hirsch vorstellen soll, endlich eine grosse Menge ganz kleiner flacher Bronzeperlen, welche aneinandergereiht ein Gehänge von 3′ Länge darstellen.

In dem Hallstätter Gräberfeld fand sich in einem Grabe auch ein zerbrochener Steinhammer, also Stein neben Bronze und Eisen.

Von anderen Funden verdient vor allem noch Beachtung, dass in zwei Gräbern sich Reste von Metallguss und Schlacken fanden, welche die Leichen als solche von Metallarbeitern kennzeichneten. Eines dieser Gräber enthielt neben anderen Beigaben einen Metallkuchen aus Bronze, eine ringförmige, weisse, geschmolzene Metallmasse von $3^1/_2$ Loth Gewicht, aus Kupfer und Wismuth zu etwa gleichen Theilen bestehend und einige faustgrosse Schlackenstücke. In dem zweiten dieser Gräber fand sich ausser einer Bronzenadel mit kugeligem Kopf ein Stück Rotheisenstein, eine Eisenschlacke und eine aufgeblähte blasige Schlackenmasse, ebenfalls das Resultat eines hüttenmännischen Processes.

Die Mitgaben erhalten dadurch grössere Bedeutung, da aus ihnen hervorgeht, dass zur Zeit der Anlage des Hallstätter Gräberfeldes Metallguss, Hütten- und Bergwesen von den hier Begrabenen selbst geübt wurde.

Für Verbindung mit dem Mittelmeer spricht unter den Grabbeigaben der Fund von Schneckengehäusen wie solche nur im Meere vorkommen, namentlich die Purpurschnecke (*Murex brandaris*).

Als Amulette fanden sich durchbohrte Zähne, namentlich vom Bären, Wolf und Eber. Die Reste sonstiger Thierknochen in den Gräbern mögen meist Reste des Todtenmahles sein, vorwiegend waren es Zähne und Kieferstücke.

b. Reihengräber der Völkerwanderungszeit.
(vgl. Tafel 10 und 53.)

Während in der vorgermanischen Zeit sich die Süddonauländer fast überall auf das Innigste an die antike Cultur der Mittelmeerländer anschlossen, sehen wir mit der Besitznahme der einst römischen Provinzen durch die deutschen Stämme ein vielfach originelles Culturleben aus den Trümmern des alten erstehen.

Mit den Siegern zogen neue Gebräuche, neue Sitten, neue Arten von Waffen, Geräthen und Gefässen und eine unverkennbare, eigenthümliche Verzierungsweise ein. Die wichtigsten Reste dieser Periode der Vorzeit finden sich namentlich in dem Gebiet der Franken, Alemannen, Burgunder, Baiern in Begräbnisstätten, denen der Leichenbrand fehlt, niedergelegt, welche eine überraschende Gleichartigkeit der Todtenbestattung sowohl als der Leichen-Beigaben zeigen. Das Begräbniss fand in reihenweise neben einander liegenden, durch keinen Hügel kenntlich gemachten reihenweise angeordneten Flachgräbern, in Reihengräbern statt.

Es wäre nach dem bisher Mitgetheilten falsch, wenn wir das Charakteristische der Reihengräber in der Begräbnissart als solcher finden wollten. Schon vor der Völkerwanderungszeit war bei Kelten, Germanen, Slaven so wie auch bei den Römern die Bestattung in Flachgräbern üblich, wie wir ja eben im Hallstätter Todtenfelde eines der ausgezeichnetsten Beispiele für diese Bestattungsart aus der Zeit lange vor der Völkerwanderung kennen gelernt haben. In Rom und den römischen Provinzen soll schon von Ende des 2. Jahrhunderts an der Leichenbrand immer seltener geworden sein. Dagegen

warfen die Sachsen noch im 8. und 9. nachchristlichen Jahrhundert Hügel über die Reste ihrer Todten auf.

Der Gebrauch der Begräbnisse in den eigentlichen Reihengräbern ohne viel Änderung in der alterthümlichen Art erstreckt sich etwa vom 4. bis in's 8. ja 9. Jahrhundert n. Chr., d. h. bis zur allgemeinen Christianisirung der betreffenden Gegenden. Die Richtung der Gräber ist meist von O. nach W., so dass das Gesicht der Leiche dem Sonnenaufgang zugerichtet war. Meist streichen die Gräberreihen von S. nach N. an sanft geneigten Abhängen hin. Die oft sehr zahlreich belegten Gräberfelder finden sich meist an oder nahe bei Strassen, deren Erbauung den Römern zugeschrieben wird, sowie bei den in den ältesten Urkunden genannten Orten oder in diesen selbst, nicht wie meist die ältesten Grabhügel fern von den Wohnsitzen und den Verkehrswegen.

Trotz der allgemeinen Gleichartigkeit in der Anlage der Reihengräber zeigen sich einige Unterschiede, welche nach der Angabe des Herrn Würdinger*) auf Stammesverschiedenheit hinzudeuten scheinen. Bei einem Theil der Gräberanlagen wird der Leichnam vor Vermischung mit der „gewachsenen Erde" des Bodens möglichst sorgfältig geschützt, indem er ganz oder theilweise mit Steinplatten oder einem rohen Gewölbebau aus Feldsteinen bedeckt oder in einen Holzsarg gelegt wurde, während man bei der zweiten Gattung der Gräber höchstens ein Brett als Unterlage oder Bedeckung des Leichnams verwendete oder letzteren nur mit Holzkohle bestreute.

Die erstere Gruppe von Gräbern wird am entschiedensten charakterisirt durch die viel selteneren sogenannten Plattengräber, die zweite durch die Furchen- oder Reihengräber, wie sie gewöhnlich beobachtet werden.

Die Plattengräber bestehen aus einer von flachen Steinen, die unter einander nicht mit Mörtel verbunden sind, gebildeten Grabkammer oder Steinsarg, welcher mit einem Deckel von plattenförmigen Tuffsteinen oder Sandsteinen bedeckt ist. Wenn

*) 1. Prähistorische Funde in Baiern. Vortrag gehalten am 9. August 1875 in der Generalversammlung der deutschen anthropologischen Gesellschaft, auch Correspondenzblatt 1875. 2. Die Platten- und Reihengräber in Baiern. Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Baierns. Bd. I. S. 141.

den Boden nicht Platten oder Ziegelstücke bilden, so ist die Erde wenigstens mit Asche bestreut. Die Länge der Steinkisten beträgt 7 bis 8′, die Breite 2 bis 3, die Höhe des inneren mit Erde ausgefüllten Raumes $2^1/_2$ bis 3′, die Dicke der einzelnen Platten ist 7 bis 10″. In Gräbern, in welchen Nachbegräbnisse stattgefunden hatten, lagen mehrmals die Gebeine der früher Bestatteten zu Füssen der später eingelegten Leiche. Wo der Begräbnissplatz über einen Felsgrund läuft, fanden sich mehrfach die Gräber in diesen eingehauen, die Leichen mit Erde bedeckt und darüber Steinplatten gelegt. Die Beigaben in diesen Gräbern sind meist ziemlich spärlich und fehlen oft ganz. In den Männergräbern finden sich meist nur Eisenwaffen: Spiesse mit 13—14″ langen Spitzen, das ein- oder zweischneidige Schwert und andere aus den eigentlichen Reihengräbern besser bekannte Objecte, namentlich Schmuckgeräthe. Herr Würdinger meint, dass wenigstens in Baiern die Plattengräber vorzugsweise den Alemannen zuzusprechen seien.

Die eigentlichen Furchen- oder Reihengräber liegen meist sehr zahlreich beisammen in regelmässigen Reihen und mit gleichen Zwischenräumen meist, wie schon mehrfach erwähnt, an sanft abfallenden Hügeln angelegt, manchmal in mehreren Gräberlagen über einander. Die Gräber sind viereckig, meist in einer Tiefe von 3 bis 6′ angelegt. Die gewachsene Erde, hie und da die Reste eines Brettes bilden den Boden, die Leiche ist in lockere meist schwärzliche Erde gebettet, manchmal mit einer Lage von Steinen bedeckt. Die Arme der Leiche sind entweder längs dem Körper gestreckt oder über Brust oder Leib gekreuzt.

Neben den Leichen der Männer, meist auf der rechten Seite, findet sich (Tafel 10) die Spatha, ein $2^1/_2$ bis $3^1/_2$′ langes, 2 bis 3″ breites, zweischneidiges Schwert, oder der Scramasax, das $1^1/_2$ bis 2′ lange, $1^1/_2$ bis $2^1/_2$″ breite kurze einschneidige Schwert mit breitem Rücken und einer langen Griffangel, Messer von verschiedener Länge für Kriegs- und Hausgebrauch, Äxte zum Hieb wie zum Werfen, von denen die eigentliche Form der Franziska bisher nur bis zum linken Lechufer nachgewiesen worden ist, Wurf- und Stosspeere, hie und da auch der lange Eisenspeer, der Angon, Schildgespänge

und Schildbuckel, Umbo, seltener sind Pfeilspitzen und Reste von Bogen. Vom Zaumzeug des Pferdes fanden sich zahlreich Trensen in verschiedener Form. Die Schmuckgegenstände sind für die Reihengräber besonders bezeichnend. Es sind eiserne und silbertauschirte Gürtelschnallen und ebenso verzierte Beschläge von Riemen und Bändern, Gewandnadeln mit breitem Kopfende, öfter auch in Scheibenform von Gold und Silber mit Filigranarbeit, eingesetztem farbigem Glas und Ornamenten in Niello, oder von Kupfer und Erz mit Einlagen von Gold, Silber, Elfenbein oder Glas. Die Arm- und Fingerringe sind dagegen meist sehr einfach, erstere oft in der Form einer doppelten Tube, die Ohrringe sind aus einfach zusammengebogenem Metalldraht, aber oft mit sehr geschmackvollen und prächtigen Anhängen. Es finden sich durchbrochene Zierscheiben aus Erz mit Thier- und Menschenfiguren, daneben auch Hirschhornplatten. Der Halsschmuck besteht aus Thon-, Porcellan- und Glasperlen, bei denen die Farben orange, hellgelb, roth vorherrschen, selten wurden Bernsteinketten gefunden. Zwischen den Perlen befinden sich öfter an Ösen befestigte Münzen, alle, wie auch die in den Gräbern ungeöhrt gefundenen Münzen der letzten römischen Kaiserzeit und der Merovingerzeit angehörend. An Geräthschaften finden sich Ringe mit Zängelchen, Ohrlöffel, Zahnstocher, dann Kämme aus Bein mit specifischer Kreisverzierung, Schlüssel mit rautenförmigem Griff, kleine bronzebeschlagene Eimer u. m. a.

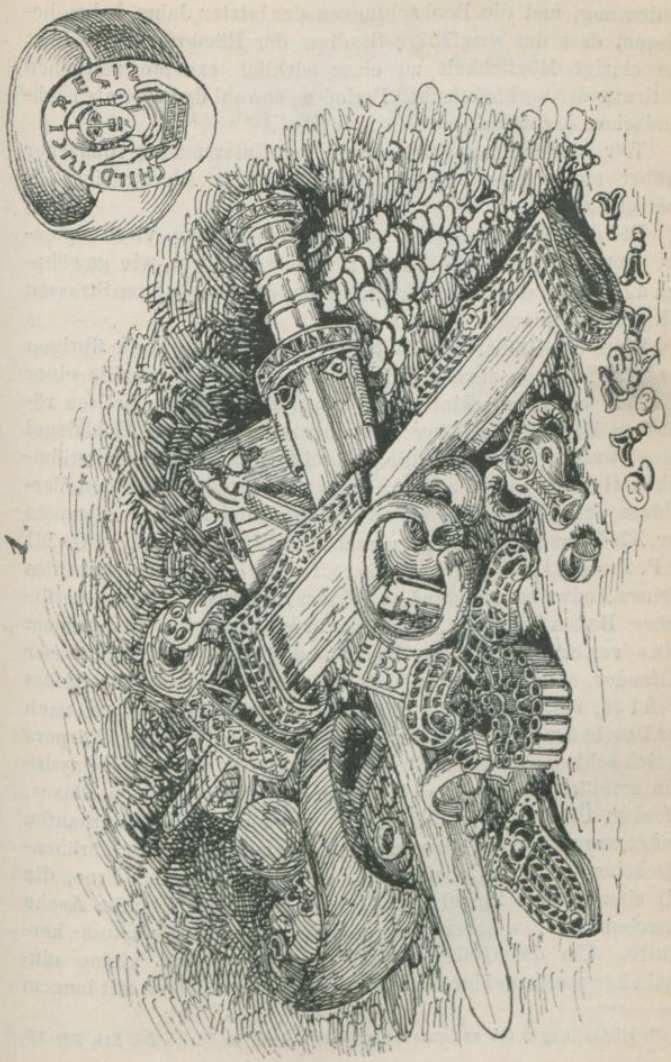
In der Abbildung Tafel 53 geben wir nach Lindenschmit*) die berühmten Funde aus dem Grabe des Frankenkönigs Childerich (gest. 481), welches im Jahre 1631 zu St. Brixius in Doornik ausgegraben wurde.

4. Römische Gräber.

Nicht nur an Stelle der grösseren, sondern auch bei kleineren römischen Ansiedelungen finden wir römische Gräber, welche sich wesentlich von den bisher besprochenen unterscheiden.

Wenn sie auch nicht der eigentlichen Vorgeschichte angehören, so ist ihre Untersuchung doch für diese von grösster

*) Handbuch der deutschen Alterthumskunde Bd. I. Heft I.



Tafel 53.

Beigaben aus dem Grabe Childerich's nach Lindenschmit.
1. Gesammtansicht. 2. Der Fingerring mit dem Brustbild des Königs in ganzer Grösse.

Bedeutung, und die Beobachtungen der letzten Jahre haben bewiesen, dass das sorgfältige Studium der Römerfunde uns fast die einzige Möglichkeit zu einer wirklich exacten zeitlichen Datirung der vorhistorischen Perioden, sowohl der vor- als nachrömischen darbieten.

Wir wählen für die Orientirung bei Untersuchung römischer Gräber einige genaue Fundberichte aus dem Alpengebiet der Schweiz.

Bei dem Orte Baden in der Schweiz (Aquae, vicus aquensis) wurden von F. Keller*) römische Gräber, wie gewöhnlich ausserhalb der Stadt zur Seite einer der gangbarsten Strassen gelegen, untersucht.

Eines der Gräber (Tafel 54, Fig. 4.), welches wie die übrigen in einer Tiefe von etwa 70 cm entdeckt wurde, bestand in einer Kammer von vier schief gegen einander gestellten breiten römischen Dachziegeln, über deren oberen Rand zwei Hohlziegel gelegt waren. Zwei vor die Seitenöffnungen des dachfirstähnlichen Gehäuses hingelehnte Leistenziegel vollendeten den Verschluss des Grabes. Alle sechs Ziegel sind mit den Stempeln der XXI. und XI. Legion versehen (LEG. XXI und LEG. XI C. P. F. = Claudia pia fidelis.) (Tafel 37.) In der Mitte des kleinen Todtenhauses stand auf einem Kalkgusse, der den natürlichen Boden bedeckte, ein nicht ohne Kunst aus blaugrünem Glas verfertigtes, 23 cm hohes und 22 cm im Durchmesser haltendes, cylinderförmiges, mit weitem Hals versehenes Gefäss (Tafel 54, Fig. 1), welches die verbrannten Gebeine eines, nach der Beschaffenheit der Kiefer zu urtheilen, jugendlichen Körpers in sich schloss. Eine Kupfermünze, deren Gepräge durch Oxydation zerstört war, mehrere Klumpen blauen und grünen Glases, offenbar Überreste von Flaschen, die auf den Scheiterhaufen gelegt waren, und ein sogenanntes Lacrymatorium oder Thränenfläschchen aus Glas, befanden sich ebenfalls in der Urne, die mit einem Stück Ziegel bedeckt und von einem Haufen Asche umgeben war, welcher von dem verbrannten Holzstoss herrührte. Um das Gefäss herum standen mehrere kleine einhenkelige weitbauchige Gefässe aus gelblichem Thon, mit langem

*) Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich Bd. XII. Hft. IV.

Tafel 54.
Römische Gräber und Grabbeigaben aus Baden in der Schweiz, nach F. Keller.

Hals und enger Öffnung, von der Art, wie man sie unter dem hausräthlichen Geschirr in den Ruinen römischer Häuser in Menge antrifft.

In vier anderen Gräbern (Tafel 54, Fig. 3) lagen je in einer schlanken, aus hellgelbem Thon geformten henkellosen Aschenurne die Überreste der verbrannten Todten nebst Münzen und Klumpen intensiv gefärbten blauen Glases. Auch sie waren in einen Haufen Asche gestellt und von mehreren flachen und schalenartigen Thongefässen umgeben, welche einst die Bestimmung hatten, Getränke und Speise aufzunehmen. Dem Anschein nach waren die Urnen in die blosse Erde eingesenkt worden, denn eine Einfassung aus Ziegeln oder Steinplatten war nicht vorhanden; allein der Umstand, dass jede dieser Urnen von bräunlicher Erde umgeben war, welche 20—30 eiserne Nägel enthielt, führte zu der sicheren Vermuthung, die Aschenkrüge seien ursprünglich nicht in freier Erde, sondern in einem hölzernen Gehäuse, dessen einzelne Stücke die Nägel zusammenhielten, beigesetzt gewesen. Sonderbarer Weise befanden sich in jedem Grabe unter den Nägeln, die den heutigen völlig ähnlich sind, etwa ein halb dutzend Stücke von viel grösserer Dimension, welche für die Bretter der Grabkiste viel zu lang und zu dick gewesen wären. Ob diese Nägel zur Aufrechthaltung des Holzstosses gedient oder zur Bahre gehört haben, auf welcher der Leichnam auf den Scheiterhaufen gelegt wurde, ist nicht zu entscheiden. — Ein Grab, obwohl ebenfalls mit Bretterwänden eingefasst, entbehrte der gewöhnlichen Todtenurne (Tafel 54, Fig. 2.) Die Asche des verbrannten Körpers war nämlich nur in die Hälfte eines zerbrochenen weitbauchigen Topfes gesammelt, in dieser in die Grabkiste gesenkt und dann mit der Asche des Holzstosses und einer grossen Zahl von Scherben der verschiedenartigsten Thongeschirre, wie Schüsseln, Krüge, Amphoren bedeckt worden. Die gewöhnliche Beigabe der kleinen Gefässe und die Glasklumpen fanden sich hier nicht, wohl aber die Münze, die bekanntlich zum Ritus der römischen Todtenbeisetzung gehörte, und einige Überbleibsel durch Feuer zerstörter bronzener Schmucksachen.

In den ersten Jahrhunderten war, wie oben schon bemerkt, bei den Römern in Italien wie in den transalpinen Provinzen

des Reichs die Verbrennung und Einurnung, wenn nicht die ausschliessliche doch die bei weitem vorherrschende Bestattungsart, während im 3. Jahrhundert das Begraben der Leichname erst nur häufiger und dann durchgängig angewendet wurde.

Grossartige Beobachtungen über römische Begräbnisstätten in den Donauprovinzen wurden in der letzten Jahren von Herrn Dahlem*) in Regensburg gemacht, in der alten Castra regina, die als eine grosse Militärstadt, wie inschriftlich nachgewiesen, von Marc Aurel und seinem Sohn Commodus zwischen den Jahren 170—190 erbaut und von da an bis zur Auflösung des römischen Reichs von der Legio tertia italica besetzt war. Die Beerdigungsplätze finden sich an dreien von den vier Hauptthoren und ziehen längs der Strassen, insbesondere an der Heerstrasse nach Augsburg hin, wo sich der instructivste und interessanteste Beerdigungsplatz fand. Er erstreckt sich etwa 1/4 Stunde weit von dem Ende der Civilstadt, anschliessend an die Porta principalis sinistra des im Viereck gebauten Castrum gegen das Dorf Kumpfmühl. Beim Bahnbau wurde hier eine Fläche von 5—6 Tagwerken völlig abgehoben und dabei mehr als 6000 Gräber, Urnen- und Leichenbeerdigung zeigend, aufgedeckt, während die beiden anderen Friedhöfe weniger reich belegt waren. Auch hier bestätigte es sich, dass nach und nach an Stelle der Leichenverbrennung die Beerdigung trat mit einer Orientirung des Angesichtes der Leiche nach Osten, woraus sich die entsprechende noch heute übliche Begräbniss-Sitte entwickelte. Die Regensburger Gräberfunde sind darum von so grosser Bedeutung, weil sie vom Ende des 2. Jahrhunderts bis in die Merowingerzeit herein die Übergänge der Bestattungen und der Grabbeigaben uns aufbehalten haben. Die Funde in Regensburg beweisen, dass auch die bekannten römischen Steinsärge vollkommen in die Erde vergraben zu werden pflegten.

Herr Dahlem macht bezüglich der Armringe darauf aufmerksam, dass diese in der römischen Zeit in ganz charakteristischer Weise anders gestaltet waren als in der merovingischen — oder Reihengräberzeit. In römischer Zeit schliesst

*) Correspondenzblatt der deutschen anthropologischen Gesellschaft. 1880. Bericht der XI. allgemeinen Versammlung in Berlin.

sich der Armreif den älteren Formen aus Hügelgräberfunden an, indem die dickere Seite des Drahtes dem Spalte gegenüber liegt, der durch den Ring gemacht ist, durch welchen er sich öffnet. In der merovingischen Zeit aber findet sich, wie wir sahen, gerade das Gegentheil, nämlich dass der Spalt durch die dicken Theile des Ringes mitten hindurch geht (vgl. Tafel 6, 51 und 53.)

5. Die Ausgrabungsmethoden mit Bemerkungen über den inneren Bau der Gräber und Grabhügel.

Im allgemeinen gilt die Regel für alle Gräber, dass die Eröffnung sehr vorsichtig, Schicht für Schicht, erfolgen muss, entweder so dass man von einer Seite das Grab ausräumt, oder so dass die ganze Oberfläche schichtweise abgetragen wird. Kommt man auf die Leichen oder auf Urnen oder Beigaben, so ist jede Übereilung in der Herausnahme zu vermeiden. Am besten gelingt die letztere, wenn die einzelnen Theile in ihrer natürlichen Lage allmählich mit kleinen Handspaten, sog. Pflanzenstechern, Messern oder Löffeln von der umgebenden Erde isolirt und wenigstens für einige Zeit der Luft ausgesetzt werden, damit sie wieder trocken und hart werden. Sonst bringt man gewöhnlich nur Scherben und Trümmer heraus.

In Beziehung auf kleinere Hügelgräber ist die beste Methode die regelmässige, schichtweise Abtragung des Hügels. Damit ermöglicht sich der Forscher die absolut nothwendige Angabe der Lage der Fundgegenstände in jeder Schichte. Bei etwas grösseren Hügeln kann man zunächst rundum verticale Schichten bis auf den gewachsenen Boden abtragen, der endlich stehenbleibende Mittelpfeiler, welcher die Hauptfundobjecte enthält, wird dann in horizontalen Schichten abgetragen. Nur im Nothfall darf man sich des einfachen Grabendurchschnitts von dem Rand anfangend durch die Mitte des Hügels bedienen. Der Kesselausstich der alten Schatzgräber in den Hügeln sollte niemals in Anwendung kommen.

Für die Untersuchung von Gräbern und Grabhügeln mit besonderer Rücksicht auf die grösseren Grabhügel, die sogenannten Tumuli, hat Freiherr v. Sacken eine eingehende

Instruction entworfen*). Wir fügen sie hier grossen Theils bei, obwohl sich diese grösste Art von Grabhügeln meist in Ebenen findet.

Es sind einzelne kegelförmige Hügel, die offenbar künstlich aufgeworfen sind und die nicht unbeträchtliche Höhe von 40 bis 50′ bei entsprechendem Durchmesser haben. In den österreichischen Ländern stehen derartige Tumuli z. B. neben der Kirche zu Deutsch-Altenburg, bei Hainburg, bei Zogelsdorf nächst Stockerau, an jedem Ende des Marktes Ober-Hollabrunn, bei Weikersdorf in Niederösterreich; sie finden sich ferner in Steiermark und ganz Ungarn und reichen weit in die Türkei, wo sie besonders zahlreich sind. Über die Ausgrabung zweier solcher grosser Hügel, „Fürstenhügel" in Württemberg haben wir oben nach Fraas berichtet.

Durch ihre absonderliche Grösse sowie durch ihre Vereinzelung unterscheiden sie sich von den gewöhnlichen, weit niedrigeren und in Gruppen beisammen stehenden heidnischen Grabhügeln, die fast überall häufig sind.

Die aus Erde aufgeworfenen, einzeln und frei aus der Ebene oder von einer Hügelkuppe aufsteigenden kegelförmigen Tumuli sind leicht zu erkennen und mit natürlichen Hügeln kaum zu verwechseln.

In Beziehung auf ihre Erforschung ist zunächst die genaue Localaufnahme des Hügels und Einzeichnung in eine Specialkarte erforderlich.

Für die nähere Untersuchung des Hügels selbst ist folgender Gang einzuschlagen:

Nach vorgenommener genauer Messung des Hügels wird es in den meisten Fällen das Zweckmässigste sein, einen Gang oder Stollen, im Nothfall bergmännisch, durch Holzeinbau geschützt, wie es Herr Fraas ausführte, durch den Mittelpunkt desselben im Niveau des äusseren Bodens zu graben, wobei man zwei Punkte der Peripherie und den Mittelpunkt kennen lernt. Damit ist es aber noch keineswegs genug, sondern es muss auch, wenn die Höhe zu gross ist, um einen offenen Gang durchzugraben, vom Scheitel gegen den Mittelpunkt ein breiter Schacht gegraben werden, denn verschiedene

*) Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. I. S. 38.

Beispiele haben gezeigt, dass die Grabstätten in Hügeln in deren Mitte und zwar entweder im Niveau des äusseren Bodens oder weit über demselben, sogar in der Mitte der Hügelhöhe, ja noch höher liegen. Aber sie wurden bisweilen auch tiefer als die Basis des Tumulus ist, angelegt, daher man jedenfalls in der Mitte tiefer graben muss als der Durchstich, bis auf den gewachsenen Boden.

Um Grabstätten in der Peripherie sicher zu finden, müsste der Hügel nach allen Seiten durchsucht werden.

Es ist zu beachten, ob der Hügel mit Steinen umkränzt ist, oder ob sich in dessen Innern eine regelmässige Steinsetzung befindet, die dann zu verfolgen ist. Stösst man auf einen aus Steinen zusammengesetzten Gang, so wird man be Verfolgung desselben sicher auf die Grabstätte kommen.

Stösst man beim Graben auf regelmässig gelegte Steine, Gefässe, Asche mit Kohle vermischt, oder auf schwärzliche fettige Erde, die gewöhnlich durch Verwesung des Leichnams entstanden ist, so muss mit grösserer Vorsicht weiter geforscht werden. Man soll sich nach v. Sacken nunmehr nur noch kleiner, etwa hölzerner Werkzeuge, nach Umständen auch nur der Hände beim Graben bedienen, auch muss die Erde durchgesiebt werden, damit kleine Gegenstände nicht verworfen werden. Man mache nun von oben Luft, damit man zu den Objecten von oben herab, nicht von der Seite gelange. Es sollen die aufgedeckten Fundstücke nicht sogleich weggenommen, sondern womöglich bis zum Schluss der Untersuchung auf ihrem Platz liegen gelassen werden, worauf man eine Zeichnung oder Situationsplan von der ganzen Ausgrabung mit genauer Bezeichnung der Gegenstände macht, dann erst dieselben aushebt Während des Grabens wird man gut thun, letztere mit dünnen Holzbrettchen zu bedecken, damit sie durch die herabrollenden Steine nicht beschädigt und im Fall, dass sie wieder mit Erde bedeckt wurden, leicht wieder aufgefunden werden können.

In Bezug auf den Begräbnissplatz ist zu beachten, ob das Skelett auf Schotter, gestampftem Lehm oder in einem Sarge liege, ob es mit feiner Erde, Sand oder Asche bestreut worden, ob es ganz oder blos am Kopfe mit Steinen umstellt sei. Beim

Skelett selbst muss dessen Orientirung, Lage und Ausstattung bemerkt werden. Ähnlich sind die Umstände bei Brandgräbern in's Auge zu fassen, ob die Verbrennung an derselben Stelle vorgenommen wurde, was aus der grossen Menge von Kohlenresten und Brandspuren an Steinen, Lehm und Erde zu erkennen ist — oder ob die verbrannten Überreste von der Verbrennungsstätte, Ustrine, hierher gebracht worden seien, ob mit Steinen umstellt, auf geebneten Schotter gelegt u. s. w.

Auf Reste von Holzmoder ist genau Acht zu geben, da aus dessen Menge und Lage sich schliessen lässt, ob ein Holzsarg, etwa ein Klotzsarg vorhanden war oder nicht, ebenso auf Spuren von Kleidern, — die Verstorbenen wurden in der Regel bekleidet begraben, — von denen oft wenigstens noch Abdrücke im Lehm oder in der Erde sichtbar sind.

Sehr wichtig sind die Schädel von Skeletten, weil diese über Rasse und Herkunft des Verstorbenen Aufschluss geben können; auf ihre Erhaltung ist daher besondere Sorgfalt zu verwenden und sie dürfen, wenn sie vorsichtig, mit Unterlagen eines Brettes ausgehoben sind, erst wenn sie an der Luft etwas getrocknet sind, von der Erde gereinigt werden. Wäre es thunlich, so sollte aber das ganze Skelett mit allen seinen Knochen gesammelt werden. Allfällig mitgefundene Thierknochen sind höchst wichtig und nicht nur die Zähne sondern alle Knochenreste aufzubewahren.

In nicht römischen vormittelalterlichen Gräbern findet sich niemals eine Spur von Mörtel; wenn daher das Skelett oder der Brand oder die Urne in einer Steinkiste stehen, so ist diese (wenn nicht römisch oder mittelalterlich) nur aus Bruch- oder Rollsteinen zusammengefügt ohne Anwendung von Mörtel.

Bei Urnengräbern sind die grösseren Gefässe, welche die Überreste der Verbrennung enthalten, gewöhnlich von kleineren umstellt, auf deren Stellung genau Acht zu geben ist.

Die heidnischen Hügel-Grabstätten sind ohne Ausnahme mit Gefässen aus grobem wenig gebranntem, daher meist bröckeligem und auf dem Bruch schwärzlichem Thon ausgestattet. Das Ausheben derselben erfordert grosse Vorsicht, weil sie meist durch die Feuchtigkeit des Bodens mürbe und häufig durch das Gewicht der darüber liegenden Erde zerdrückt sind.

Man muss daher trachten, sie vorerst von allen Seiten von Erde frei zu machen, wenn nöthig an einigen Stellen mit Draht oder Bindfaden umwickeln, und erst wenn sie an der Luft übertrocknet sind, durch Unterlegung eines Brettchens sammt ihrem Inhalt langsam ausheben. Sind sie geborsten, so gelingt es nach dem Trocknen, wenn die Sprünge nicht allzuweit klaffen, sie durch Leim oder Kitt, etwa in Spiritus aufgelösten Schellack zu kitten. Die im Gefässe befindliche Erde soll erst nach gänzlichem Trocknen des Thons vorsichtig herausgenommen werden. Als Kitt für gebrochene Töpfe ist ausser Schellack auch Gips mit Gummiwasser angerührt, oder Ätzkalk mit Topfen gemischt, zu empfehlen. Zum Ausheben der Gefässe ist bei sandigem Boden trockenes Wetter günstiger, bei Lehmboden feuchtes, weil dieser sonst so hart ist, dass man die Urnen nicht herausschälen kann.

Bei Waffen, welche gewöhnlich zur Seite des Verstorbenen liegen, insbesondere aber bei Schmucksachen ist wieder deren Lage von Bedeutung, ob letztere am Kopfe, Halse, an den Armen oder Füssen (Fussringe) liegen. Vermodertes Holz zeigt wenigstens oft die Länge der Griffe oder Stiele der Waffen an, ebenso Fasern von Leder oder gewebtem Stoff die Application der Metallschmucksachen. Bronze ist gewöhnlich mit grünem Rost überzogen, Eisen häufig völlig oxydirt, durchrostet. Gegenstände aus letzterem Metall, selbst wenn sie gut erhalten sind, unterliegen in den Sammlungen der Zersetzung durch die Luft, daher man sie mit einer Lösung von Fischleim (Hausenblase, Gelatine) überziehen und nach gehörigem Trocknen mit einer Mischung von Leinöl und Wachs firnissen soll. Bein wird durch Tränken mit Stearin oder Wachs wieder fester. Der grüne Rost, die edle Patina der Bronzen, darf nicht entfernt werden.

Vor allem wichtig ist eine genaue Beobachtung, Beschreibung und womöglich graphische Darstellung des Fundes in seiner Totalität, denn nur aus allen, scheinbar oft unwichtigen Umständen lässt sich ein Bild gewinnen, welches einen Schluss auf die Sitten, Gebräuche, überhaupt die Culturzustände des Volkes gestattet, das seine Leichen in einer grauen Vorzeit den Begräbnisstätten übergab.

Bezüglich der Herausnahme der Knochen und namentlich der Schädel und Skelette hat sich die Methode des Herrn v. Hölder vortrefflich bewährt. Er hebt die Schädel mit der sie umgebenden Erde heraus, bindet sie an Ort und Stelle in Papier und Leinwand und nimmt die Reinigung erst zu Hause vor. Dabei sind aber auch die kleinsten Bruchstücke aufzubewahren, weil aus ihnen der Schädel durch Zusammeneimen von einem geschickten Anatomen, wie z. B. die zahlreichen von Herrn Dahlem restaurirten Schädel beweisen, wieder hergestellt werden kann.

Zur Ausrüstung für eine Ausgrabung gehören, abgesehen von den Instrumenten, auch Kisten und Körbe mit Papier oder Baumwolle gefüllt, um die brüchigen Knochen wohlverwahrt transportiren zu können und sie so vor weiterer Zerstörung zu schützen; Hochstetter durchtränkte die Knochen an Ort und Stelle mit Wasserglas, wodurch es ihm gelang, ein ganz vollständiges Gerippe aus den Hallstätter Gräbern zu erhalten.

Um die getrockneten Theile des Schädels oder des Skeletts wieder zu befestigen, eignet sich der kaltflüssige Leim. Um ihn zu bereiten, rührt man in eine dünnflüssige warme Lösung von Kölner Leim etwa das Doppelte ihres Volumens gestossenen arabischen Gummi ein, bis die Masse die Consistenz des Honigs hat und gibt dann ein wenig Glycerin zu. Eine andere Mischung zum Kitten besteht aus gleichen Theilen Wachs und Venetianerharz, sind diese beiden Substanzen gut in der Wärme gemischt worden, so bilden sie einen Kitt, der beim Erkalten sofort die feste Vereinigung der Knochen erzielt.

Sehr wünschenswerth ist es, die ganzen Skelette, d. h. alle ihre Knochen, möglichst unzerbrochen aus den Gräbern zu erhalten, um die Skelette wieder zusammensetzen zu können. Oberarmbein und Schenkelknochen können am besten dazu dienen, durch ihre Messung ein Urtheil über die einstige Gesammtgrösse der Leiche zu gewinnen.

Alle der Beobachtung zu unterziehenden Momente bei Ausgrabung von Gräbern hat die Münchner anthropologische Gesellschaft in folgendem Fragebogen zusammengefasst, den wir zum Schluss noch anfügen.

Anhaltspunkte zur Erforschung und Aufnahme namentlich von Gräberfunden.

Reihengräber,

d. h. Gräber, die ohne äussere Kennzeichen von Hügeln oder Steinen nach Art unserer Gräber in die Erde eingeschnitten sind.

1) In welche Erdart sind die Gräber eingeschnitten?
2) Liegen sie in einer Reihe oder schachbrettförmig in mehreren Reihen oder sind sie backofenartig von der Seite in einen Abhang eingeschnitten?
3) Befindet sich nur eine Leiche in je einem derselben oder liegen mehrere über oder neben einander? kommen auch Thierknochen vor?
4) Nach welcher Himmelsgegend liegt der Scheitel des Kopfes, und die Sohle der Füsse; liegen alle Leichen nach einer Richtung?
5) Sind die Skelette vollständig; welche Theile fehlen?
6) Lag der Kopf in natürlicher Lage auf dem Boden, oder zu den Füssen, oder zwischen diesen?
7) Wie sind die Köpfe nach Länge und Breite beschaffen, sind alle von gleicher Form? zeigen sich Verletzungen an ihnen?
8) Welche Ausmaasse haben einzelne vollständig erhaltene Knochen?
9) Wie weit liegen die Gräber auseinander, und wodurch sind die Wände gebildet?
10) Wie tief liegen die Gebeine unter der Oberfläche?
11) Sind die Gebeine mit Sand, Kohle oder Asche bedeckt? Findet sich eine schwarze Holzmoderschicht über die ganze Länge des Skeletts? Von welcher Länge, Breite, Dicke war dieselbe? Geht sie über die Länge des Skeletts nach oben und unten hinaus und wie dick ist die Erdlage zwischen dieser Schicht und dem Skelett? Liegen sie in einem Bette von fremder Erde, welche eigens hieher gebracht werden musste, und wo kommt diese zunächst vor?
12) Kommen in den Gräbern Steinbaue vor, innerhalb welcher die Leichen liegen? oder finden sich in der Erde Steine

von besonderer Gestaltung? Sind die Steine bearbeitet? und wie?

13) Was findet sich an Waffen (Eisen oder Bronze), und zwar
- *a*) zweischneidigen, langen Schwertern mit kurzem Griff?
- *b*) einschneidigen mit langem Griff,
- *c*) langen Kriegsmessern oder kurzen Messern,
- *d*) Lanzenspitzen,
- *e*) Pfeilspitzen mit oder ohne Widerhaken?
- *f*) Äxte, Beile, Francisca?
- *g*) Schildbuckel, Gürtelbeschläge, Gespänge, Sporen?
- *h*) Hufeisen, kleine, grosse?

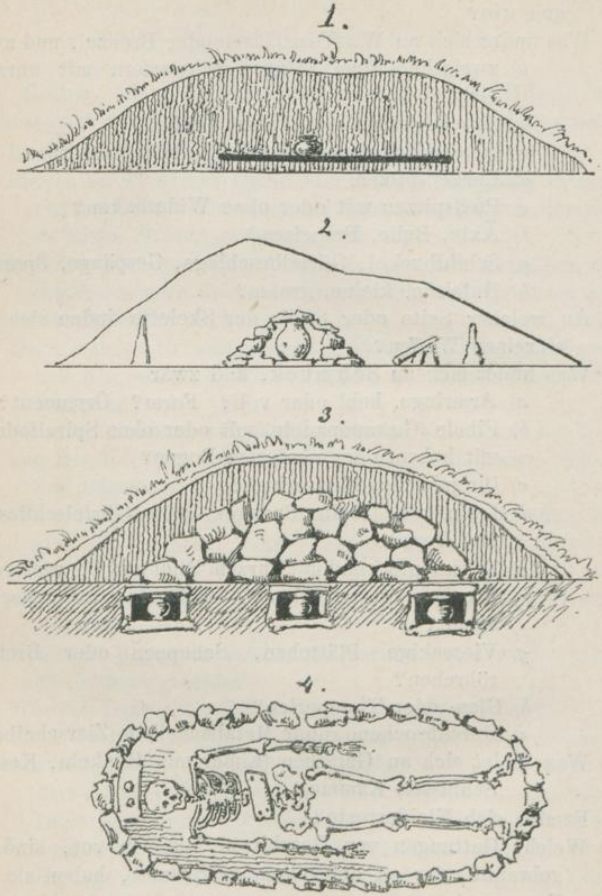
14) An welcher Seite oder Stelle der Skelette finden sich die einzelnen Waffen?

15) Was findet sich an Schmuck, und zwar
- *a*) Armringe, hohl oder voll? Form? Ornament?
- *b*) Fibeln (Gewandnadeln) mit oder ohne Spiralfedern, mit hohem oder niederem Bogen?
- *c*) Ohrgehänge, Fingerringe?
- *d*) Leibgürtel (breite Spangen) oder Gürtelschliessen mit Dorn?
- *e*) Zierknöpfe (rund mit kurzem Stiel und Characteren)?
- *f*) Brochen mit und ohne Glasschmelz oder Tauschirarbeit?
- *g*) Viereckige Plättchen, Schuppen oder Bronzeröhrchen?
- *h*) Glas- oder Thonperlen?
- *i*) Durchbrochene runde Metallscheiben (Zierscheiben)?

16) Was findet sich an Geräthen (Eimer mit Henkeln, Kessel, Schlüssel, Kämme)?

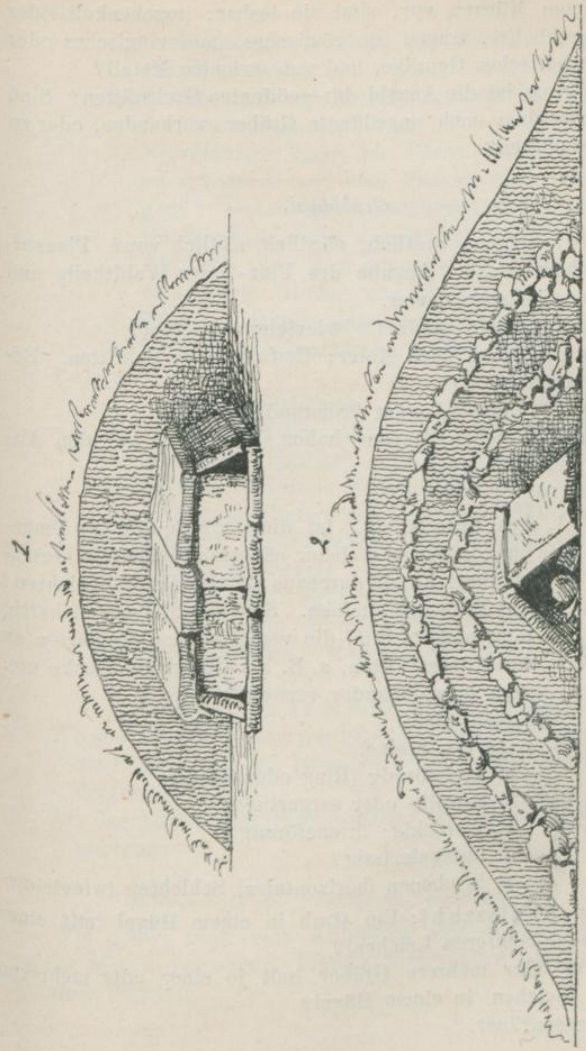
17) Fanden sich Kleiderreste?

18) Welche Gattungen von Geschirren kommen vor, sind sie gebrannt oder an der Sonne getrocknet, haben sie die Form von
- *a*) Urnen, Vasen,
- *b*) Krügen mit Henkeln und Ausgussröhren, Gläser,
- *c*) Schüsseln,
- *d*) Schalen?



Tafel 55.

Bairische Hügelgräber nach Ohlenschlager. 1—3. Brandgräber. 1. Urne mit Brandschicht (Breitmoos). 2. Urne mit Steinen umstellt (Lehlitzer Anger). 3. Urnen in Steinkisten (Geckenau). 4. Leichenbestattung. Skelett in Steinkranz (Höfelhof, Neuburg).



Tafel 56.

Hügelgräber mit beerdigten Leichen nach Ohlenschlager.
1. Skelett in Steinkiste (Amberg). 2. Skelett unter Steinplatten und zwei Steingewölben (Altbessingen).

19) Kommen Münzen vor, sind sie lesbar, angehenkelt oder durchbohrt, tragen sie römisches, merovingisches oder barbarisches Gepräge, und von welchem Metall?

20) Wie gross ist die Anzahl der geöffneten Grabstätten? Sind ausserdem noch ungeöffnete Gräber vorhanden, oder zu vermuthen?

Grabhügel.

1) Lage: östlich, westlich, nördlich, südlich von? Planaufnahme ($^1/_{5000}$). Angabe des Flur- oder Waldtheils und der Katasternummer.

2) Zahl: wieviele geöffnet? wieviele ungeöffnet?

3) Grösse: Höhe nach Meter; Umfang nach Schritten. Bewachsung.

4) Gestalt: länglich oder kreisrund.

5) Name: welchen Namen haben die Hügel bei den Anwohnern?

6) Bauart:

1. Aus Erde allein. Ist diese gleich mit der Umgebung oder aus welcher nächsten Fundstelle herbeigeführt? ist sie durchaus gleich oder in Schichten?
2. Aus Erde und Steinen. Sind die Steine gleichartig oder nicht? Sind die verschiedenen Steinarten an besonderen Orten, z. B. als Unterlage, Decke etc. oder durcheinander verwendet?
3. Steine allein.
4. Lage der Steine.
   a) kreisförmig (Ring oder Scheibe)?
   b) gewölb- oder sargartig?
   c) viereckig; (kreuzförmig)?
   d) unregelmässig?
   e) in ebenen (horizontalen) Schichten (wieviele)?

7) Begräbnisszahl: Ein Grab in einem Hügel (mit einer oder mehreren Leichen)?

Zwei oder mehrere Gräber (mit je einer oder mehreren Leichen) in einem Hügel?

Massengräber.

8) Bestattungsweise:

1. Verbrennung. (Stellung der Urnen. Womit sind dieselben gefüllt?)
2. Verbrennung mit Beerdigung, örtliche Vertheilung der Begräbnisse im Hügel.
3. Beerdigung. Lage der Füsse. Skelett gestreckt oder sitzend; auf dem Rücken oder Gesicht liegend? Ganz oder in welchen Theilen vorhanden? Geschlecht? Lage der Hände. Auf, unter oder wie hoch über dem gewachsenen Boden? Finden sich Spuren (Moder) von Särgen?
4. Gräber in Hügel eingeschnitten (Nachbegräbnisse).
5. Hügel mit Gefässtrümmern ohne Asche.

9) Beigaben:

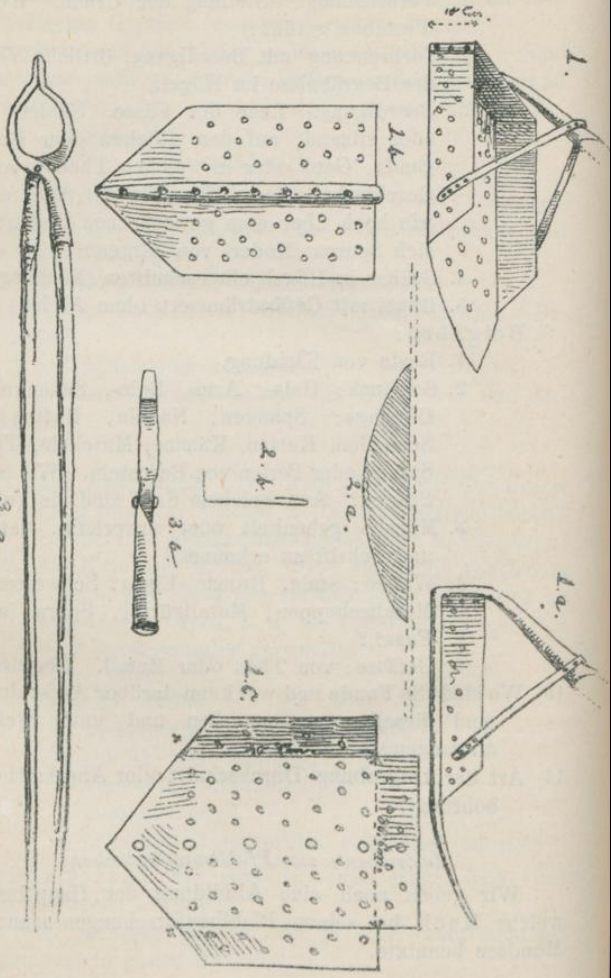
1. Reste von Kleidung.
2. Schmuck: Hals-, Arm-, Bein-, Schenkel-, Kopf-, Ohrringe; Spangen, Nadeln, Haften, Knöpfe, Schnallen, Ketten, Kämme, Muscheln, Thierzähne, Stücke oder Perlen von Bernstein. Wo lagen diese Stücke? Aus welchem Stoff sind sie gefertigt?
3. Münzen gehenkelt oder unverletzt. Ist Gepräge und Schrift zu erkennen?
4. Waffen: Stein, Bronze, Eisen? Schwerter, Dolche, Metallschuppen, Metallgürtel, Sporn (am linken Fuss?)?
5. Gefässe: von Thon oder Metall. Überurnen.

10) Wo sind die Funde und wer kann darüber Aufschluss geben? Sind dieselben zu erwerben und unter welchen Bedingungen?

11) Art der Aufgrabung (Durchschnitt oder Anschnitt oder Ausbohrung).

Instrumente zur Pfahlbauuntersuchung.

Wir geben noch eine Abbildung der Hauptinstrumente, welche Much bei seinen Pfahlbauforschungen namentlich im Mondsee benutzte.



Tafel 55 *a*.

1*a*. *b*. Baggerschaufel aus starkem Eisenblech in verschiedenen Ansichten. 1*c*. Offen vor dem Zusammenbiegen. 2*a*. Verstärkungsgrad des Schaufelbodens im Durchschnitt. 2*b*. Schema der Umbiegung der Schaufelseiten am oberen Rande. 3*a*. Grosse Zange zum Herausfischen von Gegenständen bei klarem Wasser. 3*b*. Der eine Arm der Zange.

Die nähere Beschreibung der Instrumente von Much ist zu vergleichen: Correspondenzblatt der deutschen anthropologischen Gesellschaft 1881. Nr. 2. Februar.

Kapitel VI.

Reste der Vorgeschichte im modernen Volksleben.

1. Die Beziehungen zur Vorgeschichte in Sagen und Localnamen.

Die Hauptaufgaben der anthropologischen Forschung liegen bis jetzt noch immer in der Untersuchung der Überreste der Vorzeit.

Aber auch das heute lebende Geschlecht verlangt unsere Aufmerksamkeit, und zwar sind es hier wie dort Dinge und Verhältnisse, die sich dem oberflächlichen Blick entziehen, welche für den Fortschritt unserer Kenntnisse den hervorragendsten Werth besitzen.

Wir können uns bei der Darstellung der anthropologischen Forschungsaufgaben unter den heutigen Gebirgsbewohnern jedoch weit kürzer fassen als bei unseren bisherigen Betrachtungen, da es sich hier viel weniger um Anschaulichmachung der Untersuchungsmethoden handelt als darum, aufmerksam zu machen auf das, was überhaupt eine Beachtung und Aufzeichnung verdient.

Es gilt zunächst, jene Fragmente der Erinnerungen zu sammeln, welche sich im Volksleben aus den Perioden der Vergangenheit, oft aus der frühesten Vorzeit bis heute erhalten haben.

Vor allem leben diese uralten Erinnerungen im Gedächtniss der Bewohner fort in den Local-Sagen, Local-Märchen, aber nicht weniger auch in dem Aberglauben, der wie diese vielfach eine Tradition ist aus der seit länger als einem Jahrtausend hinter uns liegenden Heidenzeit.

In dieser Hinsicht besitzen die Sammlungen solcher Art von Alterthümern auch einen unbestreitbaren Werth für die Anthropologie, und dann um so mehr, wenn sich die betreffenden sagenhaften oder abergläubischen Erzählungen auf bestimmte Überbleibsel der frühen Vergangenheit des betreffenden Landes, etwa auf Höhlen oder vormittelalterliche Mauerreste, auf Opfersteine und andere Stätten des heidnischen Cultus beziehen.

So finden wir an viele der in den vorigen Abschnitten beschriebenen vorgeschichtlichen und urgeschichtlichen Localitäten: an Grabhügel und Gräberfelder, nicht weniger als an Höhlen, aber auch an die ältesten Strassenzüge, Befestigungen, Wälle und Thürme, an auffällige Felsenbildungen, an Quellen, Brunnen und Weiher, an einzelne sehr alte Bäume u. m. a. oft die wunderlichsten Sagen anknüpfen, deren treue Sammlung und directe Aufschreibung nach der Erzählung einer Zutrauen verdienenden Person werthvoll sind.

In Beziehung mit den Grabhügeln und Gräberfeldern treten zumeist Schatzsagen der auffälligsten Art auf: dort soll eine goldene Wiege, dort ein goldener Wagen, in slavischer Gegend das goldene Kalb, vergraben sein, aber es zeigt sich auch an solchen Orten der Mann ohne Kopf oder man munkelt sich nur grausend zu, dass „Sie da begraben liegen.“ Sehr vielfältig enthalten diese Erzählungen wirklich einen wahren Kern und haben schon mehrfach zur Auffindung wichtiger prähistorischer Fundstätten gedient. In anderen Fällen hat sich nur die Tradition erhalten, dass einst ein gewisser Hügel, ein Ausbau an einem solchen von Menschenhand z. B. von den Jungfrauen des Ortes aufgeführt worden sei (vgl. oben S. 408).

Bei vielen Höhlen hüllt sich die Erinnerung einer einstigen Bewohnung vielfach in Sagen von Zwergen und Waldmenschen, Waldfrauen. An den künstlichen Höhlen haftet in Baiern die Sage von den „drei Schwestern“ oder „drei Fräulein“, als welche die Nornen ein mährchenhaftes Dasein bis in unsere Tage fristen. Sehr charakteristisch erscheinen auch als Bezeichnung von Höhlen und Grotten die ortsüblichen Namen wie „Bettelküche“ und ähnliche.

Ausserordentlich zahlreich pflegen Sagen an alte Cultus-

stätten aus heidnischer Zeit anzuknüpfen, wohl auch an Ting- und Gerichtsstätten. Man sollte solche Localitäten, auf welchen die Mythe ruht, nicht unbesucht und nicht ohne genaue Beachtung lassen, da sich dort Spuren von alten Opfersteinen, Malsteinen, von Steinen mit eingehauenen Zeichen, namentlich jene Schalensteine, finden könnten.

In „heiligen Quellen", von welchen die Volkserinnerung wusste, hat man schon schöne vorgeschichtliche und frühgeschichtliche Funde gemacht. War es doch einst Sitte, in die Quellen wie in einst heilige Seen und Weiher, die in der christlichen Zeit zu Teufelsseen wurden, Opfergeschenke zu versenken. Nicht nur Steininstrumente, Steinhämmer, sondern auch, und zwar in einzelnen Fällen in ganz erstaunlicher Menge, Bronzeschmuckgegenstände, namentlich kleinere Fibeln, und wohl auch Münzen hat man bei Untersuchung derartiger Quellen gefunden.

Manchmal leiten auf vorgeschichtliche Reste auch einzelne sehr alte Bäume hin, an welche sich sagenhafte Erzählungen anknüpfen. Als solche „heilige Bäume" erscheinen vor allem Linde, Eiche, Buche, Taxus, Stechpalme.

Am reichsten pflegt die Sage alte Bauwerke, oder Stätten früherer Bewohnung, Stellen abgegangener Orte und Schlösser zu umranken. Hier haften aber auch vielfach in der Erinnerung der Umwohner Thatsachen von wirklich historischem Werth.

Auf den alten römischen Strassenzügen und Brücken, die einer viel weniger in der Cultur fortgeschrittenen späteren Bevölkerung als ein Werk des Teufels erschienen, lässt sich bei Nacht das Geschrei des wilden Heeres hören, oder es zeigt sich selbst der feurige Reiter oder der Mann ohne Kopf, denen wir auch auf den alten heidnischen Grabhügeln begegnen.

Aber nicht nur die abergläubischen Erzählungen, auch die noch heute im Volksmund gebräuchlichen Bezeichnungen solcher Localitäten geben oft die erwünschtesten Fingerzeige.

So tragen die Römerstrassen häufig den Namen Heidenweg, Hochstrasse oder Steinweg oder wohl auch nur alter Weg, die anliegenden Flurtheile heissen Hochstrassäcker, Altwegäcker.

Namentlich in Ortsbezeichnungen, welche mit dem Wort

„Heide“ oder „Heiden“ zusammengesetzt sind, bergen sich oft alte Traditionen. So der Heidenberg, auf welchem vorgeschichtliche Spuren gefunden wurden, Heidenstatt, eine der bedeutendsten vorgeschichtlichen Ansiedelungen in Nieder-Österreich, und Heidenthor, Reste eines triumphbogenartigen Quadriviums daselbst. Das Heidengebirge ist jener Theil des Salzbergwerks von Hallstatt, welcher in der Zeit des Grabfeldes auf dem Salzberge betrieben wurde, Heidenlöcher heissen die künstlich gegrabenen Erdhöhlen in der Nähe von Überlingen am Bodensee, Heidenköpfe sind in Nassau alte Grabhügel so wie Heidenbuck im Elsass, dem das bairisch-österreichische Heidenbichel oder Heidenbühel entspricht. Diese Bezeichnungen werden an anderen Orten durch andere Ausdrücke: wie Teufelsberg, Opferberg, Todtenberg, Schelmenbuck u. ä. ersetzt; in manchen österreichischen Gegenden werden die Grabhügel auch als „Geldkogel“ oder Mugeln bezeichnet.

Sehr häufig knüpft die Tradition des Namens an eine sich im Gedächtniss erhaltende kriegerische Invasion fremder Völker an, so führen in Deutschland grosse Grabhügel die Namen: Schwedenschanzen, Franzosenhügel, in Österreich auch Türkenhügel.

In der Schweiz führen die zerstörten Römersitze im Munde des Volks Bezeichnungen wie: Mauern, Muri, Mürli, oder um sie von Erdwällen zu unterscheiden, die Benennung: Steinmauern oder Steinmürli. Stehen die Ruinen auf Anhöhen, ist das Mauerwerk von auffallender Stärke und Ausdehnung so heissen sie Burg und Schloss oder wieder in Diminutivform Bürgli, Schlössli, zuweilen auch Castell. Ein Ort, auf welchem eine Menge (römischer) Dachziegeln umherliegen, wird Zieglen, Ziegleten genannt. Um diese Orte als Wohnsitze einer früheren oder einer dem Heidenthum angehörenden Bevölkerung zu bezeichnen, legte man ihnen den Namen Altstadt, Altstätten, Altenburg, Altendorf, auch Heidenstadt, Heidenburg, Heidenschloss, Heidenhüsli bei. Der Name Heidenkeller weist auf Hypokauste, römische Heizeinrichtungen, hin. Einige Namen wie Wil (villa), Täferi (taberna) und das häufige Kasern u. a. zeigen in vielen

Fällen römische Baureste an. L. Steub hat auf die zahlreichen romanischen Ortsnamen aufmerksam gemacht, welche sich in Deutsch-Tirol erhalten haben.

In Süddeutschland und Österreich sind für prähistorische Befestigungen vor allem die Namen Burg und Burgstall oder Burgstatt bekannt.

In slavischen Gegenden finden sich namentlich vielfältig derartige Ortsbenennungen, welche auf vorhistorische Reste hinweisen.

Nach v. Hochstetter's Angabe ergeben sich z. B. in Krain wichtige Fingerzeige für die Auffindung prähistorischer Denkstätten aus den slovenischen Benennungen der Örtlichkeiten. Die in das Land eingewanderten Slaven haben die einstige Bedeutung der von ihnen in Trümmern vorgefundenen Befestigungen, Niederlassungen und Grabstätten früherer Völker richtig erfasst und derartige Localitäten, bei denen häufig im Lauf der Jahrhunderte jede Spur einstiger menschlicher Thätigkeit vom Erdboden verschwunden ist, durch entsprechende Benennungen als historische Wahrzeichen den späteren Generationen erhalten.

Derartige Namen sind: Gradiše, tabor, straža für einstige befestigte Orte.

Viele Ortschaften in Krain heissen gradiše, sogar eine Vorstadt in Laibach, wo die einstige Römerstadt gestanden. Der Name bedeutet die Stelle, wo einst ein befestigter Punkt gestanden. Jedoch führt keine mittelalterliche Ruine diesen Namen, welche vielmehr durch grad oder eine Zusammensetzung mit diesem Wort wie stari grad, panati grad, etwa: Altenschloss, Dürrenschloss, bezeichnet zu werden pflegen. Alle in Krain vorkommenden Gradiše sind ausgezeichnete Vertheidigungspunkte, meist an Thalsperren oder auf eminenten Höhenpunkten gelegen, die ganze Umgebung beherrschend, mit weiter Fernsicht auf Ebene und Thalniederung.

Man kann mit Sicherheit darauf rechnen, dass in der Nähe aller jener Orte, wo eine Kirche oder Capelle des h. Vitus oder des h. Michael steht, auch eine Gradiše anzutreffen ist; Roje und rove bedeuten alte Schanzen; Cvinger, offenbar vom deutschen Zwinger, Erdwälle, z. B. die Erdwälle, welche das Plateau einer gradiše umgeben; Trnovo und trnova heisst eine

mit Gestrüpp, eigentlich mit Dorngestrüpp (trn) bewachsene einstige Ansiedelung; Stara cesta, ajdovski pot heisst Heidenweg, Römerstrasse; Gomila, künstlich aufgeworfener Erdhügel, Grabhügel, tumulus; Ajdovca, ajdovšna Heidenstätte.

Als Ortsname kommt das Wort Gomila in Krain seltener vor als Gradiše, doch ist die Bezeichnung für gewisse Localitäten mit aufgeworfenen Hügeln eine sehr häufige, ja man kann darauf rechnen, überall wo ein Gradiše vorkommt, in dessen Nähe auch solche Gomile anzutreffen.

Die Grabhügel heissen in manchen slavischen Gegenden auch šaci, Schazi, vom deutschen Worte Schatz abgeleitet.

In prähistorischer Beziehung sind auch die Hügel, auf welchen die alte Sonnwendfeier der Urbevölkerung als Johannisfeuer noch jetzt gefeiert zu werden pflegt, von Bedeutung. Die Johannisfeuer werden meist auf hervorragenden und ausgezeichneten Höhenpunkten angezündet, welche einst Befestigungen, Ansiedelungen u. a. getragen haben. In Krain brennen diese Feuer vielfach auf Gradiše.

Die Tabore gehören meist den Türkenkriegen an, es sind mit Mauern versehene feste Plätze. Doch werden in manchen Gegenden auch die prähistorischen Erdwälle als Tabor bezeichnet.

Manche in Krain vorkommende Straža, Warte, Wache reichen bis in die Urzeit zurück.

Es werden von den Forschern in slavischen Gegenden noch eine Anzahl Ortsnamen nach ihrer Bedeutung auf prähistorische Gräberfelder und Ähnliches gedeutet. Hier genügt es, auf dieses Verhältniss hingewiesen zu haben, dessen Beachtung noch manche Resultate verspricht.

Besonders werthvoll würde es sein, auch für den deutschen und romanischen Theil des Alpengebiets nach derartigen Erinnerungen, die sich in Ortsnamen erhalten haben, zu forschen.

2. Gebäulichkeiten und Hausindustrie.

In den Holzbauten der Alpenländer haben sich uralte Traditionen erhalten.

Es gilt das nicht nur von den einfachen Blockhütten, in

welchen sich eine der ältesten Bauarten erhalten hat. Bekannt sind die architectonischen Beziehungen, welche seit Vitruv zwischen dem Bau der Holzhütten und dem ältesten Styl der griechischen Tempel aufgestellt zu werden pflegen. Es hat sich der griechisch-römische Steinbau aus dem Holzbau entwickelt, und ist in seinen inneren Beziehungen nur aus diesem verständlich.

Gewiss ist es von hoher Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte eines Volkes, die Geschichte seiner Baukunst zu studiren. In den einfachen Lebensverhältnissen des Gebirgs ergibt sich für derartige Beobachtungen noch reiche Gelegenheit, obwohl es auch hier gilt, zuzugreifen, ehe es zu spät ist, ehe die alles nivellirende Cultur unserer Zeit auch in diesen geschützten Winkeln die letzten Reste einer specifischen Bauweise zerstört hat.

In dieser Beziehung sind die originellen Gebäulichkeiten einer Gegend nicht nur als malerische sondern als wissenschaftlich werthvolle Objecte zeichnerisch zu fixiren, um eine wirklich eingehende Vergleichung mit anderen Localitäten zu ermöglichen.

Eine sehr interessante Untersuchung hat sich in der letzten Zeit mit dem Giebelschmuck der ländlichen Wohnungen z. B. Pferdeköpfe u. a., beschäftigt und darin werthvolle Überreste alter heidnischer Gebräuche und Anschauungen nachgewiesen.

Es wäre darauf zu achten, wo die alte Methode des Baues von Hütten aus Reisergeflecht mit Lehmbewurf noch heute im Gebrauch ist, z. B. bei Ställen, Scheunen etc.

Der Bau der Keller, der Vorrathsgruben wird Anknüpfungspunkte bieten mit den prähistorischen Ansiedelungen und Resten von Wohnstätten, von denen oben die Rede war*).

Aber das gleiche Interesse beansprucht die innere Einrichtung der Wohnhäuser, die Geräthe und sonstigen Gegenstände des täglichen Gebrauchs und der Kleidung. Originelle Formen von Möbeln, Herdeinrichtungen, Rauchfängen, Geschirre und Gefässe aller Art, Löffel, Gabeln, Messer u. v. a. Auch die

*) In Beziehung auf die Bildung von Dörfern und deren nationale Bedeutung weisen wir auf einen Aufsatz von Meitzen hin. Zeitschrift für Ethnologie Bd. IV, S. 134.

Benennungen dieser Objecte z. B. der Kleidungsstücke bieten manches Interesse.

Sehr wichtig ist es, den eigenthümlichen Ornamentirungsgeschmack der verschiedenen Stämme und Völker zu studiren, und zwar namentlich da, wo er sich in durch Hausindustrie hergestellten Gegenständen zu erkennen gibt.

Aber Nichts ladet so zur Untersuchung und Sammlung ein wie die alterthümlichen Hausindustrien selbst, welche mehr und mehr verschwinden.

Es ist von grösster Tragweite, den Resten dieser Hausindustrien nachzugehen, ihre Methoden genau zu beobachten, während der directen Beobachtung selbst zu Papier zu bringen und die dabei gebrauchten Instrumente aller Art zu sammeln.

Vor allem wäre hier wohl das Augenmerk auf die Hausweberei, überhaupt auf die Methoden der Wolle- und Flachsbereitung und Verarbeitung zu richten. Die alte Hausweberei führt selbst nur noch in abgelegenen Gegenden ihr kümmerliches Dasein als Bandweberei. Es wäre wünschenswerth, alle dabei in Gebrauch stehenden Geräthe zu erwerben und an eine ethnographische Sammlung abzugeben. Aber auch die Netzstrickerei, die dabei gebrauchten Instrumente und alles Ähnliche verdienen volle Beachtung.

Für das Verständniss der prähistorischen Töpferei ist es sehr werthvoll in abgelegenen Orten, wo dieses Handwerk noch von einheimischen Töpfern betrieben wird, die Töpferwaare zu studiren und womöglich nach ihren Haupttypen der Form und Verzierung zu sammeln. Übrigens wird für bestimmte Gegenden auch von auswärtigen Töpfern specielles Thongeschirr, nach Form und Verzierung originell, noch angefertigt. Es ist daher im allgemeinen schon interessant, Töpferwaare des täglichen Gebrauchs aus den verschiedensten Orten zu beobachten und zu sammeln.

In prähistorischer Zeit war vielfach der Gebrauch schwarzen unglasirten Geschirres verbreitet. In vielen Fällen stammt die schwarze Farbe solcher Geschirre von Verwendung von Graphit her, der als Überzug verwendet oder in den Thon selbst eingeknetet wurde. Es wäre von Interesse, die heutige Verwendung und geographische Verbreitung des durch Graphit

geschwärzten Geschirres festzustellen. In anderen Fällen scheint die schwarze Farbe prähistorischen Geschirrs vom Brennen in einem „Rauchfeuer“ herzurühren. Auch die Art des Brennens der Geschirre in abgelegenen Orten verdient daher Beachtung.

Ganz besonders verdient aber noch darauf hingewiesen zu werden, dass sich uralte Moden im Schmuck der Frauen und Männer, auch der Pferde erhalten haben, wie die silberne Hand an den Miederketten in Baiern, die Verwendung von Filigran, von Haarnadeln in der Form jener in den Pfahlbauten ausgegrabenen. Hier wäre auch in den verschiedenen Gegenden des Gebirgs für ethnologische Museen zu sammeln, was zu sammeln ist.

Nachtrag.

Skelettheile aus vorgeschichtlichen Gräbern und modernen Ossuarien.

Bei der Besprechung der Ausbeutung der vorhistorischen Grabstätten wurde S. 443 eingehend auf die Wichtigkeit hingewiesen, welche die Sammlung von Skelettheilen und namentlich von wohlerhaltenen Schädeln besitzt, da aus diesen ein anthropologisch geschultes Auge gar Manches über Nationalität, Stammesangehörigkeit, Geschlecht, Alter etc. herauszulesen versteht, was uns die wichtigsten Aufschlüsse über die Stellung des Gräberfundes gewährt. Auch die Vorsichtsmaassregeln bei dem Herausnehmen der Knochen wurden genau dargestellt. Es handelt sich aber nicht nur darum, die Knochen möglichst unverletzt aus dem Boden zu heben, sondern auch darum, sie so in die Hände eines Anthropologen vom Fach, der allein die eigentlich wissenschaftliche Untersuchung zu übernehmen vermag, gelangen zu lassen. Zum Zweck des Transports sind die

Knochen am besten in recht trockenes Stroh oder Heu einzulegen und sowohl vor der gegenseitigen Berührung, als vor zu naher Anlagerung an die Wände der Kiste zu schützen. Bei sehr zerbrechlichen oder kostbaren Stücken z. B. bei Schädeln, die in Höhlen und Grabhügeln ausgegraben wurden, ist es nöthig, im Innern der Kiste Scheidewände anzubringen, so dass jeder Schädel in einer besonderen Abtheilung des Innenraumes untergebracht ist. Hier empfiehlt sich wohl auch als Packmaterial Baumwolle (Watte). Etwa lose gewordene Zähne sind separat einzuwickeln und wie der Schädel genau bezeichnet mit zu verpacken.

In vielen Orten des Gebirgs befinden sich in oder an den Kirchen oder in eigenen Kapellen auf den Kirchhöfen sogenannte Ossuarien, Todten-, Knochen- oder Beinhäuser, in welchen sich gewöhnlich nur wenige, oft aber eine sehr grosse Anzahl von Gebeinen, namentlich von Schädeln, welche aus dem Kirchhofe ausgegraben wurden, befinden.

Es versteht sich von selbst, dass diese durch die Pietät geweihten Reste der Vorfahren von den Stätten ihrer Ruhe nicht entfernt werden dürfen, sondern an Ort und Stelle untersucht werden müssen. Es wäre daher sehr erwünscht, wenn die Reisenden solche grosse ethnographisch-anatomische Sammlungen von Schädeln genau notiren, und davon dem Verfasser dieser Schrift (München, Briennerstrasse 25), der sich mit der ethnischen Schädeluntersuchung der Gebirgsbevölkerungen auf das Eingehendste befasst hat und fortgesetzt befasst, Mittheilung machen würden. Derartige Mittheilungen müssen ausser der Ortsangabe auch eine wenn auch nur beiläufige, aber an Ort und Stelle gemachte Zählung der in dem Knochenhause liegenden Schädel enthalten. Ein grosses Ossuarium ist erst ein solches, welches 100 und mehr (oft mehrere Tausende!) Schädel birgt. Es wird dringend gebeten, solche gewissenhafte Mittheilungen nicht zu versäumen, die es einst gestatten werden, die höchst wichtige Frage nach den jetzt vorhandenen Schädelformen der Bewohner der verschiedenen Theile der Alpen zum wissenschaftlichen Abschluss zu bringen.

Inhaltsverzeichniss.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Beilage

zur

Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen

Alpenvereins

1881.

Anleitung

zu

wissenschaftlichen Beobachtungen

auf

Alpenreisen.

Herausgegeben

vom

Deutschen und Oesterreichischen Alpenverein.

Vierte Abtheilung:

Anleitung zur Beobachtung der alpinen Thierwelt
von Professor **Dr. K. W. v. Dalla Torre.**

Anleitung

zur

Beobachtung der alpinen Thierwelt.

Von

Prof. Dr. **K. W. von Dalla Torre**

in Innsbruck.

I.

Die Geschichte der europäischen Faunengebiete im allgemeinen und jene der Hochalpenfauna im besonderen.

Wie bereits aus dem geologischen Theil des vorliegenden Sammelwerkes bekannt ist, war weder die Configuration des Festlandes, noch dessen Bewohnerschaft immer dieselbe; letztere prägte sich vielmehr in demselben Maasse um, als erstere sich änderte.

Während die zwischen dem Urmeer hervorragenden Urgesteine der azoischen oder prozoischen Formation, wie ziemlich sicher erwiesen ist, von keinerlei Lebewesen bewohnt erscheinen, finden wir in den untersten Schichten der darauffolgenden palaeozoischen Formation unzweifelhafte organische Ueberreste, so dass man nach dem Vorherrschen gewisser Fossilien die Silurperiode als das Zeitalter der Trilobiten, Cystiden und Graptolithen, die Devonperiode als das Zeitalter der Panzerfische, die Steinkohlenperiode als das Zeitalter der Kryptogamen und die Dyas als das Zeitalter der ungleichschwänzigen (heterocercen) Schmelzschupper bezeichnen kann.

Der Landstrich, auf dem unsere Alpen sich heute so majestätisch erheben, bildete in jener Zeit ein feuchtes Sumpfland, bedeckt von riesigen Farnen, Schachtelhalmen und Bärlappen, gehüllt in düstere Nebel, eine schwermüthig angehauchte Landschaft, der fast alle blühenden Pflanzen fehlten und die noch keine Vögel, keine Säuger beherbergte. Später dann, als auf diese Periode, die so ungestört riesige Massen von Kohlensäure der Luft entziehen und in die Erde niederlegen konnte, grossartige Umwälzungen folgten, wurden die Reste dieser Periode zu einem Bestandtheil der heutigen Alpen.

Allmählich erhob sich im Lauf von Jahrtausenden die Oberfläche des Festlandes, und unter Zurückdrängung und Austrocknung des Meeres, das in der Gegend der heutigen Alpen von zahllosen Ammoniten bewohnt wurde, bildeten sich jene grossartigen Salzlager, welche die erste Periode der mesozoischen Formation, die Trias, oder die Periode der Froschsaurier oder Panzerlurche, charakterisiren. Ein grosser Theil von Württemberg und Baiern, der Schwarzwald und die Vogesen waren bereits zu Festland geworden, auf dem landbewohnende Thiere und spärliche Nacktsamer sich ansiedelten. In der darauffolgenden Periode, dem Rhaet, finden sich bereits die ersten Säugethierreste, und die darauffolgende Periode des Jura ist durch das Auftreten zahlloser Korallenbänke, Ammoniten und Belemniten, sowie der Riesenschildkröten, der Urvögel (*Archaeopteryx*) und der räthselhaften Meer- und Flugsaurier (*Plesio-, Ichthyosaurus, Pterodactylus*), namentlich im untersten Gliede derselben, dem Lias, allbekannt geworden. Diese Zeit gestattet uns auch einen genaueren Einblick in die damalige Configuration Europas: England, Südwestfrankreich und Spanien ragten als Inseln über dem atlantischen Ocean empor; im Norden lag ein ausgedehntes Festland, die Arktis, das heute auf die Skandinavische Halbinsel zusammengeschmolzen ist, und Deutschland war durch eine grosse Insel, welche Elsass-Lothringen, Mitteldeutschland, Böhmen und Mähren umfasste, dargestellt; durch einen Theil der heutigen Schweiz, Baierns und Oesterreichs zog sich ein schmaler Meeresarm herein, der an der Stelle des heutigen Wien in den grossen Ocean einmündete und im Süden die nun ziemlich umfangreich gewordene, langgestreckte, flache Alpeninsel bespülte. Immer mehr und mehr hob sich das Festland, und in der Kreidezeit, welche die Periode der Rudisten und der ammonitischen Nebenformen, der Ausläufer der Ammoniten, genannt werden kann, hat sich der mitteldeutsche Arm bereits auf einen schmalen Kanal zusammengezogen und der südlich gelegene Continent durch das heutige Italien und Griechenland erweitert; mit ihr schliesst aber auch der Zeitraum ab, welcher, gewissermaassen als Vorstadium der heutigen Fauna, auch nicht eine einzige Art uns lebend hinterlassen hat.

Durch das »Morgenroth«thor der Eogen- und Neogen-

Periode treten wir ein in das jüngste Weltalter, die kaenozoische Formation, um mit der dritten, der anthropogenen Periode, an die geschichtliche Jetztzeit anzuknüpfen. Immer höher und höher hob sich in jenen Zeiträumen das Festland, und zu Beginn des Neogen sehen wir bereits einen grossen Continent von Spanien bis Russland sich hinziehen, der von einem zweiten, der italienisch-griechischen Halbinsel, die mit Kleinasien zusammenhing, durch einen ins ungarisch-sibirische Meer einmündenden Arm getrennt wurde. Das Klima war während der vorhergehenden und zu Anfang dieser Periode ein mehr oder weniger tropisches und ebenso tropisch waren Flora und Fauna: herrliche Urwälder mit immergrünen, dickblättrigen Feigenbäumen, Myrthen, Sandeln, Zimmt- und Kampherbäumen, Platanen und Cypressen, waren durchschlungen von zahlreichen Lianen, ein Bild, das heute etwa durch eine Mischung des indisch-australischen Typus mit dem Charakter des tropischen Asiens oder durch einen amerikanischen Urwald wiedergegeben werden kann. Diese tropische, später subtropische Pflanzendecke der grossen europäischen Doppelinsel war bewohnt von Beutelthieren, vielen Wiederkäuern und Dickhäutern (*Dinotherium*, *Mastodon*), einigen Nagern und wenigen Raubthieren, Riesenfröschen und -Salamandern, Formen, welche zum Theil ausgestorben, zum Theil heute auf die Tropengegenden beschränkt sind, während auch Eichhörnchen, Hasen, Haselmäuse und Biber als Zeitgenossen mit jenen auftraten. Von Vögeln dieser Periode wissen wir nichts Bestimmtes, doch liegt die Vermuthung nahe, dass unsere heutigen Afrika-Zugvögel damals Standvögel waren. Unter den Reptilien finden sich besonders Schildkröten, worunter die Alligator-Schildkröte heute noch Süd-Amerika bewohnt, und Krokodile; von Amphibien hat *Andrias Scheuchzeri*, der Riesensalamander, seit Scheuchzer die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Die Fische stimmen ziemlich vollständig mit jenen der heutigen Süsswasserfauna, namentlich so weit sie Amerika bewohnen. In der Gruppe der Insecten fehlen kälteliebende Caraben und Kurzflügler gänzlich, während hitzeliebende Wanzen und Geradflügler sehr zahlreich vorkommen.

Wo die Heimathsstätte all dieser zahlreichen Formen ge-

wesen sein mag, ob im Westen Europas, wo die Atlantis als Continent sich gehoben hatte, oder im Süden, dem Lande Lemuria, von welchem das heutige Madagascar einen Rest darstellt, oder im Norden, wo die Arktis die gemeinschaftliche Verbindung von Grönland, Norwegen, Island, Britannien, Spitzbergen, Behringsstrasse, Japan herstellte, ist noch eine offene Frage der Wissenschaft; so viel aber steht fest, dass am Schluss der Neogen-Periode eine Herabminderung des Klimas stattfand, welche die Thierwelt nun nach dem Süden zu in Bewegung setzte, in welchem sie gewohnte klimatische Verhältnisse erhoffen durfte, während gleichzeitig die damals nordische Fauna ihren Einzug ins Herz Deutschlands, später auch Amerikas hielt. In dieser Zeit wurden Norddeutschland und Nordrussland, so weit sie früher Land waren, vom sibirischen Ocean überfluthet und die Verbindung Europas mit Skandinavien aufgehoben; der Meeresarm, der in der Richtung Lyon-München-Wien seit der Jurazeit immer schmäler und schmäler geworden war, verschwand, und nahe an seiner Stelle erhob sich, gleichzeitig mit den übrigen Hochgebirgen Europas, der Alpenkamm, ein Phänomen, das an Grossartigkeit wohl kein ähnliches gehabt haben mag.

Nun brach jene so schwierig zu erklärende, doch mit absoluter Sicherheit nachgewiesene Periode herein, in welcher, in Folge der allmählichen Abkühlung das skandinavische Festland und dessen Fortsetzungen gegen den Nordpol hin übergletscherten, so wie die Alpen bis in die Ebene herab mit ungeheuern Gletschern bedeckt waren, welche ihren Moränenschutt weit in die Vorlande hineinschoben und die mächtigen Thäler einschnitten, welche die Alpen durchfurchen: es ist dies die Eis- oder Gletscherzeit, welche, gleich wichtig ob einmal auftretend oder sich mehrmals wiederholend, für die heutige Verbreitung der Thier- und Pflanzenwelt von höchster Bedeutung war. Ein Theil der Thierwelt verschwand nun anlässlich der eingetretenen Kälte gänzlich vom Horizont (*Mastodon*, *Dinotherium*), andere zogen südwärts und gelangten über Italien und Spanien, das damals noch mit Afrika zusammenhing, nach Afrika (*Sus*, *Rhinoceros*, viele Reptilien) und ein weiterer Theil verschwand für die alte Welt und findet sich nur mehr in Amerika

(Beutelratte, Alligator-Schildkröte). Was nun zurückblieb, das musste sich in seiner Lebensweise den neuen klimatischen Verhältnissen anpassen: die Säuger, Reptilien, Insecten und Schnecken nahmen den Winterschlaf an, die Vögel den Wanderflug. Anderseits kam von Norden her ein Ersatz, indem gewisse Arten, wie das Mammuth, das wollhaarige Rhinoceros, der Riesenhirsch, das Renn- und Elenthier, der Moschusochse, der Lemming, das Murmelthier, die Gemse, der Steinbock, der Höhlenbär, die Höhlenhyäne und der Höhlenwolf und andere von Nordosten her über das inzwischen trockengelegte Verbindungsland zwischen Russland und Sibirien einwanderten oder auf schwimmenden Eisbergen, welche den Verkehr zwischen dem heutigen Skandinavien und dem über dem norddeutschen Meere hervorragenden Lande ermöglichten, angeschifft kamen. Dadurch erklärt sich einerseits die Gleichheit und Aehnlichkeit der nordischen und der Alpenfauna, andererseits die mächtige Schicht von Eisbergschutt im Norden der Strandungslinie der schwimmenden Eisberge, welche sich von London und dem Unterlauf des Rheins, die Elbe, Weser und Oder kreuzend, gegen Breslau, Warschau und südlich von Moskau hinzieht und am Ural endet.

Allmählich hatte sich das Klima wieder gemildert: das Eis schmolz in gewaltigen Strömen unaufhaltsam ab und liess den Gletscherschutt als einstige Spuren seiner Ausbreitung in Form von Moränen zurück; die ablaufenden Ströme erodirten die Thäler und bildeten zum Theil die am Fusse der Alpenkette gelegenen Berg- und Thalseen.

Und die Thierwelt?

Jene Thiere, welche sich nach Afrika geflüchtet hatten, konnten nun nicht mehr zurück, da inzwischen Europa von Afrika durch einen Binnensee geschieden worden war; jene, die weniger weit gekommen waren und sich auf den südeuropäischen Halbinseln niedergelassen hatten, fanden bei ihrem Rückzug an den schneebedeckten Alpen ein unübersteigliches Hinderniss, weiter vorzudringen, und somit war eine nachträgliche Einwanderung von Süden her nahezu gänzlich ausgeschlossen (mediterrane Fauna). Dagegen erfolgte eine solche von Osten her, aus dem Innern Asiens, und erfolgt von dorther heute noch: das

Bison, der Urochse, der Edelhirsch, das Reh, Marder und Mäuse, dann die Urhühner (Auer-, Birkhahn), Haselhuhn, Rebhuhn, Ammern, Finken und all unsere Haushühner sind die bekanntesten Vertreter dieser Eindringlinge (baltische und pontische Fauna); vielleicht können wir mit Recht auch den Menschen hinzurechnen, dessen Spuren bereits in der Eiszeit auffindbar sind, in welcher er schon sein Ausrottungsgeschäft, die erste Culturmission, begann, während ihm anderseits wieder Thiere auf den Fuss nachfolgten oder von ihm verschleppt wurden. Die Existenzbedingungen der bereits eingebürgerten ansässigen Thierformen waren nun den Neuankommenden gegenüber um so weniger günstige zu nennen, als diese, durch Erfahrung gefeit, ungleich mächtiger und kühner waren, und so blieb jenen, wofern sie nicht schon frühzeitig ausgerottet worden waren, wie das Mammuth, nichts anderes übrig, als die Flucht — die Flucht zurück nach Norden, dessen Kälte sie jetzt gewohnt waren, wie dem Lemming und Renn, oder die Flucht auf die Hochgebirgsinseln der Alpen, wo jedoch Einzelne später doch den Untergang fanden und stellenweise ausstarben, wie der Steinbock, oder sich auch noch gegenwärtig behaupten gegen die Bewohner der im Flach-, Hügel- und Bergland ansässigen Nachkömmlinge, wie das Murmelthier; vielleicht hat jene zum Theil auch die Angewöhnung an die Kälte veranlasst, die Gletschernähe aufzusuchen.

Ueberblicken wir daher nach diesem geschichtlichen Abriss unsere heutige europäische Thierwelt in Bezug auf ihre Verbreitung und Zusammensetzung, so finden wir, dass sie sich aus folgenden Bestandtheilen rekrutirt hat:

1. Ein Theil der Arten ist zu betrachten als der abgeänderte Rest einer einstigen tropischen und subtropischen Bevölkerung, deren nächste Verwandte theils im tropischen Asien, theils im subtropischen Amerika und auf den atlantischen Inseln zu suchen sind: die Ureinwohner, z. B. Eisvogel, Spechte, Eichelheher, Wachtel.

2. Ein weiterer Theil ist erhalten aus den ersten von Norden her eingewanderten Arten und hat sich nun auf die Felseninseln der Hochgebirge geflüchtet: die Alpenthiere, z. B. Murmelthier, Schneehuhn.

3. Ein weiterer und zwar der artenreichste Theil besteht aus den nord- und mittelasiatischen Einwanderern und ergänzt sich durch weitere Nachzügler bis heute noch: semitische Einwanderer, z. B. Wanderratte, Wachholderdrossel, *Dreyssena*.

4. Einige wenige bewohnen unser Gebiet, die einer afrikanischen Einwanderung neueren Datums ihre Anwesenheit verdanken, z. B. das Steppenhuhn und der Aasgeier.

5. Endlich Thiere, welche durch Einschleppung aus Amerika nach Europa kamen, z. B. die Küchenschabe (*Blatta Americana*) und mehrere Vögel; sie sind die unbeständigsten von allen Bürgern unserer Fauna und verschwinden, wie die vorhergehenden, in Bezug auf Arten- und Individuenzahl gegen die obigen.

Alle diese Formen theilen nun im steten Kampfe ums Dasein Grund und Boden, den sie bewohnen, und durch ihr gegenseitiges Ineinanderspielen und Ausweichen entstanden gewisse horizontale und verticale Verbreitungsgebiete (Areale) der einzelnen Arten, Gattungen und Familien, welche nur allmählich oder innerhalb grosser Zeiträume geändert werden. In letzterer Beziehung unterscheiden wir etwa von unten nach oben:

4. die Thiere der Schneeregion: 2220—4430 m
3. die Thiere der Alpenregion: 1270—2220 m
2. die Thiere der Bergregion: 790—1270 m
1. die Thiere der Ebene: vom Flachland bis 790 m.

II.

Systematischer Ueberblick über den heutigen Bestand der Alpenfauna und deren Erforschung.

Allgemeines. Da der Begriff »Alpenwelt« weder durch rein geographische, noch durch naturwissenschaftliche Merkmale genau festgestellt werden kann, so kann man wissenschaftlich wohl nur schwer von einer Alpen- und Hochalpen-Fauna sprechen; indem jedoch andererseits die Praxis wohl

jeden Alpenwanderer gelehrt hat, dass in gewissen, vertical über einander liegenden Gürteln oder Regionen gewisse Lebewesen verschwinden, andere auftauchen, so ist der Ausdruck »Alpenfauna« für jene Thiere gerechtfertigt, welche innerhalb eines gewissen Höhengürtels wohnen. Man kann nun nach Prof. Heller innerhalb derselben Formen unterscheiden, welche dieser Region ganz speciell angehören und somit auf sie beschränkt sind: genuine oder endogene Bewohner; solche, welche in mehreren übereinanderliegenden Regionen anzutreffen sind und in der Alpenregion nur vorübergehend sich aufhalten: alpiphile Formen und solche, die nur zufällig und auf sehr kurze Zeit, z. B. durch Winde verschlagen, in der Alpenregion sich vorfinden, während sie dem Maximum der Arten- und Individuenzahl nach in anderen Regionen anzutreffen sind: alpivage Thiere. Es ist anderseits aber auch begreiflich, dass durch Anpassung alpivage Formen zu alpiphilen und diese zu endogenen werden können, ja dass selbst für ein gegebenes Moment und für eine bestimmte Gegend Verschiedenheiten eintreten können, der Art, dass an einem Orte sich Formen endogen finden, die an einem anderen nicht gefunden werden, indem sie nur einen kleinen Verbreitungsbezirk bewohnen oder in einer anderen Gegend von mehr oder weniger verwandten Formen stellvertreten werden. Um diese Verhältnisse nun genauer studiren zu können, mag es wohl von Werth sein, wenn im folgenden die Verbreitung der innerhalb der Berg-, Alpen- und Hochalpenregion gefundenen Thierarten so kurz und vollständig als möglich angeführt und dem Laien Gelegenheit geboten wird, in schwierig zu bestimmenden Gattungen durch analytische Tabellen die Art zu bestimmen, welche er vor Augen hat; natürlich ist es jedoch der kleinlichen Merkmale und der grossen Zahl von Arten wegen unmöglich, dieselbe Methode auch auf die niederen Thiere anzuwenden, und es haben desshalb auch nur die Wirbelthiere Anspruch auf Vollständigkeit.

Trotzdem wird es jedoch auch nicht immer angehen, das Vorkommen einer Art auf Grund einer Bestimmung mittels dieser Tabellen sicher, wissenschaftlich zu constatiren, und es ist daher wohl die erste Aufgabe des Alpentouristen, der von der vorliegenden Anleitung überhaupt praktischen Gebrauch

machen will, zu trachten, so viel Formen als nur immer möglich einzusammeln und betreffenden Ortes einem Fachmann zur Bestimmung einzuschicken. In Anbetracht der Wichtigkeit dieser Aufgabe wird der Schwerpunkt dieser Arbeit auf die Art des Fangens und Einsammelns gelegt: da kann mit wenig Mühe durch vereintes Zusammenwirken viel geschaffen werden, was wissenschaftlich höchst werthvoll ist; alles, was über der Region des Baumwuchses sich findet, ist von Interesse und je genauer die Angaben über das Vorkommen der betreffenden Objecte sind, desto mehr wissenschaftlichen Werth haben dieselben und durch sie jenes.

Systematische Uebersicht.

Typus: Wirbelthiere, Vertebrata.[1])

1. Klasse: Säugethiere, Mammalia.[2]) Sie bilden jene Gruppe, deren Formen immerhin noch am bekanntesten sind; trotzdem ist ihre verticale Verbreitung noch nicht durchaus festgestellt, obwol sie wegen ihrer geringen Migrationsfähigkeit und Wanderlust nicht sehr schwer zu eruiren ist. Die in der Alpenregion vertretenen Ordnungen sind:

I. Ordn.: Die Fledermäuse, *Chiroptera*, auf den ersten Blick kenntlich an der zwischen den Gliedmassen ausgespannten Flughaut. Sie machen zur Nachtzeit Jagd in Wäldern, Baumgärten, Alleen und Strassen, über Gewässern und im freien Felde; tags-

1) **Literatur.** Die hier angeführte Literatur kann und soll nicht den Zweck haben, eine vollständige Bibliographie der alpinen Forschung zu liefern; sie soll nur einige der wichtigsten Arbeiten für Jene namhaft machen, welche sich mit dem Thema weiter befassen wollen; am allerwenigsten soll etwa durch eine allenfallsige Auslassung einer Arbeit der Unwerth derselben bezeichnet werden.

Tirol: Heller, C., über die Verbreitung der Thierwelt im Tiroler Hochgebirge. Sitzber. d. Acad. d. Wissensch. Wien. Bd. 80. Abth. 1. 1881. S. 103 ff. Dalla Torre, K. W. v., die Wirbelthierfauna von Tirol und Vorarlberg. Innsbruck, Wagner. 1879. 79 S. — Krain: Freyer, N., Fauna der in Krain bekannten Säugethiere, Vögel, Reptilien und Fische. Laibach, 1842. 90 S. — Salzburg: Storch, F., Catalogus Faunae Salisburgensis. Mittheil. d. Gesellsch. f. Salzb. Landesk. Bd. 7. 1867. S. 287 ff. — Niederösterreich: Frauenfeld, G. v., die Wirbelthierfauna Niederösterreichs. Blätter d. Ver. f. Landesk. Bd. 5. 1871. S. 108 ff. — Baiern: Wagner, A., Beitrag zur Kenntniss der bairischen Fauna. Münchener Gelehrten-Anzeiger Bd. 22. 1846. S. 649 ff. — Schweiz: Fatio, V., Faune des vertébrés de la Suisse. Genève et Bâle. 1869. etc.

2) Blasius, J. H., Naturgeschichte der Säugethiere Deutschlands u. s. w. Braunschweig, Vieweg. 1857. — Niederösterreich: Rothe, C., die Säugethiere Niederösterreichs. Wien-Hernals. 1875. 68 S.

über finden sie sich oft gesellig in Kellern und Felsenhöhlen, in Baumlöchern und unter Dächern; manche Arten wandern über Winter aus; welche und wohin?

Bestimmungstabelle der vorkommenden Arten.[1]

1. Ohren ohne Einschnitt, im Innern ein häutiges Läppchen; Nase glatt. 2
— Ohren mit tiefem Einschnitt am Aussenrand; Nase mit hufeisenfrg. Aufsatz: . . . . Hufeisennase, *Rhinólophus* Geoffr. 13
2. Ohren mitsammen verwachsen; Nasenlöcher nach oben stehend. 3
— Ohren von einander getrennt; Nasenlöcher nach vorn stehend. 4
3. Ohr über doppelt so lang, als der Kopf; Spornbein ohne Haut. — An lichten Waldstellen, nicht über der Waldregion.
Grossohr, *Plecotus auritus* (L.). [Fig. 1]
— Ohr höchstens so lang, als der Kopf; Spornbein mit Haut. — In der ganzen Alpenkette bis zu den letzten Sennhütten.
Bindeohr, *Synotus Barbastellus* Schreb. [Fig. 2]
4. (2) Spornbein mit Hautsaum; Ohrläppchen am Innenrande einwärts gebogen; Zähne 32 oder 34.
Abendflatterer, *Vesperugo* Keys. & Bl. 5
— Spornbein ohne Hautsaum; Ohrläppchen am Innenrande gerade oder auswärts gebogen; Zähne 38.
Nachtschwirrer, *Vespertílio* L. 11
5. Im Ober- und Unterkiefer jederseits 2 einspitzige Zähne neben dem Eckzahn 6
— Im Oberkiefer 1, im Unterkiefer 2 einspitzige Zähne neben dem Eckzahn 10
6. Ohrdeckel am Grunde einzähnig, unter oder über der Mitte am breitesten 7
— Ohrdeckel am Grunde zweizähnig, in der Mitte am breitesten — In der ganzen Alpenkette zwischen 1000 und 2500 m, also höher als jede andere Art. Winterschlaf?
Dunkelfärbiger A. *V. Maurus* Blas. [Fig. 3]
7. Ohrdeckel über der Mitte am breitesten, oben erweitert . 8
— Ohrdeckel unter der Mitte am breitesten, oben verschmälert 9
8. Haare einfärbig, braunroth. — Innerhalb der Baumgränze, überall. . . Frühfliegender A. *V. Nóctula* (Schreb.). [Fig. 4]
— Haare zweifärbig. — Im ganzen Alpenzuge bis 2000 m.
Rauharmiger A. *V. Leisleri* (Kuhl). [Fig. 5]

---

1) Bemerkung über den Gebrauch der Bestimmungstabellen. Man lese stets beide Gegensätze; steht rechts ein Name, so ist das Object »bestimmt«; steht dort eine Zahl, so suche man diese links vorn und lese wieder, beide Gegensätze vergleichend; stets muss einer passen, sofern das Thier als alpin bekannt war, sonst ist es ein Zuwachs zur Alpenfauna.

9. (7) Flugweite: 25 cm; Länge: 9 cm. — Alpengebiet: vertical bis 2000 m oder höher.
Rauhhäutiger A. *V. Nathusii* Keys. & Bl. [Fig. 6]
— Flugweite: 17 cm; Länge: 6 cm. — Ueberall häufig, bis 2000 m. . . . . Kleiner A. *V. Pipistrellus* (Schreb.). [Fig. 7]
10. (5) Ohrdeckel über der Mitte am breitesten, wenig verschmälert. — Ueberall im Alpengebiete bis 2000 m. (V. discolor Natt.) . . . . Zweifarbiger A. *V. murinus* (L.) [Fig. 8]
— Ohrdeckel unter der Mitte am breitesten, oben verschmälert. — Ueberall, selten bis 1300 m.
Spätfliegender A. *V. serótinus* (Schreb.). [Fig. 9]
11. (4) Ohren kürzer, als der Kopf, mit 4 Querfalten 12
— Ohren länger, als der Kopf mit 9—10 Querfalten. — Um Wohnungen, bis 1700 m.
Gemeiner N. *V. murinus* Schreb. [Fig. 10]
12. Ohrdeckel nur in der oberen Hälfte verschmälert. — Ueberall, bis 1300 m. Gerandeter N. *V. Daubentoni* Leisl. [Fig. 11]
— Ohrdeckel stark und allmählich verschmälert; Krp. lang behaart. — Häufig; bis 2000 m.
Bärtiger N. *V. mystacinus* Leisl. [Fig. 12]
13. (1) Flugweite: 25 cm; Hufeisen gekerbt. — Ueberall bis 1800 m
Kleine H. *Rh. Hipposíderos* (Bechst.). [Fig. 13]
— Flugweite: 35 cm; Hufeisen ganzrandig. — Wie vorige, bis 2000 m. . Grosse H. *Rh. Ferrum equinum* (Schreb.). [Fig. 14]

II. Ordn.: Insectenfresser, *Insectivora*, mit 3 leicht unterscheidbaren Gattungen:

1. Igel, *Erináceus Europaeus* L., überall unter Gebüsch und auf Wiesen, einzeln noch bei 2000 m.

2. Maulwurf, *Talpa Europaea* L., vulgo »Scharr, Wüalscheer« u. s. w., mit deutlicher Augenspalte und kurzem Rüssel, überall gemein; noch bei 2000 m. Die Form *T. coeca* Savi mit undeutlicher Augenspalte, verdecktem Auge und sehr langem Rüssel ist für das Alpengebiet fraglich.

3. Spitzmaus, ausgezeichnet durch die lange spitze Schnauze und den langen Schwanz.

Bestimmungstabelle der Spitzmäuse:

1. Zahnspitzen dunkelbraun 2
— Zähne ganz weiss; Schwanz mit kurzen feinen und langen gröberen Haaren; Zähne 28. . . . . *Crocidura* Wagl. 4
2. Schwanz unten mit einer Borstenlinie; Zehen mit Borsten. — An Gewässern bis 2000 m, nicht selten.
Wasser-Sp. *Crossopus fódiens* (Pall.).

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

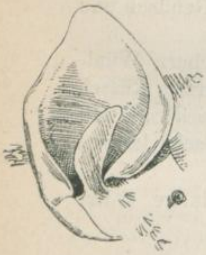


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 1—14. Ohren der Fledermäuse (Chiroptera).

Fig. 1. Plec. auritus (L.)
Fig. 2. Syn. Barbastellus Schreb.
Fig. 3. Vesp. Maurus Blas.
Fig. 4. V. Nóctula (Schreb.)
Fig. 5. V. Leisleri (Kuhl.)
Fig. 6. V. Nathusii Keys. & Bl.
Fig. 7. V. Pipistrellus (Schreb.)
Fig. 8. V. murinus (L.)
Fig. 9. V. serótinus (Schreb.)
Fig. 10. V. murinus Schreb.
Fig. 11. V. Daubentoni Leisl.
Fig. 12. V. mystacinus Leisl.
Fig. 13. Rhin. Hipposíderos (Bechst.)
Fig. 14. Rh. Ferrum equinum (Schreb.)

Alle Figuren verkleinert nach Blasius, Naturgeschichte der Säugethiere Deutschlands.

— Schwanz mit gleichmässigen Haaren; Zehen reichhaarig. *Sorex* L. 3

3. Schwanz kürzer als der Körper ohne Kopf; Krp. dunkelbraun. — Im Gebüsch bis 2000 m häufig. . Wald-Sp. *S. vulgaris* L.

— Schwanz $1^1/_2$mal so lang als der Körper ohne Kopf; Krp. schwärzlich grau. — Im Alpenzuge bis 2300 m. Alpen-Sp. *S. alpinus* Schinz.

4. (1) Schwanz kürzer als der halbe Körper; Krp. deutlich zweifärbig. — In Wäldern bis 1200 m. Feld-Sp. *C. leúcodon* (Zimm.).

— Schwanz länger als der halbe Körper; Körperfärbung undeutlich. — Wie vorige, bis 1200 m. Haus-Sp. *C. aráneus* (Schreb.).

III. Ordn.: Raubthiere, *Carnivora*, die bekanntesten Jagdthiere; interessant und zu sammeln sind Angaben über die ehemalige Verbreitung bereits ausgerotteter oder aussterbender Arten, die letzten Abschussjahre, Individuenzahl, Schaden u. s. w.

1. Die Wildkatze, *Felis Catus* L., von den damit verwechselten verwilderten Hauskatzen verschieden durch den durchaus gleich stark behaarten Schwanz, dessen Spitze drei dunkle Ringel und dessen Grund drei bis vier dunkle Halbringe trägt. — Verbreitung, einst und jetzt?

2. Der Luchs, *Felis Lynx* L., angeblich noch in den Alpen Graubündens und Tirols; Ausrottungsvorgang?

3. Der Wolf, *Canis Lupus* L., wohl ausgerottet; Angaben so erwünscht, wie von vorigen Arten.

4. Der Fuchs, *Canis Vulpes* L., vom Thal bis in die Schneeregion aufsteigend und überall verbreitet.

5. Der Bär, *Ursus Arctos* L., zum Theil bereits ausgerottet, stellenweise ab und zu einzeln oder zu Rudeln erscheinend und bis in die Alpenregion aufsteigend.

6. Der Dachs, *Meles Taxus* (Schreb.), überall im Gebiet bis etwa 1200 m verbreitet.

7. Die Fischotter, *Lutra vulgaris* Erxl., im ganzen Alpengebiete an Gewässern bis zur Grenze der Baumregion aufsteigend; der Ausrottung stellenweise nahe.

8. Der Iltis, *Foetórius Putórius* (L.), überall verbreitet und im Sommer bis in die Alpenregion aufsteigend.

9. Das grosse Wiesel, *Foetórius Erminea* (L.), oder Hermelin vulgo »Harmele«, von 50 cm Körperlänge und mit langem Schwanz, im Winter bis auf die Schwanzspitze weiss werdend, überall bis 2500 m in Löchern u. s. w. versteckt. Wie dieses

auch das kleine Wiesel, *F. nivalis* (L.) = *vulgaris* (Briss.), verbreitet, verschieden durch 20—50 cm Körperlänge, kurzen Schwanz und im Winter einfärbig braunes oder weisses Fell.

10. Die Marder, *Mustela* L., mit zwei Arten: der Edel- oder Baummarder, *M. Abietum* L. = *Martes* Briss., mit rostgelber Kehle, und der Haus- oder Steinmarder, *M. Fagorum* L. = *Foina* Briss., mit schneeweisser Kehle, überall innerhalb der Baumgrenze, im Sommer aufwärts, im Winter abwärts streichend, stellenweise aber ausgerottet. Ausschluss beider Arten zu beobachten!

IV. Ordn.: Nagethiere, *Glires*, ausgezeichnet durch 2 meisselförmige Vorder-(Nage-)zähne, eine Zahnlücke statt der Eckzähne und 3—5 Backenzähne, enthalten viele Bewohner der Alpen und Formen, die am höchsten im Gebirge angetroffen werden. Der bekannteste Repräsentant ist

1. Das Murmelthier, *Arctomys Marmota* (L.), ein ausschliesslicher Bewohner des Hochgebirges, immer knapp an der Schneegrenze und mit dieser aufwärts ziehend. Stellenweise bereits ausgerottet oder der Ausrottung nahe, an anderen Orten wieder sehr häufig; vulgo »Marmottel« oder »Murmentel«; Verbreitung?

2. Das Eichhörnchen, *Sciurus vulgaris* L., vulgo »Eicherl«, überall bis 1500 m verbreitet in Nadelwäldern.

3. Die Siebenschläfer, *Myoxus* Zimm., vom vorigen durch die Bezahnung und den Mangel der Daumenwarze verschieden; drei Arten:

1. Die Haselmaus, *M. avellanárius* (L.) = *muscardinus* Schreb., mit gleichgefärbter gelblich rother Ober- und Unterseite des Körpers; Kehle und Brust sind weiss; Augenring gelblich roth; Schwanz schlank, gelbroth. Im Alpenzuge, innerhalb der Laubholzregion.
2. Der Gartenschläfer, *M. quercinus* (L.) = *Nitela* Schreb., mit oben röthlich graubraunem, unten weissem Körper; Schwanz kurz, anliegend behaart, oben schwarz, unten weiss; Augenring schwarz. Ueberall, bis 2000 m aufsteigend.
3. Der Bilch, *M. Glis* (L.), mit oben hellgrauem, unten weissem Körper; Schwanz einfärbig grau; Augenring

kaum dunkler. Innerhalb der Laub- und Baumregion, nicht selten.

4. Die Hasen, *Lepus* L., mit zwei Arten:
   1. Der Feldhase, *L. timidus* L., mit Ohren, welche angedrückt die Schnauzenspitze erreichen, und oben schwarzem, unten weissem Schwanze von der Länge des Kopfes. Vom Thal bis 1600 m aufsteigend.
   2. Der Schneehase, *L. variábilis* Pall., mit Ohren, welche angedrückt die Schnauzenspitze nicht erreichen, und einfärbig graubraunem Schwanz von halber Länge des Kopfes. Auf den Alpen um 2600 bis 3700 m aufsteigend, durch den weissen Winterpelz allbekannt.

5. Die Mäuse bilden die bisher unerforschteste Gruppe der Säuger und es ist ihre Unterscheidung wegen der Veränderlichkeit aller sonst constanten Merkmale, Bezahnung, Beine, Behaarung u. s. w., sehr schwierig. Aus diesem Grunde ist es höchst wünschenswerth, dass recht viel Material gesammelt werde; oft sind Hirtenknaben u. dgl. auch zum Fangen und Sammeln heranzuziehen. Für alle Fälle mag es nicht ohne Werth sein, zu bemerken, dass gerade diese Thiere leicht in etwas Spiritus aufbewahrt werden können, um sie dann betreffenden Ortes bestimmen zu lassen; die Hauptsache ist, die Bezahnung unversehrt zu erhalten. Zum Fange bedient man sich am Besten einer selbstfangenden Mausfalle[1], mittels welcher in kurzer Zeit viele Individuen gefangen werden können.

Bestimmungstabelle der vorkommenden Arten.

1. Schnauze zugespitzt; Schwanz ungefähr so lang, wie der Körper, sparsam behaart; Backenzähne mit deutlich gesonderter Wurzel. . . . . *Mus* L. 2
— Schnauze stumpf; Schwanz mässig lang, dicht behaart; Backenz. ohne Wurzeln.[2] . . . . . *Arvicola* Lac. 6

1) Amerikanisches Patent, zu beziehen bei Stocker in Innsbruck zum Preis von 50 kr.

2) In jedem Kiefer stehen jederseits drei Backenzähne in gerader Linie, welche am Aussen- und Innenrande abwechselnde tiefe, offene Einschnitte haben, zwischen denen die winkeligen Schmelzschlingen der Kaufläche liegen. Im Oberkiefer hat der erste Backenzahn 5, der zweite 4 oder 5, der dritte 5—8, im Unterkiefer der erste 7 oder 9, der zweite 3 oder 5 und der dritte 3 Schmelzschlingen. Die Zahl dieser Schmelzschlingen und der Einschnitte ist beim Bestimmen von Wichtigkeit. S. die Abbildungen S. 20.

2. Krp. über 36 cm lang, Schwanz mit 210—260 Schuppenringen; Füsse dick, plump; Gaumenfalten in der Mitte getheilt. 3
— Krp. unter 36 cm lang; Schwanz mit 120—180 Schuppenringen; Füsse schlank; nur die hinteren Gaumenfalten getheilt. 5
3. Ohr von 1/2 der Kopflänge, angedrückt bis zu den Augen reichend; Schwanz länger, als der Krp., mit 250—260 Schuppenringen. 4
— Ohr von 1/3 der Kopflänge, angedrückt nicht bis zu den Augen reichend; Schw. kürzer, als der Krp., mit 210 Schuppenringen; Krp. schwarz. — Ueberall bis 1800 m verbreitet; verdrängt folgende Art. . . . . Wanderratte, *M. decumanus* Pall.
4. Gaumen flach, ohne Mittelfurche; Gaumenfalten glatt; Krp. braungrau. — Von voriger verdrängt, im Aussterben; Fundorte zu sichern und zu beobachten! . Hausratte, *M. Rattus* L.
— Gaumen mit tiefer Mittelfurche; Gaumenfalten körnig; Krp. oben röthlichbraun, unten gelblichweiss. — Verbreitung innerhalb der Alpen fraglich! . Dachratte, *M. Alexandrinus* Geoffr.
5. (2) Krp. einfärbig; Schwanz von Körperlänge. — Ueberall bis 1600 m häufig. . . . . Hausmaus, *M. Músculus* L.
— Krp. oben gelblichgrau, unten weiss; Schwanz kürzer, als der Krp. — Ueberall bis 2000 m häufig. Waldmaus, *M. silváticus* L.
6. (1) Der 1. Backenzahn im Unterk. hat auf der Kaufläche 7 Schmelzschlingen, aussen 4, innen 5 Längsleisten; der 2. Backenz. im Unterk. hat 3 oder 5 Schmelzschlingen, aussen und innen 3 Längsleisten. 7
— Der 1. Backenzahn im Unterk. hat auf der Kaufläche 9 Schmelzschlingen, aussen 5, innnen 6 Längsleisten; der 2. Backenz. im Unterk. hat 5 Schmelzschlingen, aussen und innen 3 Längsleisten. 9
7. Der 2. Backenzahn im Unterk. hat 5 einfache Schmelzschlingen, und aussen und innen 3 Längsleisten; Krp. oben grau bis braunschwarz. 8
— Der 2. Backenzahn im Unterk. hat 3 getheilte Schmelzschlingen, und aussen und innen 3 Längsleisten; Krp. rothbraun, unters. abgesetzt weiss oder graulichweiss (var. *Nageri* Schinz [Fig. 16]). — In der Waldregion, oft bis 2000 m aufsteigend.
Wühlmaus, *A. glaréolus* (Schreb.). [Fig. 15]
8. Ohr von 1/4 Kopflänge, im Pelze versteckt; hintere Fusssohle mit 5 rundlichen Wülsten; Krp. einfärbig braun oder schwarz (var. *amphibius* aut.; an feuchten Stellen in der Ebene), oder braungrau (var. *destructor* Savi — Verbreitung?) oder hellbraun und sehr kurzschwänzig (var. *terrestris* L. et aut.). — Ueberall auf Wiesenland bis 1500 m; vulgo »Scherr«.
Wassermaus, *A. amphíbius* (L.). [Fig. 17]
— Ohr von 1/3 Kopflänge, etwas im Pelze versteckt; hintere Fusssohle mit 6 rundlichen Wülsten; Krp. zweifarbig; Oberseite

hell bräunlichgrau, an den Seiten heller aschgrau; Unterseite deutlich abgesetzt grauweiss. Dabei ist das Haar derb, der Pelz rostgrau, Schwanz weisslich rostgrau (var. *nivalis* Mart. — in den Centralalpen), oder das Haar weich, der Pelz weisslichgrau, Schwanz weiss (var. *leucurus* Gerb. [Fig. 19] — Fundorte!), oder fahlgelb, rostfärbig überflogen, Schwanz weisslich grau (var. *petróphilus* Wagn. [Fig. 20] — in den Kalkalpen). Im ganzen Alpengebiete zwischen 1000 m und 3000 m überall, stellenweise gesellig und zahlreich.

Schneemaus, *A. nivalis* Mart. [Fig. 18]

9. (16) Hinterfusssohle mit 6 deutlich getrennten Wülsten; Ohr gross, wenig über den Pelz vorragend; Augen gross; Krp. gelblichgrau, an den Seiten heller, unterseits schmutzig weisslich (var. *arvalis* aut.) oder Oberseite dunkelbräunlich, dicht und lang behaart; Schwanz deutlich zweifarbig (var. *rufescente — fuscus* Schinz.) [Fig. 22]. — Ueberall bis 2000 m verbreitet, oft massenhaft. . . . . Feldmaus, *A. arvalis* (Pall.) [Fig. 21]

— Hinterfusssohle mit 5 rundlichen Wülsten; Ohr klein, versteckt; Augen sehr klein; Krp. oben rostgrau, unten weisslich. — Fundorte im Alpengebiet zu sichern.

Erdmaus, *A. subterráneus* Sel. [Fig. 23]

Endlich wären auch Angaben über die einstige Ausbreitung des Bibers, *Castor Fiber* L., innerhalb des Alpengebietes in historischer Zeit höchst wünschenswerth und interessant.

Die *V. Ordnung*, die Wiederkäuer, *Ruminantia*, beschränkt sich auf allbekannte Jagdthiere, die zum Theil ausgerottet, zum Theil im Aussterben begriffen sind und von denen Angaben in Bezug auf die einstige Verbreitung höchst wünschenswerth, bevor noch die letzten Spuren, auch aus dem Sagenkreise, verschwunden sind. Es sind dies: der Hirsch, *Cervus Elaphus* L., das Reh, *Capréolus Capréolus* (L.), der Steinbock, *Capra Ibex* L., und die Gemse, *Capella Rupicapra* (L.); möchte doch diese letzte Zier unseres Hochgebirges sich noch lange ihres Daseins erfreuen können!

Von den Vielhufern, *Multungula*, ist nur das Schwein, *Sus Scrofa* L., einstens wild vorgekommen; Angaben hierüber sind erwünscht.

2. Klasse: Vögel, Aves.[1] Die Vögel, welche sich innerhalb

---

1) **Literatur:** Keyserling, A., und Blasius, J., Die Wirbelthiere Europas. Braunschweig, Vieweg. 1840. Tschusi, V. v., Bibliotheca ornithologica, Verzeichniss der gesammten ornitholog. Literatur der österr.-ung. Monarchie. Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. in Wien. Bd. 28. 1878. S. 491—544. (Reiches

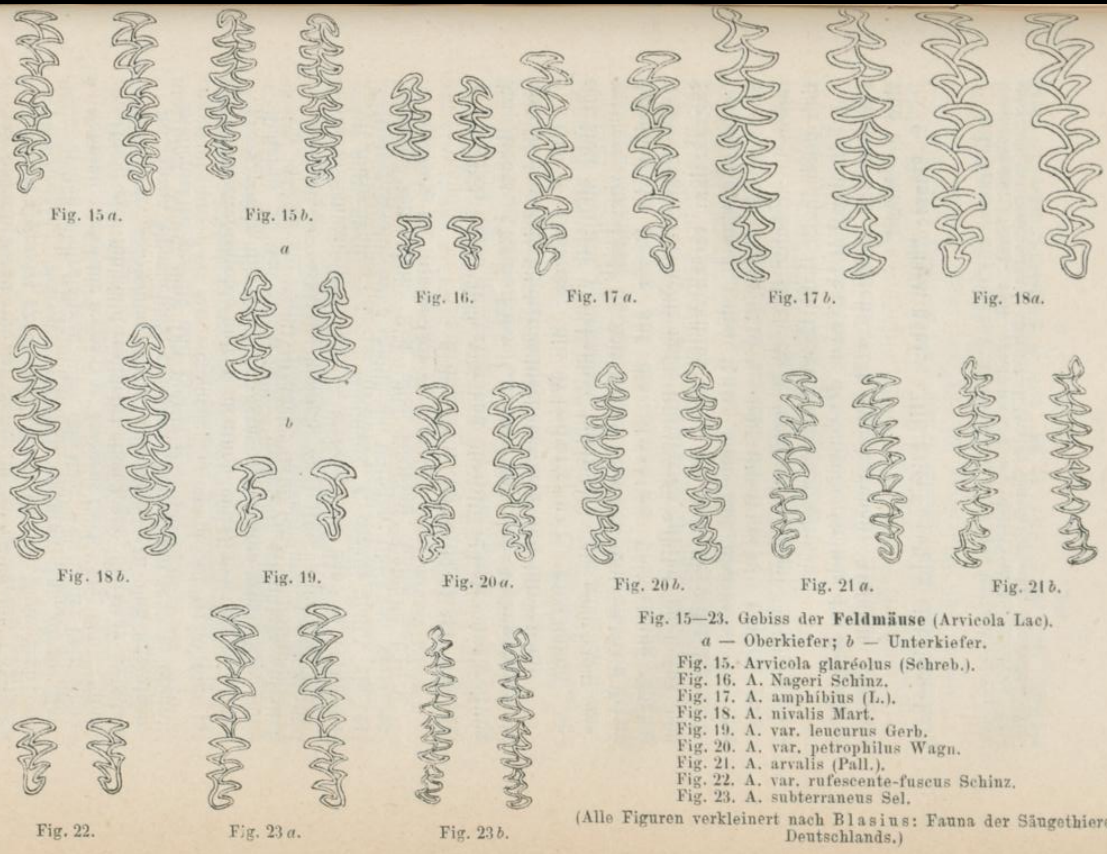


Fig. 15—23. Gebiss der **Feldmäuse** (Arvicola Lac).
a — Oberkiefer; *b* — Unterkiefer.
Fig. 15. Arvicola glaréolus (Schreb.).
Fig. 16. A. Nageri Schinz.
Fig. 17. A. amphibius (L.).
Fig. 18. A. nivalis Mart.
Fig. 19. A. var. leucurus Gerb.
Fig. 20. A. var. petrophilus Wagn.
Fig. 21. A. arvalis (Pall.).
Fig. 22. A. var. rufescente-fuscus Schinz.
Fig. 23. A. subterraneus Sel.
(Alle Figuren verkleinert nach Blasius: Fauna der Säugethiere Deutschlands.)

des Alpengebietes überhaupt vorfinden, sind zum Theil Stand-, resp. Strichvögel, die auch über Winter im Gebiet ansässig sind, wenngleich sie Wanderungen innerhalb enger Grenzen, namentlich vom Hochgebirge gegen die Thalsohle unternehmen, zum Theil gehören sie den eigentlichen Zugvögeln an, die entweder als Sommerzugvögel nur den Sommer bei uns zubringen und über Winter in wärmere Klimate ziehen, oder als Winterzugvögel, aus dem rauhen Norden kommend, über Winter bei uns verweilen oder wenigstens auf dem Hin- und Rückzuge einige Zeit sich bei uns aufhalten, meist ohne zu brüten, oder es sind Irrvögel, deren Vorkommen von Zufälligkeiten abhängt. Letztere bilden wohl die kleinste Zahl der Faunenbürger und haben nur insofern besonderes Interesse, als sie die active und passive Migrationsfähigkeit in hohem Grade erläutern und ab und zu vielleicht in Folge nachheriger Anpassung zu eigentlichen Bürgern unseres Gebietes werden können. Gerade wegen dieser Wander- und Anpassungsfähigkeit ist die Erforschung der verticalen Verbreitung, resp. das Vorkommen innerhalb gewisser Regionen mit grossen Schwierigkeiten verbunden und jede Kleinigkeit, die hierüber Aufschluss geben kann, ist von grösstem Werth. Am vortheilhaftesten wäre es daher, wenn der sich für diese Verhältnisse interessirende Tourist mit möglichster Gewissenhaftigkeit nach Thunlichkeit alle Arten verzeichnet, welche ihm auf seiner Reise begegneten, und speciell den Ort der Beobachtung, die beiläufige Höhe desselben, das Datum, dann ob die Art häufig oder selten, ob brütend u. s. w. beobachtet wurde, genau verzeichnet: alle Angaben über Verbreitung, Lebensweise, Brütgeschäft, Stimme etc. sind von ganz besonderem Interesse, was hiemit noch einmal betont werden möge. Auch Beobachtungen Anderer sind oft von Werth, doch sollte ihnen die Quelle resp. der Gewährsmann beigefügt werden. Ganz besondere Wichtigkeit hat es, genaue Angaben über den Zug der Vögel zu erhalten, und es möge hier ein Auszug aus des berühmten Ornithologen Ritter Victor v. Tschusi zu

---

Material, schliesst alle Provinzialfaunen in sich.) Fritsch, Die Vögel Europas. Prag, Tempsky. 1874. (Mit sehr hübschem Atlas.) Friderich, C. G., Naturgeschichte aller deutschen Zimmervögel etc. Stuttgart 1848. 8. Tab., umgearbeitet in 3. Aufl. 1875. (Hübsches Werk, compendiös und praktisch.)

Schmidhoffen: »Einladung zur Betheiligung an der Beobachtung des Vogelzuges« Platz finden.

Es ist zu notiren:

1. Die Ankunft und der Abzug: a. das erste Erscheinen. b. Das Eintreffen der Hauptmasse. c. Der Abzug der Hauptmasse. d. Der Abzug der Nachzügler. Hiebei ist ausdrücklich zu erwähnen, dass sorgfältig angestellte Beobachtungen über Ankunft und Abzug, Zeit des Brütens (erste und zweite Brut), Ausfliegen der Jungen auch der gewöhnlichsten Arten, als der Feldlerche, des Staares, der Schwalbe, des Kukuk etc., schon des Vergleichs wegen von besonderem Interesse sind.

2. Die Zugrichtung, die Richtung, aus welcher sie zu uns kommen und nach welcher sie von uns ziehen. Wünschenswerth wäre es, wenn wenigstens bei grossen Zügen die eben herrschende Witterung und Windrichtung notirt würde. Wird eine Art nur zu einer Zugzeit beobachtet, so ist dies bei der betreffenden Art speciell anzugeben. Weiter ist zu verzeichnen, ob es in der Gegend des Beobachters bekannte Zugstrassen giebt und wodurch dieselben gebildet werden, ob durch ein Thal, einen Fluss, oder ob der Zug einer Gebirgskette folgt. Im Gebirge, wo sich sehr viele Hindernisse dem Zuge entgegenstellen und enge Gebirgseinschnitte, welche die Verbindung eines Thales mit einem anderen vermitteln, sehr oft ein Hinderniss bilden, das von manchen Arten auf Umwegen umgangen wird, wodurch der Zug seine ursprüngliche Richtung verändert, ist auf solche Momente besonders zu achten. Für manche Arten bildet das Gebirge kein Hinderniss und wird überflogen. Die Kenntniss derselben, sowie die der Höhe des betreffenden Gebirges ist von besonderer Wichtigkeit. Endlich

3. wäre die Frage zu beantworten, ob, wenn bei Rückkehr der Zugvögel noch ein strenger Nachwinter eintritt, dieser von Einfluss auf den Zug ist. Ob also diejenigen Arten, die bereits bei uns eingetroffen sind, an Ort und Stelle verbleiben oder ob sie die Weiterreise fortsetzen, oder ob ein Rückzug stattfindet und zwar bei welchen Arten? — Die Beantwortung dieser, sowie so mancher anderer

Fragen liegt natürlich dem Bewohner der Alpenländer näher, als dem flüchtigen Touristen.

Indem ich im folgenden eine Aufzählung der innerhalb der Alpen- und dem oberen Theil der Bergregion vorkommenden Arten gebe, deren Vervollständigung bestens zu wünschen wäre, bemerke ich gleichzeitig auch, bei welchen Arten die biologischen Verhältnisse genauer zu ermitteln sind, und füge, aus rein praktischen Rücksichten, die specifischen Merkmale zum Bestimmen nur innerhalb kleiner Gruppen der Gattungen oder Untergattungen bei, da sonst ohne Aussicht auf grossen Gewinn die Arbeit zu gross würde; eigene Kenntniss oder Fachleute mögen die Lücke ausfüllen.

I. Ordn.: Raubvögel, *Rapaces.* Der Aasgeier, *Néophron Percnopterus* (L.), schon von Gessner c. 1750 in der Schweiz nistend angeführt, innerhalb des Alpengebietes neueren Datums zu constatiren.

Der weissköpfige oder braune Geier, *Vultur fulvus* Gm. Ob innerhalb der Alpen horstend?

Der Lämmergeier, *Gypaëtus barbatus* (L.), der »Jochgeier« des Volkes, namentlich ausgezeichnet durch den dicht befiederten Hals und die am Unterkiefer bartförmig herabhängenden Federborsten, ist in seinem Vorkommen innerhalb der österreichischen Alpen ganz besonders zu erforschen; auch Nachrichten über sein Vorkommen in früherer Zeit sind von grossem Interesse; doch ist gleichzeitig auch auf die in dem Wort »Geier« liegende Verwechselung aufmerksam zu machen, da das Volk mit diesem Ausdruck fast jeden Tagraubvogel bezeichnet.

Der Steinadler, *Áquila fulva* (L.) = *Falco Chrysaetos* L. Horstplätze zu eruiren; er wird nach Norden vorgedrängt.

Der Königsadler, *Aquila Mogilnik* (Gm.) = *Falco imperialis* Bechst., angeblich in den Alpen aufgefunden. Standorte! Breitet sich gegen Westen aus.

Der Mäusebussard, *Búteo vulgaris* (L.), vulgo »Mausgeier«, der Thurmfalke, *Falco tinnúnculus* L., sowie der Zwergfalke, *F. Aésalon* Gm., und der Hühnerhabicht, *Astur palumbárius* (L.), finden sich im Sommer in der Alpenregion.

Von Eulen ist der Rauhfusskauz, *Úlula Tengmalmi* (Gm.)

= *Strix dasypus* Bechst. = *Nyctale funerea* Bon., der einzige Bewohner der Alpenregion; andere Arten, wie die Zwergeule, *Nóctua passerina* (L.) = *Strix acadica* Temm., der Waldkauz, *Sýrnium Aluco* (L.), der Steinkauz, *Nóctua veterum* Schleg. = *Strix noctua* Retz., und der Uhu, *Bubo maximus* Flem., die Waldohreule, *Otus vulgaris* Flem., und die Zwergeule, *Scops Zorca* (Cetti) = *Strix Scops* L., steigen höchstens bis zur Baumgrenze auf. Die Uraleule, *Syrnium Uralense* (Pall.), vom Waldkauz durch bedeutende Grösse und den langen keilförmigen Schwanz verschieden, wurde im Salzburgischen beobachtet; ihre Westgrenze, angeblich Martinswand bei Innsbruck, ist zu beobachten; ebenso sind biologische Mittheilungen über die erste und zweite Art erwünscht.

II. Ordn.: Klettervögel, *Scansores.* Hierher zählt keine echt alpine Art; am höchsten steigen auf: der Grauspecht, *Picus canus* Gm., der dreizehige Specht, *Picus tridáctylus* L., dessen Lebensweise zu erforschen ist, und dann der weissrückige Specht, *Picus leuconotus* Bechst., dessen Verbreitung zu eruiren ist. Der Kukuk, *Cuculus canorus* L., brütet noch bei 1900 m.

III. Ordn.: Schreivögel, *Clamatores.* Hieher zählt als einzige alpine Art der Alpensegler, *Cypselus Melba* (L.) = *alpinus* Temm., der bis 2000 m vorkommt und von dem biologische Notizen, namentlich Angaben über das Brutgeschäft, die Zahl der Jungen u. s. w. von Interesse sind; auch der Mauersegler, *Cypselus apus* (L.) steigt bis 1500 m.

Die Nachtschwalbe, *Caprimulgus Europaeus* L. findet sich noch bei 1900 m, der Wiedehopf, *Upupa Epops* L. bei 2000 m; der Eisvogel, *Alcedo hispida* L. bei 1700 m, vereinzelt.

Die *IV. Ordn.:* Singvögel, *Oscines,* enthält das Hauptkontingent der Alpenvögel, von denen allerdings auch nur ein kleiner Theil in der Region über dem Baumwuchse oder noch höher brütet; die verbreitetsten sind:

Der Zaunkönig vulgo »Pfutschkönig«, *Troglodytes Europaeus* Vieill., vertical bis 1800 m; der Baumläufer, *Cérthia familiaris* L. bis in die oberste Waldregion; der Mauerläufer, *Tichodroma murária* L., ein echter Hochalpenvogel, der noch bei 3500 m vorkommt, und dessen Biologie zu erforschen ist, auf-

fällig genug durch die hochrothen Flügelfedern. Die Meisen sind zum grössten Theile Bewohner der Bergregion, die höchstens an die Grenze des Baumwuchses aufsteigen. Es sind dies: die Kohl-, vulgo »Spiegel«meise, *Parus major* L., die Tannenmeise, *P. ater* L,. die Blaumeise, *P. coerúleus* L. die Hauben-, vulgo »Tschaup«meise, *P. cristatus* L., und die Schwanzmeise, *P. caudatus* L., vulgo »Pfannenstiel«; die einzige alpine Art ist die Alpensumpfmeise, *P. borealis* Sel., welche noch bei 2300 m zu finden ist und sich von der bei höchstens 1300 m lebenden Sumpfmeise, *P. paluster* L., vulgo »Kohlmeise«, dadurch unterscheidet, dass ihre Kopfplatte nicht einen bläulichen, sondern einen braunschwarzen Schiller hat; ihre Verbreitung ist zu erforschen. Auch das Vorkommen der Beutelmeise, *P. pendulinus* L., und der Bartmeise, *P. biármicus* L., innerhalb des Alpengebietes ist zu constatiren.

Von Lerchen finden sich die Feldlerche, *Alauda arvensis* L., und die Heidelerche, *A. arbórea* L., noch bei 1600 m; die Alpenlerche, *A. alpestris* L., mit rein weissem Schwanz, schwarzem Augen- und Wangenstreif und gelber Kehle, ist ein seltener Gast aus dem Norden.

Die Gattung Pieper enthält den Wasserpieper, *Anthus Spinoletta* L. = *aquaticus* Bechst., als rein alpine Art noch bei 2000 m; der Baumpieper, *A. arbóreus* Bechst., und der Wiesenpieper, *A. pratensis* L., steigen bis 1800 m auf; beide sind häufig.

Von den Bachstelzen gehen die weisse Bachstelze, *Motacilla alba* L., und die gelbe Bachstelze, *M. flava* L., bis 1600 m; erstere nistet oft an Sennhütten. Die Gebirgsbachstelze, *M. sulphúrea* Bechst. = *boárula* Penn., findet sich noch bei 2100 m. Die Wasseramsel, vulgo »Bachgansl«, »Tuckantl«, *Cinclus aquáticus* Bechst., findet sich an allen Gebirgsbächen bis 1600 m; auf die zweite Art, *C. albicollis* Salv., verschieden durch hellrothe Kehle und Brust, ist wegen der Verbreitung zu achten.

Die Drosseln bleiben meist innerhalb der Waldregion. Die Ringdrossel, *Turdus torquatus* L., vulgo »Gaiwitzer« oder »Gratamsel«, und die Misteldrossel, vulgo »Schnarrer« oder »Schnaratzer«, *T. viscívorus* L., finden sich noch bei 1600 m; die Amsel, *T. Mérula* L., steigt bis fast 1800 m auf.

Die Laubvögel sind zum grössten Theil Bewohner des Thales und der Hügelregion; nur der Fitislaubvogel, *Phyllopneuste trochilus* (L.), und der Berglaubvogel, *Ph. Bonellii* (Vieill.), steigen bis 1500 m auf.

Von den verwandten Rohrsängern finden sich der Teichrohrsänger, *Calamodyta arundinácea* (Gm.), der Sumpfrohrsänger, *C. palustris* (Bechst.), und der Schilfrohrsänger, *S. Schoenobaenus* (L.) = *phragmitis* (Bechst.), noch bei 1500 m, einzeln.

Das Goldhähnchen findet sich in beiden Formen, dem feuerköpfigen, *Regulus ignicapillus* (Temm.), und dem gelbköpfigen, *R. flavicapillus* Naum. = *cristatus* Koch, in der Alpenregion; Tschudi erwähnt, es in einer Höhe von ca. 3500 m beobachtet zu haben.

Die Grasmücken sind ebenfalls meist Bewohner des Thales; nur die schwarzköpfige Grasmücke, *Silvia atricapilla* (L.), das »Schwarzblattl« des Volkes, dann die Dorngrasmücke, *S. cinerea* (Briss.), und die Zaungrasmücke, *S. curruca* (L.), steigen bis höchstens 1500 m auf.

Die Gattung Braunelle, *Accentor* Bechst., enthält zwei alpine Arten: die Alpenbraunelle, *A. alpinus* (Gm.), lebt zwischen 1400 und 2500 m, die Heckenbraunelle, *A. modularis* (L.), steigt bis 1600 m.

Die Nachtigall, *Lusciola Luscínia* (L.), und der Sprosser, *L. Philomela* (Bechst.), sind Thalformen, deren gegenseitige Verbreitung zu eruiren ist; dagegen sind die übrigen Arten dieser Gattung auch im Hochgebirge anzutreffen: das Rothkehlchen, *Erythacus rubéculus* (L.), vulgo »Rothkröpfl«, findet sich noch nahe an 2000 m, das Blaukehlchen, *Cyanecula Suécica* (L.), selbst noch bei 3700 m; das Gartenrothschwänzchen, *Ruticilla phoenicura* (L.), vulgo »Brantele«, steigt bis 1600 m, das Hausrothschwänzchen, *R. tithys* (Scop.), selbst bis 2000 m auf; es nistet häufig auf Sennhütten.

Von der Gattung *Montícola* (Boje) = *Petrocincla* (Vig.) sind im Alpengebiete zwei Arten einheimisch: die schwarze Steindrossel oder das Steinröthl, *M. saxatilis* (L.), und die blaue Steindrossel, »Passerl«, *M. cyanea* (L.); erstere findet sich noch bei 1500, letztere bei 1200 m, beide zumeist nur in den Südalpen. Von beiden Arten wären biologische Daten, namentlich

sichere Angabe von Brutplätzen in den Nord- und Centralalpen, sehr erwünscht.

Der braunkehlige Wiesenschmätzer, *Pratincola rubetra* (L.), steigt bis 1500 m. Der schwarzkehlige Wiesenschmätzer, *P. rubicola* (L.), ist genauer zu beobachten; auch der graue Steinschmätzer, *Saxicola oenanthe* (L.), steigt bis 1800 m ins Gebirge auf.

Die Arten der Gattung Fliegenschnäpper, *Muscicapa*, sind auf die verticale Verbreitung genauer zu beobachten: der schwarze Fliegenschnäpper, *M. atricapilla* (L.), und der graue Fliegenschnäpper, *M. grisola* (L.), finden sich noch bei 1500 m, ganz einzeln und selten.

Der Seidenschwanz, *Bombycilla Garrula* (L.), vulgo »Pestvogel«, ein zahlreich erscheinender Gast in kalten Wintern, ist genauer zu beobachten; angeblich steigt er bis ca. 1800 m.

Die Schwalben haben einen einzigen Repräsentanten im Hochgebirge, die Felsenschwalbe, *Hirundo rupestris* Scop., deren Brutplätze namentlich auf die Zahl der Colonien zu erforschen sind; die übrigen Arten gehen kaum in die höher gelegenen Dörfer, indem die Dorfschwalbe, *H. rustica* L., nur im Thale, die Stadtschwalbe, *H. urbica* L., nur bis 1600 m zu treffen ist; die Uferschwalbe, *H. riparia* L., wurde auch noch bei 1900 m beobachtet; weitere Angaben sind wünschenswerth: sie unterscheidet sich von den beiden vorigen Arten namentlich durch den kurzgabeligen Schwanz und den braungrauen Körper; von *H. rupestris* durch die aschgrauen, ungefleckten Schwanzfedern und den braungrauen Kropf.

Der grosse Würger, *Lanius excubitor* L., und der rothrückige Würger, *L. Collurio* L., geht bis 1600 m, die beiden übrigen Arten bleiben im Hügellande; interessant ist das Vorkommen des sibirischen Würgers, *L. major* Pall., und seine Verbreitung innerhalb des Alpengürtels zu constatiren: er ist vom grossen Würger durch eine einzige Flügelbinde zu unterscheiden und wurde erst neuesten Datums von V. v. Tschusi bei Hallein beobachtet. Eine westwärts wandernde Art? Der Tannenheher, *Nucifraga Caryocatactes* (L.), zum Unterschiede vom hügellebenden Eichelheher, *Garrulus glandarius* (L.), welcher allgemein »Boangratsch« heisst, »Zirmgratsch« genannt, bewohnt

das Alpengebiet von 1500—1800 m, so weit sich noch Zirbeln finden. Von den verwandten Raben gehen nur zwei Arten aus der Bergregion in die Alpenregion: der Kolkrabe, *Corvus Corax* L., und die Krähe, *C. Corone* L.; die Saatkrähe, *C. frugilegus* L., und die Nebelkrähe, *C. Cornix* L., bleiben in der Waldregion. Dagegen ist die Alpendohle oder Jochdohle, vulgo »Schneedachel« oder »Windachen«, *Pyrrhocorax alpinus* (L.), ein allverbreiteter, charakteristischer Hochgebirgsvogel, der zwischen 1600 m und 3600 m gesellig und überall anzutreffen ist; seine Brutpflege ist zu erforschen! Die zweite Art aber, die Alpenkrähe, *P. graculus* (L.), gehört zu den seltensten Alpenthieren, von welcher sichere Standorte, sowie die biologischen Verhältnisse zu ermitteln sind; sie unterscheidet sich von voriger durch den korallenrothen Schnabel (bei voriger gelb); die Füsse sind bei beiden alpenlebenden Formen roth.

Die Goldamsel, *Oriolus Gálbula* L., der Staar, *Sturnus vulgaris* L., und der Rosenstaar, *Pastor róseus* (L.), sind jedenfalls nur höchst seltene Gäste in der oberen Waldregion.

Die reichste Zahl von alpinen Sängern birgt die Familie der Finken: sie sind die stellvertretenden Sänger der Laubsänger (*Silviidae*) des Thales und gehören fast durchaus der Berg- und Alpenregion an.

Der Schneeammer, *Plectróphanes nivalis* (L.), ist in seinem Vorkommen genauer zu beobachten; der lappländische Schneeammer, *Pl. Lapponicus* (L.), ist ein höchst seltener Gast aus Asien, der ab und zu im Hochgebirge gefunden wird.

Die Ammern gehen nahezu vollzählig bis an die Grenze des Baumwuchses; der Gartenammer oder Hortulan, *Emberiza hortulana* L., findet sich auch noch bei 2300 m Höhe. Ebenso sind die Finken über alle Regionen verbreitet: am höchsten steigt der Schneefink, *Fringilla alpícola* (Pall.) = *nivalis* Briss., der noch bei 2500 m und selbst höher beobachtet wurde; weiter der Buchfink, *F. coelebs* L., und der Bergfink, *F. Montifringilla* L., im Volke »Nigowitz«; der Citronfink, *F. citronella* L., ebenfalls ein Gebirgsbewohner, ist in seiner Verbreitung und seiner Biologie noch zu beobachten; desgleichen die beiden Leinfinken, deren Verbreitungsbezirke sich in den Alpen treffen: der eine, *F. linaria* L., der andere, *F. rufescens* Sav., der »Bluthänfling

oder das Rothblattl«, in Salzburg »das Rothzeisl«; ersterer ist ein sehr seltener Gast, daher »Meerzeisel«, letzterer wurde bisher mit ihm verwechselt: schon die Grösse 11.5 cm gegen 13 cm, dann die ganz schwarzen Füsse, ferner die dunkel karminrothe Kopfplatte und der ganz gelbe Schnabel unterscheiden letzteren von ersterem, der über 13 cm lang ist, graubraune Füsse, hell rosenrothe Kopfplatte und nur einen gelben Unterschnabel hat. — Die übrigen Arten, wie der Grünling, *F. chloris* L., der Bluthänfling, *F. cannabina* L., und der Zeisig, *F. Spinus* L., sind höchstens Bewohner der bewaldeten Bergregion; der Stieglitz, *F. carduelis* L., geht kaum so hoch. Auch der Sperling, *Passer domesticus* (L.), wird nur ausnahmsweise bei 1500 m Höhe angetroffen und ebenso die anderen Sperlingsarten.

Der Girlitz, *Fringilla serina* L., bewohnt höchstens die Waldregion; auch die Kreuzschnäbel gehen wenig über 1500 m. Von letzteren finden sich im Alpengebiet zwei Arten, der Kiefernkreuzschnabel, *Loxia Pityopsittacus* Bechst., und der Fichtenkreuzschnabel, *L. curvirostra* (L.), deren Verbreitungsbezirke resp. Biologie zu erforschen ist. Der erste hat einen stark gebogenen Schnabel; die Kieferspitzen sind kurz und dick; die untere steht kaum merklich über die obere vor; der Schnabel ist gerade gemessen kaum länger, als hoch; die Flügelspitzen ragen weit über die oberen Schwanzdeckfedern hinaus und bedecken den Schwanz zu $^2/_3$. Der zweite hat einen schwach gebogenen Schnabel; die Kieferspitzen sind lang und schlank ausgezogen, die untere steht deutlich über der oberen hervor; der Schnabel ist gerade gemessen viel länger, als hoch; die Flügelspitzen ragen nicht über die oberen Schwanzdeckfedern hinaus und bedecken diesen kaum zur Hälfte.

V. Ordn.: Tauben, *Columbae.* Die innerhalb des Alpenzuges vorkommenden Arten sind höchstens auf die Waldregion beschränkt; die Ringeltaube, *Columba Palumbus* L., und die Hohltaube, *C. Oenas* L., finden sich noch bei 1700 m.

Die *VI. Ordn.*, Hühner, *Gallinae*, enthält nahezu ausschliesslich nur rein alpine Thierarten: Der Urhahn, *Tetrao Urogallus* L., der Birkhahn, *T. Tetrix* L., das Haselhuhn, *T. Bonásia* L., das Repphuhn, *Tetrao Perdix* L., und die Wachtel, *T. Coturnix* L., finden sich innerhalb der Waldregion, bis 1900 m aufsteigend,

letztere jedoch nur im freien Felde, soweit der Ackerboden reicht; die beiden anderen Arten: das Schneehuhn, *Lagopus alpinus* (Nilss.), und das Steinhuhn, *Perdix Graeca* (Briss.) = *saxatilis* (Mey.), finden sich in der Alpenregion bis 2500 m, einzeln und gesellig. Interessant wären genaue Mittheilungen, wo sich Reviere finden, in denen Auer-, Birk-, Hasel-, Schnee- und Steinhuhn sich besonders häufig aufhalten, sowie Angaben über das Rackelhuhn, *Tetrao médius* (Mey.), den vermeintlichen — oder sicheren Bastard der beiden ersten Arten; seine Verbreitung, seine Lebensweise, Fortpflanzung u. s. w. sind noch heute offene Fragen; auch die Verbreitung und Ausschliessung der beiden Formen (Vater: Auerhahn, Mutter: Birkhenne, und Vater: Birkhahn, Mutter: Auerhenne) wäre zu eruiren — wir stehen da vor der Frage: Können aus Bastarden Arten werden?

Mit diesen Arten — und Familien schliesst die Ornis der Alpenregionen ab; die beiden folgenden Ordnungen entsenden nur selten und nur wenige Individuen in die Regionen des Nadelwaldes und der Alpen; keine Art ist rein alpin; bei den meisten ist der Aufenthalt in höheren Regionen ein zufälliger.

Dahin zählen in der *VII. Ordn.* Sumpfvögel. *Grallae:*

Die Wiesenralle, *Crex pratensis* Bechst., und die Wasserralle, *Rallus aquaticus* L., das Sumpfhuhn, *Porzana Maruetta* Bonp., das Teichhuhn, *Gallinula chloropus* (L.), und das Wasserhuhn, *Fulica atra* L., gehen im Gebirge bis ca. 1600 m; letzteres wurde selbst bei 2700 m einzeln beobachtet.

Der Kranich, *Grus cinerea* Mey., und die Trappe, *Otus tarda* L., einmal auch *Tetrax* L., bei 1700 m sind Gäste im Alpenzuge. Sehr interessant sind Angaben über die Lebensweise und Verbreitung des Mornellregenpfeifers, *Eudromias Morinellus* (L.), eines, wies scheint, alpinen Winterzugvogels, der noch in 2000 m Höhe beobachtet wurde.

Unter den Schnepfen zieht die Waldschnepfe, *Scólopax rusticola* L., bis 1800 m ins Gebirge; von den Reihern geht der Fischreiher, *Ardea cinérea* L., am höchsten nach aufwärts; er wurde noch bei 2000 m gefunden; die übrigen Arten bleiben im Thal oder erheben sich höchstens auf 1400 m; zu diesen letzteren zählt der Purpurreiher, *A. purpúrea* L., der Silber-

reiher, *A. alba* L., der Seidenreiher, *A. Garzetta* L., der Zwergreiher, *A. minuta* L., und die Rohrdommel, *A. stellaris* L.

Ueber den weissen Storch, *Ciconia alba* L., wären Daten über die frühere Verbreitung im Alpenzuge höchst erwünscht; er nistete früher auch innerhalb desselben und ist jetzt mehr auf die Ebene beschränkt; der schwarze Storch, *C. nigra* L., ist ein Gastvogel.

In der *VIII. Ordn.:* Schwimmvögel, *Natatores*, finden sich nur einige Enten-Arten auf und an Berg- oder Alpenseen:

Die Pfeifente, *Mareca Penélope* (L.), die Spiessente, *Dáfila acuta* (L.), die Krickente, *Querquédula crecca* (L.), die Löffelente, *Rhynchaspis clypeata* (L.), die Tafelente, *Aythia ferina* (L.), und die Moorente, *Nyroca leucophthalma* (Flem.), gehen bis ca. 1600 m; nur die Stockente, *Anas Boschas* (L.), findet sich noch bei 1800 m und selbst bei 2000 m.

Der kleine Lappentaucher, *Pódiceps minor* Lath., und der geschopfte L., *P. cristatus* (L.), finden sich noch bei 1500 m Höhe; ebenso die Lachmöve, *Larus ridibundus* L., und die 3zehige Möve, *L. tridáctylus* L.; die Raubmöve, *Lestris cephus* (Sw.) = *parasitica* (Brünn.), wurde bereits in der Alpenregion beobachtet.

So wenig eigentliche Charakterthiere der Alpenregion aus diesen beiden letzten Ordnungen vorkommen, um so interessanter ist das mitunter höchst merkwürdige Vorkommen von Vögeln wie z. B. der Eiderente und des Pelikans, innerhalb des Alpenzuges; auf derlei »irrende« Formen ist ganz besonderes Augenmerk zu richten.

3. Klasse: Kriechthiere, Reptilia[1]. Indem die Mehrzahl der Arten dieser Klasse den wärmeren, ja die meisten ausschliesslich nur den tropischen Regionen angehört, ergibt sich von selbst die Armuth der nördlichen Breiten und der grösseren Gebirgshöhen. Es finden sich in den letzteren nur zwei Gruppen vertreten: die Eidechsen und die Schlangen.

I. Ordn.: Die Eidechsen, *Sauria*, ausgezeichnet durch den

---

1) **Literatur:** Knauer, Fr. K., Amphibien- und Reptilienzucht. Wien 1875. Schreiber, E., Herpetologia Europaea etc. Braunschweig, Vieweg. 1875. Fig. Kärnten: Gallenstein, v., die Reptilien und Amphibien von Kärnten. Jahrbuch d. nat. Vereins. Bd. 1. 1852. S. 1—21. Tirol: Gredler, V., Fauna der Kriechthiere und Lurche Tirols. Bozen 1872. Niederösterreich: Knauer, Fr. K., die Reptilien und Amphibien Niederösterreichs. Wien 1875.

Besitz von 4 Gliedmaassen, 2 vorderen und 2 hinteren (ausgenommen ist nur die allbekannte Blindschleiche), sowie durch die beweglichen Augenlider und die verwachsenen Unterkieferäste.

Die hieher gehörigen Thiere finden sich in lichten Waldungen und Auen, auf Waldwiesen unter Steinen, auf Mauern und zerklüftetem Felsgestein, selten in der Nähe von Gewässern. Sie sind ausserordentlich scheu und flüchtig und es gelingt daher nur selten, sie einfach mit der Hand zu fangen; zudem beissen die grossen Thiere sehr stark, oft bis auf den Knochen. Es ist daher von Vortheil, bei der Jagd auf diese Thiere eine biegsame elastische Gerte z. B. einer Weide zu benützen, mit welcher man dem betreffenden Thiere, das man fangen will, einen nicht zu starken Schlag auf den Rücken zwischen die hinteren Gliedmassen gibt; dadurch wird das Thier mehr weniger gelähmt und zum Entlaufen untauglich, ohne verletzt zu werden; mit Uebung lernt man das genaue Treffen und die Stärke des Schlages abmessen. Das betreffende Stück wird dann in eine Schachtel oder Büchse gegeben und später in Spiritus getödtet.

Bestimmungstabelle der Eidechsen.

1. Krp. schlangenfrg., weil Gliedmassen fehlend; Bauch- und Rückenschuppen von fast gleicher Grösse. — Unter Steinen und auf Wiesen bis 1500 m, oft gesellig.
   Blindschleiche, *Anguis frágilis* L.
— Krp. mit 4 Gliedmassen; Bauchschuppen viel grösser, als die Rückenschuppen; Halsband mit grösseren Schuppen.
   Eidechse, *Lacerta* L. 2.
2. Halsband gezähnt; 8 Reihen Bauchschilder; mit Gaumenzähnen; Schläfen mit Schildern. . . . . 3.
— Halsband ganzrandig; 6 Reihen Bauchschilder; ohne Gaumenzähne; Schläfen mit Schuppen. . . . . 4.
3. Unterseite einfärbig grünlich gelb; Oberseite metallisch grün oder bräunlich, oft gefleckt (var. *maculata* Bonp.) oder gelbschuppig (var. *versicolor* Bonp.), oft besonders am Kopfe stahlblau (var. *mentocoerulea* Bonp.); Lg. 3—4 cm. Verbreitung dieser im Vorrücken nach Norden begriffenen Art zu sichern! »Gruenz«. . . . . Grüne E. *L. viridis* (Laur.).
— Unterseite gelblich mit vielen schwarzen Mackeln; Oberseite graugrün mit braungrauem Rückenstreifen, dunklen Flecken, und weissen Punkten. Lg. 4—10 cm. An sonnigen Orten, in der Bergregion. Verbreitung zu sichern! Zaun-E. *L. ágilis* L.

4. (2) Schnauze stumpf; Halsband gekerbt; Schläfenschuppen ziemlich gleichförmig. Krp. oben dunkel, seitlich mit schwarzem Längsstreif; unten perlgrau mit schwarzen Flecken (var. *montana* Mik.) oder schwarzbraun (var. *nigra* Wolf). Auf sonnigen Abhängen von 1000 m bis 3000 m aufsteigend. (L. crocea Wolf.) . . . . . Berg-E. L. *vivipara* Jacq.

— Schnauze spitz; Halsband ganzrandig; Schläfen mit einer grossen Schuppe zwischen den kleineren. Krp. oben dunkelbraun mit schwärzlichen hellgefleckten Bändern in der Mitte des Rückens und an den Seiten; unten heller. — An sonnigen Stellen bis 1500 m überall. . . Mauer-E. *L. muralis* (Laur.).

II. Ord.: Schlangen, *Ophidii.* Der gliedmassenlose unter wurmförmigen Krümmungen sich bewegende Körper ist das beste Merkmal für den Laien; auch der Mangel der Augenlider, des Brustbeins, des Trommelfells gibt gute Anhaltspunkte. Die Thiere finden sich meist auf trockenen, gut besonnten, steinigen Plätzen, zwischen Mauerspalten und Steinhaufen, in lichten Waldschlägen und auf Bäumen; manche leben in und an Gewässern, sonnen sich im Ufersande oder lauern in nahestehendem Gestrüppe. Meist liegen sie ausgestreckt, oft auch in tellerförmiger Spirallinie aufgerollt. Man fasst sie im ersteren Falle mit der Hand, nachdem man sie vorher etwa mit einer elastischen Gerte gelähmt hat, oder indem man mit einem Fusse darauftritt, um ihr die Flucht zu vereiteln, oder bedeckt sie mit einem grossen, in Stahlring gefassten Leinwandsack oder quetscht sie mittels eines eigenen scheerenförmigen Holzes am Halse zusammen und fasst sie dann am Hinterende. Letzte Methode ist besonders bei den Giftschlangen zu empfehlen und ist unschädlich, wenn man das am Schwanz festgehaltene Thier vom Körper weit genug entfernt; die Hand kann durch eine Heraufbiegung nicht erreicht werden. Die lebendigen Thiere werden am besten dann in eine Blechkapsel gegeben, welche mit einem verschiebbaren Deckelchen geschlossen werden kann; in den dadurch entstehenden dunklen Raum schlüpfen die Schlangen sehr rasch und gerne hinein.

Als Mittel gegen den Biss empfiehlt sich rasches Aussaugen, (aber nur bei nicht offenen Lippen oder Zunge!) rasches Ausätzen mit Aetzammoniak, Höllenstein (*lapis infernalis*) oder Dr. Moser's »Feuerstift«.

Bestimmungs-Tabelle der Schlangen.

1. In beiden Kiefern Zähne, die weder durchbohrt, noch gefurcht sind. — Giftlose Schlangen; oft bissig. 2
— Im Oberkiefer blos bewegliche, von einem Canale durchbohrte Giftzähne. — Giftschlangen! 5
2. Schuppen gekielt; 3—4 hintere Augenschilder.
Natter, *Tropidonotus* Kuhl. 3
— Schuppen glatt, ein vorderes und zwei hintere Augenschilder. 4
3. Kopf breit, vorn 1, hinten 3 Augenschilder; Hals weiss mit zwei weissen Flecken. — Bis 2000 m, nicht selten.
Ringel-N. *T. Natrix* (L.).
— Kopf schmal, vorn 2—3, hinten 3—4 Augenschilder; Hals mit vförmigen Flecken. — Vertikal bis kaum 1200 m; horizontale Verbreitung zu beobachten. . Würfel-N. *T. tessellatus* (Laur.).
4. (2) Kopf und Schweif stumpflich; Nasenlöcher nach vorn; hintere Zähne im Oberkiefer grösser, als die vorderen; Nackengegend mit schwarzem Hufeisen. — Verbreitung vertical bis 1300 m. (C. laevis Boie).
Glatte Jachschlange, *Coronella Austriaca* Laur.
— Kopf und Schweif lang; Nasenlöcher seitlich; Zähne im Oberkiefer gleich gross; Nacken gelbgefleckt. — Im Gebiet bis 1600 m aufsteigend. (C. Aesculapii Boie.)
Gelbliche Zornnatter, *Coluber flavescens* Scop.
5. (1) Scheitel vorn mit kleinen Schildern bedeckt; Krp. röthlich braun bis grau, seltener kupferroth (var. Kupfernatter, V. *chersea* L.) oder pechschwarz (var. Höllennatter, V. *Prester* L.) mit einer dunklen Zickzacklinie über dem Rücken und braunen Seitenmakeln; übrigens sehr veränderlich. — Im ganzen Gebiet heimisch, eine bis über 2000 m aufsteigende Art.
Kreuzotter, *Pélias Berus* (L.).
— Scheitel mit Schuppen bedeckt, vorn etwas eingedrückt; Krp. bräunlich grau mit dunkleren Querstreifen. Im Alpenzuge angeblich bis 2500 m — noch genauer zu beobachten.
Schildviper, *Vipera Aspis* (L.).

4. Klasse: Lurche, Amphibia [1]. Auch diese Klasse hat im Alpengebiet und in den Alpenregionen nur wenige Vertreter; desto wichtiger ist es jedoch, von diesen wenigen möglichst genaue Daten über die oft räthselhafte Verbreitung und Fortpflanzung zu erhalten. Die hieher gehörigen Arten leben meist unter Steinen, in Erd- und Baumlöchern, dann in feuchten Wäldern und Gärten, in Sümpfen und in Gewässern. Die freileben-

1) Die **Literatur** fällt meist mit der der vorigen Klasse zusammen; speciell sei erwähnt Knauer, Fr. K., Naturgeschichte der Lurche. Amphibiologie etc. Wien 1878.

den sind langsam, träge und unschädlich, und alle Arten können daher ohne Bedenken trotz des reichlich abgesonderten Schleimes am Körper mit der Hand ergriffen werden; die im Wasser lebenden werden mittels leinener Netze oder Säcke gefangen. Zum Studium der Biologie verwendet man am vortheilhaftesten eigene Aquarien, in welche man die lebenden Thiere oder deren Eier oder Junge einsetzt; getödtet werden sie ausnahmslos in Spiritus. — Diese Klasse wurde früher allgemein mit der vorhergehenden vereinigt, wird jetzt aber wegen der stets schuppen- und schilderlosen Haut und wegen der eigenthümlichen Verwandlung allgemein als besondere Klasse betrachtet.

Man unterscheidet 2 Ordnungen, die hier unter einer Tabelle behandelt werden mögen:

I. Ord.: Ungeschwänzte L. oder Froschlurche, *Anura DB.*
II. Ord.: Geschwänzte L. oder Schwanzlurche, *Urodela DB.*

Bestimmungstabelle der Lurche.

1. Krp. im ausgebildeten Zustande ohne Schwanz. 2
— Krp. auch im ausgebildeten Zustande mit einem Schwanz versehen. 10
2. Oberk. und Unterk. zahnlos; Hinterbeine kaum länger, als die Vorderbeine; Haut warzig. . . . . Kröte, *Bufo* L. 3
— Oberk. mit Zähnen, Hinterbeine viel länger, als die Vorderbeine 5
3. Hinterfüsse vom Grunde bis zur Spitze der längsten Zehe länger, als der Kopf am Mundwinkel breit. 4
— Hinterfüsse vom Grunde bis zur Spitze der längsten Zehe kaum so lang, als der Kopf am Mundwinkel breit ist; Warzen sehr gross, roth; Körperhaut bräunlich grün, heller gestreift. Verbreitung zu beobachten. . . . . Kreuz-K. *B. calamita* Laur.
4. Ohrendrüse schmal, stark vortretend; Hautwarzen klein, dicht; Krp. schmutzig braun. Ueberall im Gebiet, noch bei 2000 m; im Hochgebirge kleiner (var. *alpinus* Schinz.). Erd-Kr. *B. vulgaris* Laur.
— Ohrdrüse breit, fast versteckt; Hautwarzen gross; Krp. weisslich, grüngefleckt. Im südlichen Alpenzuge; Verbreitung zu sichern (B. viridis Laur.). . Wechsel-Kr. *B. variábilis* (Pall.).
5. (2) Ende der Zehen frei, ohne scheibenförmige Erweiterung. 6
— Ende der Zehen scheibenfrg. erweitert; Hinterfüsse mit Schwimmhaut; Krp. grasgrün. — Ueberall auf Gebüsch bis 1500 m. Laubfrosch, *Hyla víridis* (L.).
6. Trommelfell nicht bemerkbar; Hinterfüsse mit Schwimmhäuten; Haut mit deutlichen Warzen. 7
— Trommelfell deutlich sichtbar. 8

7. Haut auf dem Rücken und an den Seiten warzig; Zunge hinten frei; Krp. bräunlich grau mit rothen Wärzchen. — Verbreitung zu sichern! . . . . . Krötenfrosch, *Pelobates fuscus* (Laur.).
— Haut rauh-warzig; Zunge angewachsen; Krp. bräunlich grün, unterseits feuerroth. — In Pfützen bis 1500 m gesellig. (B. igneus Laur.). . . . . Feuerfrosch, *Bombinator variegatus* (L.).
8. Hinterfüsse mit ganzen Schwimmhäuten; Zunge hinten frei; Haut glatt. . . . . Frosch, *Rana* L. 9
— Hinterfüsse mit halben Schwimmhäuten; Zunge festgewachsen; Haut drüsig warzig; Ohrgegend mit Drüsensack; Krp. grünlich grau, feingefleckt. — Verbreitung zu beobachten!
Fesselfrosch, *Alytes obstetricans* (Laur.).
9. Krp. oben braunroth oder braungrün (var. *alpina* Fitz.); Trommelfell mit dunklerem Ringe; Schnauze spitz, kegelfrg. den Oberkiefer überragend (var. *oxyrrhina* Steenstr. — im Thale) oder stumpf, den Oberk. nicht überragend (var. *platyrrhina* Steenstr. — im Hochgebirge). — Ueberall an feuchten Stellen und noch bei 2000 m, einzeln noch höher; das Verhältnis der beiden Varr. zu beobachten: Vorkommen, Fortpflanzung etc.
Gras- oder Thaufr., *R. temporária* L.
— Krp. oben grün mit 3 helleren Längsstreifen und schwarzen Flecken; unten gelblich weiss. An feuchten Orten bis 1500 m aufsteigend und häufig. Wasser- oder Teichfr., *R. esculenta* L.
10. (1) Schwanz drehrund; Zunge hinten frei; Ohr mit Drüsenwulst; Haut mit Drüsenreihen. — Bei beiden Arten die Geschlechtsverhältnisse zu beobachten; ♂ sehr selten!
Erdmolch, *Salamandra* Wrf. 11
— Schwanz seitlich zusammengedrückt; Zunge frei; Ohr ohne Drüsenwulst; Haut ohne Drüsen. — Bei allen Arten die Geschlechtsabänderungen, Verfärbungen und die Verbreitung zu studiren. . . . . Wassermolch, *Triton* Laur. 12
11. Krp. schwarz mit gelben Flecken; Männchen fast einfärbig schwarz. — Bis 1500 m verbreitet; ♂ sehr selten; Verhältnisszahlen und Erscheinungszeit dieser. (S. maculata Schrk.).
Gefleckter E., *S. maculosa* Laur.
— Krp. einfärbig schwarz. — Ueberall zwischen 1000 m und 2300 m; selten tiefer. — Männchen aufzufinden; Fortpflanzungsgeschäft und Entwicklungsgeschichte zu beobachten.
Schwarzer E., *S. atra* Laur.
12. (10) Zahnreihen des Gaumens wenigstens von der Mitte an nach hinten zu sehr deutlich auseinandertretend. 13
— Zahnreihen des Gaumens nahezu ganz gleichlaufend, nur am äussersten Ende etwas auseinandertretend; Zunge ziemlich kreisrund; Haut weich und schwammig, durch Körnchen rauh und uneben; Ohrdrüsen nach hinten zu stark hervortretend; ♂ zur Fortpflanzungszeit mit hohem, über der Schwanzwurzel unterbrochenem, unregelmässig gezacktem Rückenkamm; Bauch

lebhaft gelb, mit grossen scharf umrandeten, schwarzen Flecken. — Vorkommen! (T. cristatus Laur.).
Sumpf-W., *T. paluster* (L.) [Fig. 24].

13. Rücken ziemlich flach, an den Seiten leistenartig vortretend; Haut glatt; Hinterfüsse des ♂ zur Brunstzeit mit Hautsäumen oder Schwimmhäuten; Kopf häufig mit dunklen Längsbinden, namentlich durch die Augen. 14

— Rücken vollkommen gerundet, dessen Seiten niemals leistenartig vortretend; Schwanzende allmählich zugespitzt; Augen ohne dunkle Binde; Zunge fast kreisrund, nach vorn ziemlich verdickt, nach hinten in einen kurzen, stielartigen, in eine Scheide zurückgezogenen Anhang verschmälert; ♂ mit sehr niedrigem, durchaus gleich hohem, über der Schwanzwurzel nicht unterbrochenem Kamm; Krp. an den Seiten fast immer mit einer Reihe schwärzlicher auf einem hellen Streifen stehender Punkte; Bauch meist einfarbig safrangelb. — Verbreitung! steigt bis 2700 m auf. (T. Wurfbaini Laur.). Voralpen-W., *T. alpestris* Laur. [Fig. 25]

14. Gaumenzähne nach rückwärts nur wenig auseinandertretend; Kopf mit sehr deutlichen Porenreihen; Schwanz einfach zugespitzt; ♂ zur Paarungszeit mit deutlichem, über der Schwanzwurzel nicht unterbrochenem Rückenkamme und mit Hautsäumen gelappten Hinterzehen. — Verbreitung. — (T. paluster Laur. aquaticus Shaw.; punctatus aut. angl., taeniatus Wolf.)
Gemeiner W., *T. vulgaris* (L.). [Fig. 26]

— Gaumenzähne nach rückwärts sehr stark auseinandertretend; Kopf mit sehr schwachen Porenreihen; Schwanz mit namentlich zur Brunstzeit aus seinem Ende scharf abgesetzt hervorragender, fadenförmiger Spitze; ♂ mit schwach erhabener Rückenleiste, und zur Paarungszeit durch Schwimmhäute verbundene Hinterzehen. — Verbreitung im Alpenzuge!
Schweizerischer W., *T. Helveticus* (Raz.). [Fig. 27]


Fig. 24.


Fig. 25.


Fig. 26.


Fig. 27.

Fig. 24—27. **Mundhöhle der Wassermolche (Tritonen).**
Fig. 24. Triton paluster (L.) = cristatus Laur.
Fig. 25. Tr. alpestris Laur. = Wurfbaini Laur.
Fig. 26. Tr. vulgaris (L.) = taeniatus Wolf.
Fig. 27. Tr. Helveticus (Raz.).

Das Vorkommen des Grottenolm, *Proteus anguinus* Laur. in den Karst-Höhlen ist allbekannt; die Erforschung seiner Lebensweise ist wohl nicht Sache des Alpentouristen.

5. Klasse: Fische, Pisces.[1]) Sie sind bekanntermaassen ausschliesslich auf das Wasser angewiesen und sowohl der Fang derselben, als auch die Beobachtung über deren Verbreitung und Biologie kann dem Alpenreisenden, der durch plötzlich einfallende ungünstige Witterungsverhältnisse oft zu unwillkürlichem Aufenthalt an einem Ort gezwungen wird, manchen Tag verkürzen; namentlich ist das Angeln eine derartige Beschäftigung und vielleicht könnten für derartige Zwecke Fischangeln in Vereinshütten oder Unterkunftshäusern deponirt werden! — Wünschenswerth wäre es auch, wenn Touristen ihnen bekannt gewordene Notizen über das Vorkommen gewisser Arten in Alpenseen sammeln oder Angaben über deren Eigenthümlichkeiten, wenn ihnen solche gemacht werden, Fachleuten zur Kenntnissnahme und Prüfung vorlegen würden.

Erwähnt sei, dass von allen Fischen der Salbling, *Salmo salvelinus* L. und die Forelle, *Trutta Fario* L. am höchsten gehen und sich namentlich in den Seen über 2000 m meist nur als die einzigen Fischarten constatiren lassen; letztere wurde von Herrn Prof. Heller noch bei 2650 m im Mutterberger See (Stubai) gefunden. (Vergl. auch a. a. O. Nr. 120.)

Typus: Gliederthiere, Articulata.

1. Klasse: Insecten, Insecta. Man bezeichnet mit diesem Namen all' die zahllosen oft auffällig gebauten oder gefärbten, oft verschwindend kleinen Thiere, deren Körper dreitheilig ist (Kopf, Brust, Hinterleib), und denen im fortpflanzungsfähigen Zustande 6 Beine in je 3 Paaren zukommen. Ausserdem ist charakteristisch, dass der Kopf stets zwei seitliche grosse Augen, zwei Fühlhörner und die Fress- oder Saugwerkzeuge, der Rumpf ein oder

---

1) **Literatur:** Siebold, C. Th. v., Die Süsswasserfische von Mitteleuropa. Leipzig 1863. Heckel und Kner, die Süsswasserfische der Oesterreichischen Monarchie. Leipzig 1858. Tirol: Heller, C., Die Fische Tirols und Vorarlbergs. Zeitschr. d. Ferdinandeums in Innsbruck. III. 16. 1871. S. 295 ff. Oberösterreich: Kukula, W., Die Fischfauna Oberösterreichs. V. Bericht d. Ver. f. Naturk. Linz 1874. S. 17 ff.

zwei Flügelpaare nach oben, nach unten die 3 Beinpaare, und der Hinterleib nie Beine, oft aber einen Lege- oder Giftstachel trägt; die meisten Insecten entwickeln sich aus wurmförmigen Thieren, den sogenannten Larven oder Raupen, denen stets die Flügel, oft auch die Beine fehlen, und die dem vollständig entwickelten Thier oft nicht im entferntesten ähnlich sehen. — Nach diesen und anderen Merkmalen theilt man denn auch die Insecten in 7 Ordnungen, welche nun der Reihe nach besprochen werden mögen; wegen der ausserordentlich grossen Artenzahl der Verschiedenheit der Arten selbst an ganz nahegelegenen Punkten, der Schwierigkeit, die Merkmale, welche dieselben von einander unterscheiden, aufzufassen, muss im folgenden sowohl von der Aufzählung derselben, als auch von Bestimmungstabellen abgesehen werden: die Bestimmung ist nur dann eine ganz verlässliche, wenn sie von einem Specialisten herstammt. Dagegen wird der Schwerpunkt von nun ab namentlich auf die Fangmethoden verlegt werden: gerade von diesen kleineren Thierformen kann auf einer Excursion viel gesammelt werden, ohne besondere Beschwer zu machen und gerade von den Hochalpen ist von den niederen Thieren — so nennt man die nun folgenden Thiergruppen zusammen — etwa mit Ausnahme der Käfer, Schmetterlinge und Spinnen wenig, sehr wenig bekannt. Ja selbst Angaben über die Lebensweise können hier leichter entbehrt werden, wenn nur die Umstände möglichst genau verzeichnet sind, unter denen die betreffende Art gefangen wurde; dadurch wird der Formenkreis erweitert, neue Gesichtspunkte werden geboten und — es genügt dies für den ersten Zweck; treten dann aber auch noch biologische Angaben hinzu, z. B. Angaben über die Verpflegung der Jungen, das Brutgeschäft etc., so wird das betreffende Stück doppelt werthvoll.

In Bezug auf die Literatur sei nur kurz erwähnt, dass sie meist ausserordentlich zerstreut ist; für den Zweck dieser Zeilen mag hingewiesen werden, dass die Schriften der in den Alpenstädten sesshaften Vereine und Gesellschaften meist sehr viele Notizen enthalten, welche sich auf die speciélle Provinz beziehen: Bregenz: Landesmuseums-Verein; Graz: naturwissensch. Verein für Steiermark; Innsbruck: naturwissensch.-medicinischer Verein und Ferdinandeum; Klagenfurt: Naturhistorisches Landes-

Museum; Linz: Museum Francisco-Carolinum und Verein für Naturkunde; Salzburg: Gesellschaft für Salzburger Landeskunde; ausserdem Bern, Chur, St. Gallen und Zürich) allgemeiner gehaltene Aufsätze finden sich in den Schriften der entomologischen Vereine und — leider auch in anderen Zeit-und Sammelschriften.[1])

Sammelapparate und ihre Anwendung. Während einige Insecten durch ihre Grösse oder Färbung leicht auffallen und mit freier Hand gefangen werden können, ist der grösste Theil der Insecten sehr klein und verbirgt sich dadurch, sowie durch die Färbung nur zu leicht dem Auge. Für diese nun, sowie auch zum Einfangen einer grösseren Zahl von Stücken, dann auch zum Erhaschen von schnellfliegenden oder leicht verletzbaren, und zum Erhalten von stechenden Insecten muss man zweckmässig konstruirte Fangapparate in Anwendung bringen, von denen nur die einfachsten hier Aufnahme finden mögen:

1. Der Kötscher oder Fangsack (Fig. 28), ein Sack aus grobem grauem Leinen oder Shirting, dessen offenes Ende um einen starken Eisenreif befestigt ist. Die Länge muss wenigstens doppelt so lang, als der Querdurchmesser, der Boden abgerundet, nicht eckig sein. Der Reif kann zum leichteren Transport in der Mitte zusammengeklappt und beim Gebrauch auf einen Stock aufgeschraubt werden. Mit diesem Sacke werden die an Gesträuchen und Kräutern sitzenden Insecten abgeschöpft, oder auch die im Wasser lebenden herausgefischt.

2. Das Fangnetz oder Schmetterlingnetz ist ein wie oben erwähnt befestigter eiserner Reif, der einen etwa 3mal längeren als breiten Sack aus dünnem, durchsichtigem Stoffe (Tüll, Musselin etc.) trägt. Es dient zum Fang schnell fliegender Insecten, namentlich der Schmetterlinge, der Libellen u. s. w.

---

1) **Literatur:** Hagen, H. A., Bibliotheca entomologica. Leipzig, Engelmann. 1862—63. (Literatur bis 1862 complet.) Berichte über die wissenschaftlichen Leistungen in der Entomologie in: Wiegmann, Archiv für Naturgeschichte. Jeden Jahrg. Tom 2. (seit 1834 complet). Vereins-Schriften: Entomologische Zeitung vom Ent. Ver. zu Stettin (seit 1839). Berliner Entomologische Zeitschrift vom Entom. Ver. in Berlin (seit 1857). Mittheilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft (seit 1862). Ferner wichtig: Verhandlungen der k. k. Zoolog.-Botan. Gesellschaft in Wien (seit 1850). Wiener Entomologische Zeitung (beginnt 1882). Katter, Fr., Entomologische Nachrichten (seit 1875). Salzburg: Storch, F., Catalogus Faunae Salisburgensis. Mittheil. d. Ges. f. Salzb. Landeskde. Bd. 8. (1868) S. 284—314 und Bd. 9. (1869) S. 252—271 (enthält auch alle folgenden Thiergruppen).

3. Die Fangscheere oder Insectenklappe (Fig. 29), ein höchst variabel gebautes, doch sehr praktisches Fanginstrument, das für jeden unentbehrlich ist, der über den Fang von Käfern und Schmetterlingen hinausgeht. Dieselbe besteht in einem Modell einer Scheere, doch sind die beiden Arme aus starkem drehrundem Eisendraht hergestellt und am Angelpunkt zu einer runden Drehscheibe erweitert. Das hintere Ende des

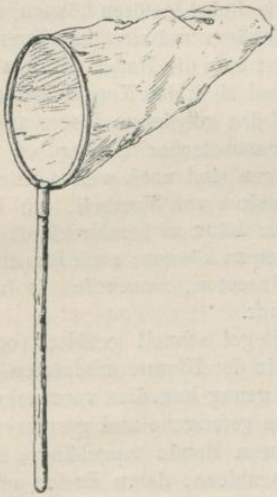


Fig. 28.

Fig. 29.

Sammel- und Fangapparate.
Fig. 28. Kötscher (Fangsack).
Fig. 29. Fangscheere (Insectenklappe).

Armes dient zum Einlegen der Finger; das vordere Ende, die Stelle der Schneiden vertretend, ist zu einem viereckigen Rahmen von 15—18 cm Breite und 12—15 cm Länge umgeändert; beim Schluss der Scheere müssen sich diese flach gehämmerten Rahmen genau decken. Dieselben werden nun von der Innenseite her mit einer Lage starken, nicht zu grosslöcherigen Organtins oder einer doppelten Lage von Tüll straff überspannt, und letzterer rings am Rande des Rahmen mit einem festen Leinwand-

band übernäht. Um mittels dieser Klappe ein Insect zu fangen, nähert man sich behutsam mit offener Scheere dem betreffenden Insecte, und klappt dann rasch zu, sobald dieses — (meist in sitzender Stellung) zwischen die Rahmen kommt. Ist es nun zwischen den beiden Lagen eingeschlossen, so achte man darauf, dass es nicht durch ein Loch des Stoffes entkomme, durchsteche es mittels einer passenden Nadel an der gehörigen Körperstelle von oben herab, wodurch es fixirt ist und öffne nun die Klappe langsam, damit sich die Beine loslösen können, so, dass die Nadel am Kopfe frei herabhängt und circa im oberen Drittel das Insect trägt. Hierauf fasst man die Nadel mit dem Insecte vorsichtig am unteren Ende und zieht den Kopf derselben rasch durch das Gitterloch, worauf das gespiesste Insect nun in die Tödtungsflasche oder in die Sammelschachtel gegeben wird.

Ausser diesen Vorrichtungen sind noch weisse Tücher, ev. ein hell gefütterter Sonnenschirm von Vortheil, um Insecten welche von Strauchwerk oder Bäumen herabgeklopft werden, auf denselben leichter auffassen zu können; auch Pincetten zum Ergreifen und Fixiren von Insecten, namentlich in Insectenschachteln, sind oft vortheilhaft.

Die Beute wird in der Regel schnell getödtet, oder man wartet, namentlich bei den mit der Klappe erbeuteten Thieren einige Zeit zu, bis man Ruhe genug hat, dies vorzunehmen. Zu diesem Behufe steckt man das gefangene und gespiesste Stück vorerst in eine, meist an einem Bande umgehängte Sammelschachtel von Holz oder Eisenblech, deren Boden mit Agavenmark oder Torf belegt und fest bindend ist; auch Kork ist, wenn er rein ist, gut zu brauchen; die einzelnen Stücke müssen jedoch soweit von einander entfernt werden, dass sie sich gegenseitig nicht berühren können und so fest gesteckt werden, dass sie auch bei einer heftigeren Erschütterung z. B. bei einem Sprung nicht herabfallen und andere lädiren können.

Zum Tödten benutzt man am besten Glasflaschen mit enganliegendem Korkstöpsel. Thiere, welche man mit der Hand gefangen oder aus dem Kötscher ausgesucht hat, und die weder in der Färbung, noch in der Behaarung leiden, werden einfach in eine mit Spiritus gefüllte Flasche geworfen, welche man in einer der Hand nahen und bequem liegenden Tasche hat; alle

übrigen, namentlich alle bereits angespiessten, dann alle beschuppten oder behaarten Insecten werden in eine Flasche gegeben, in welcher trockenes Moos oder trockene Papierschnitzel liegen. Der Stöpsel hat an dem in die Flasche ragenden Ende ein kleines Loch zur Aufnahme von einem oder zwei Schwefelzündhölzchen; diese werden, nachdem die Thiere in nicht zu grosser Zahl hineingegeben worden sind, rasch angestrichen und solange die Flamme noch blau ist, in das Glas gebracht; der Stöpsel wird stark geschlossen und — indem sich nun ein unathembares Gas im innern entwickelt, werden die Thiere getödtet. Andere verwenden wohl auch Cyankalium, das in einem Säckchen im Stöpsel verborgen ist oder etwas Aether, der auf ein Schwämmchen auf der Unterseite des Stöpsels aufgeträufelt wird. Ersteres Verfahren ist wegen des scharfen Giftes und der Einwirkung auf gewisse Farben, letzteres wegen des Verbrauchs an Aether angefochten; das einfachste bleibt immer, namentlich für Raucher, das Schwefeln. Die so getödteten Insecten müssen nur bald wieder aus dem Glase herausgenommen werden, weil sonst die Nadeln leiden; den in Alkohol getödteten schadet es nicht, wenn sie längere Zeit im Spiritus liegen bleiben.

Benutzt man auf einem Ausflug etwa mehrere Gläschen der Reihe nach und versieht sie mit Nummern, so kann man auch über den verticalen Gang der betreffenden Insecten Anhaltspunkte erhalten, ohne vielerlei Notizen abfassen zu müssen; auch das Zusammenstecken von Insecten, welche man an derselben Stelle, oder innerhalb gewisser Höhen gefangen hat, ist sehr praktisch und erspart viel Zeit und Schreibereien — und die Hauptaufgabe beim Sammeln besteht darin, dass man trachtet, die Zeit möglichst auszunützen.

Endlich gehören auch die Nadeln zu den Ausrüstungsstücken. Man benützt am besten sog. »Karlsbader« Nadeln in mehreren Stärken; etwa Nr. 3, 5 und 7; Nr. 5 kommt am häufigsten zur Anwendung; Insecten von Fliegengrösse spiesst man auf Nr. 3; Nr. 7 wird namentlich bei grossen Wespen und Hummeln angewendet. Man steckt sich dieselben der Stärke nach geordnet an ein am Rocke links befestigtes Tuchstückchen, um sie rasch bei der Hand zu haben.

Insecten von der Grösse eines Flohes oder sehr schmalleibige Insecten werden gar nicht angespiesst; man giebt sie einfach in ein dünnes Glasröhrchen oder in ein Papierröhrchen, das man etwa über einen Bleistift sich aufgerollt hat und an beiden Enden mit Korken versieht; vorher sind jedoch die Insecten mittels Schwefel oder Aether zu tödten. Durch Nummerirung der Röhrchen kann man sich die Notirung des Fundortes vereinfachen. Auch kleine Schächtelchen oder Dosen, welche mit Baumwolle ausgelegt werden, eignen sich sehr gut zur Aufnahme der Beute und gestatten, 3—5 Lagen von solchen kleinen Thierformen übereinander zu legen.

Zum Fang lebender Raupen oder überhaupt lebender Insecten bedient man sich am vortheilhaftesten gewöhnlicher Holzschachteln oder Blechbüchsen, in denen dieselben dann auch provisorische Unterkunft finden, bis sie zu Hause in Ordnung untergebracht werden können. Uebrigens sei schliesslich noch bemerkt, dass für all' diese hunderterlei Dinge, Kunstgriffe und Vortheile Uebung die beste Lehrmeisterin ist, und dass oft eine Excursion an der Seite eines erfahrenen Entomologen mehr lehrt, als tausende von Anweisungen.

I. Ordn.: Käfer, *Coleoptera*,[1]) ausgezeichnet durch die beissenden Mundtheile und die beiden harten aneinanderstossenden Flügeldecken, unter denen sich häufig noch ein zweites Paar häutiger Flügel befindet. Als Beispiel mögen der allbekannte Maikäfer, der Hirschkäfer, der Rosskäfer, die Laufkäfer und die Bockkäfer angeführt werden.

Sie bilden die verhältnissmässig am besten studirte Gruppe der Insecten, indem sie neben den buntflügeligen Schmetter-

---

1) **Literatur:** Redtenbacher, L., Fauna Austriaca, die Käfer. 3. Aufl. Wien 1874. Kärnthen: Arbeiten von Pacher (Heiligenblut-, Rosen- und Vellachthal), Gredler (Möll- und Gailthal), Gobanz (Vellachthal) und Birnbacher in den Jahrbüchern des naturhist. Landesmuseums in Klagenfurt. 1853, 54, 65, 68, 70 u. 76. Tirol: Gredler, V. M., Die Käfer von Tirol. Bozen 1863. Mit 5 Nachträgen. Oberösterreich: Dalla Torre, K., die Käferfauna von Oberösterreich. Linz 1879 u. 80. Salzburg: Storch, F., Grundzüge zu einer Käferfauna von Salzburg. Mittheil. d. Ges. f. Salzb. Landesk. Tom. 3. 1863. S. 117—145. Schweiz: Heer, O., geographische Verbreitung der Käfer in den Schweizeralpen in: Froebel, Mittheil. aus dem Gebiete d. theoret. Erdkunde, 1836; woselbst mehreres einschlägiges. Heer, O., Käfer der Schweiz. Neue Denkschr. d. Schweiz. Gesellsch. II u. IV. 1838 u. 1840. Stierlin, G., u. Guettard, V., die Käferfauna d. Schweiz. Neue Denkschr. d. Schweiz. Ges. f. ges. Naturwissensch. Bd. 24. 1871.

lingen durch die leichte Art, ihrer habhaft zu werden, dann durch die Leichtigkeit sie in den Sammlungen aufzubewahren, zum Theil auch durch das gefällige Aeussere sich seit den frühesten Zeiten zahlreiche wissenschaftlich gebildete und dilettantische Freunde erworben haben. Hoppe war der erste, der in diesem Gebiet die Anregung gab; Dr. O. Heer hat zuerst versucht, aus dem Vorkommen alpiner Käfer allgemeine Sätze aufzustellen, deren Richtigkeit nicht schwer nachzuweisen ist, denen aber wohl nach genaueren weitläufigeren Studien und mit Zuhilfenahme reicheren Materials weitere folgen dürften; sie lauten:

1. Die Käfer der oberen Regionen sind meist ungeflügelt, — ein Satz der unwillkürlich an die Käferfaunen der Meeresinseln (hier der Hochgebirgsinseln) erinnert, die ebenfalls im Kampf ums Dasein ihre Flügel eingebüsst haben. (Winde.)

2. Wenigstens die Hälfte der Käfer der Alpenregion ist dieser eigenthümlich, — erinnert ebenfalls an die Inselfaunen der Meere.

3. Die Metallfärbung der Thalformen verwandelt sich in düsteres Schwarz, — ein Satz mit vielen Ausnahmen (*Pterostichus Selmanni* Duftschm. u. a.).

4. Die versteckt lebenden sind schwarz gefärbt, die frei auf Pflanzen lebenden dagegen stets bunt — wohl zum Theil eine Wirkung der langandauernden Lichtintensität, während erstere Nachtthiere sind; das beste Beispiel liefern unsere Perlen, die Oreinen.

5. Pflanzenfressende Formen sind an Zahl ungleich geringer als Dung-, Fleisch- und Allesfresser.

Um ein Beispiel über die verticale Verbreitung zu geben, sei erwähnt, dass Heer (1837)

in der	montanen Reg. (Nuss-, Buchenb.)	2000—4000′	652 sp.
» »	subalpinen Reg. (Buch.-, Tannenb.)	4000—5500′	147 sp.
» »	alpinen Reg. (über der Waldgr.)	5500—8000′	113—132 sp.

aufzählt; in den Höhen über 8000′ finden sich keine Käfer mehr als Standinsecten. Soviel im allgemeinen.

Fangstellen. 1. Blühende Sträucher, besonders Weissdorn, grünes Gebüsch, namentlich Birken und Legföhren etc., Weiden u. s. w. werden stark geklopft, nachdem man ein weisses

Tuch untergelegt oder einen Schirm untergehalten hat. — 2. Wiesenblumen und Gräser der Berg- und Alpenwiesen, namentlich Dolden und Korbblüthler (*Arnica*, *Carduus*, *Chrysanthemum*) u. s. w. sind mit dem Kötscher abzustreifen. — 3) Gefällte Hölzer, namentlich aufgeklaftertes Holz an Waldesrändern und Sennhütten, Baumstrünke und Brunnentröge sind abzusuchen, besonders im Sonnenschein. — 4. Aas, Pilze, Düngerhaufen sind (wenn lieber, mit Pincette) abzusuchen und bergen oft massenhaftes und in allen Höhen sehr werthvolles Material; Aas kann auch freiwillig ausgelegt werden. — 5. Unter Steinen, Erdklötzen, den Kohlenrückständen von Bergfeuern, dann in Ameisenhaufen und unter halbfaulen, modernden Holzstücken ist in allen Regionen fleissig und langsam Umschau zu halten. — 6. An überschwemmten Stellen, sei es durch Bergwässer nach Wolkenbrüchen und Gewittern, sei es durch Alpenseen, ist das Röhricht und Moos sorgfältig zu sammeln und in einem Säckchen von Leinwand in einem warmen Zimmer auszusuchen; die erstarrten Käfer leben darin wieder auf und sind oft sehr interessante Bürger der Alpenfauna, selbst wenn sie herabgeschwemmt in tieferen Regionen gefangen wurden; je feuchter die Masse ist, desto mehr Arten enthält sie meistens; daher frühzeitig zugreifen! — 7. Unter Rinde, dürrem Laub, Buschwerk, Zaunflechten ist ebenfalls Nachschau zu halten; am besten sammelt man dasselbe und sucht es zu Hause aus. — 8. Ganz besonderes Interesse verdienen die Gewässer der Alpen, die Alpenseen, Gebirgsbäche, Wasserlachen, namentlich die Lachen vom abschmelzenden Eis, sowie deren sandige, kurzbegraste Ufer; in ersteren ist mit dem Kötscher zu fischen, in letzteren mit freier Hand zu fangen; sie beherbergen die schönsten und seltensten Alpenkäfer (z. B. *Helophorus*).

Während man nun so die Käfer leicht im entwickelten Zustand finden kann, ist auch die Aufmerksamkeit auf die Larven der Käfer zu lenken und ihre Entwicklung zu beobachten. Es ist dieses Gebiet um so dankbarer, als gerade von alpinen Arten noch so viel wie nichts bekannt ist. Es gilt hiebei namentlich, die natürlichen Verhältnisse der zu erziehenden Larven zu erhalten. Dieses ist am besten zu erreichen bei jenen, welche in absterbenden Pflanzentheilen bohrend leben,

und bei jenen die von Blättern leben. Diese werden in Wasser frisch erhalten und oft erneuert; jene werden durch Aufspritzen von Wasser immer etwas feucht erhalten; bei den Holzbohrern gibt man Sägespähne derselben Holzart in das Glas. Raubkäfer werden am besten aus recht alten, vollwüchsigen Larven erzogen und mit Raupen, Fliegen u. dgl. gefüttert; die im Wasser lebenden Larven steckt man ins Aquarium. Dung- und Aaskäfer zu erziehen, ist unangenehm; in Pilzen leben viele Larven. Ob auch die Zucht aus Eiern möglich ist, ist fast fraglich geworden.

Das Tödten der Käfer geschieht gewöhnlich durch Ertränken in Spiritus; nur die beschuppten und behaarten werden mittels Schwefel getödtet. In diesem Zustand kann man die Thiere auch längere Zeit liegen lassen, ohne dass sie Schaden nehmen; will man sie aber aufspiessen, so richte man ihnen die Beine und die Fühler etwas zu — aber nicht geradwinklig ausstrecken! und stecke dann die Nadel von entsprechender Dicke senkrecht in die rechte Flügeldecke, schiebe das Insect auf $^2/_3$ der Nadelhöhe hinauf und lasse es so trocknen. Schmalleibige oder sehr kleine Käfer von 2—3 mm Länge werden aufgeklebt.

II. Ordn.: Schmetterlinge, *Lepidoptera.*[1]) Zeichnen sich aus durch die einrollbaren, saugenden Mundtheile und die vier mit feinen Schüppchen bekleideten Flügel. Ihre Farbenpracht hat sie seit den ältesten Zeiten zu den Lieblingen der Sammler gemacht und daher ist ihre Verbreitung und ihre Entwicklung bereits ziemlich bekannt, wenigstens besser als bei den übrigen Ordnungen. Allgemeine Kennzeichen können wir bei der ausserordentlichen Abhängigkeit der Insectengruppe von der Pflanzen-

---

1) **Literatur:** Heinemann, H., die Schmetterlinge Deutschlands u. d. Schweiz. Braunschweig 1865—79. 4 Bde. Berge-Heinemann, H., Schmetterlingsbuch. Stuttgart 1875. Tirol: Hinterwaldner. J. M., Beitrag zur Lepidopterenfauna Tirols. Zeitschr. d. Ferdinandeums. III. 13. S. 211 f. Heller, C., Berichte d. naturw. med. Ver. Innsbruck Bd. 11. 1881. S. 60—162. Oberösterreich: Brittinger, Chr., die Schmetterlinge des Kronlands Oesterreich etc. Wien 1851. Salzburg: Richter, J. A., system. Verz. d. Schmetterlg. des Kronl. Salzburg etc. Mittheil. d. Ges. f. Salzb. Landeskde. Bd. 15. 1875 S. 57—94, Bd. 16. 1876 S. 452—480. Kärnten: Höfner, G., die Schmetterlinge des Lavantthales und der beiden Alpen Kor- und Saualpe, Jahresber. d. nat.-hist. Landesmus. Klagenfurt. 1876 S. 1—47; 1878 S. 113—147; 1880 S. 159—167. Schweiz: Frey, H., die Lepidopteren der Schweiz. Leipzig, Engelmann 1880.

decke für die alpenbewohnenden Schmetterlinge nicht aufstellen; als eine gar auffällige Erscheinung mag nur hervorgehoben werden, dass ein sehr grosser Theil der im Thal in den schönsten Farben prangenden Tagfalter dunkel gefärbt ist, also eine Neigung zum Melanismus zeigt, wie wir ihn auch bei den alpinen Käfern beobachten können; auch der Mangel an Schwärmern ist in gewisser Hinsicht characteristisch.

Es würde zu weit führen, in weitläufigen Tabellen die höchst interessanten Resultate über die verticale Verbreitung der Schmetterlinge innerhalb der Alpenregionen oder Vergleiche mit dem nun besser erforschten Norden zu reproduciren; um nur ein weniges zu thun, seien folgende Notizen hier angeführt, mit dem Bemerken, dass namentlich die Kleinschmetterlinge (Motten, Wickler) und die Spanner noch einer gründlicheren Vermehrung des Materials bedürfen. Es finden sich (nach Speyer)

in der subnivalen Region	7000—8500′		
» » Alpenregion	5500—7000′	(6000—7500′)	
» » subalpinen Region	4000—5500′	(—6000′)	
» » Bergregion	3000—4300′		

Tagfalter		(davon in der Ebene;	Berg-falter)	Nacht-schmetterl.	(dav. in der Ebene;	Bergeulen)
20	(8, 8, 5)	7	13	8	1	7
54	(15, 13, 6)	22	32	27	8	19
85	(26, 21, 12)	47	38	97	53	43
122	(42, 20, 8)	94	28	280	232	48

Die in Klammern eingeschlossenen Zahlen geben an, wie viele Arten von der Ebene in die betreffende Region reichen, wie viele in Schweden und wie viele in Lappland leben, um ungefähre Anhaltspunkte über die Verbreitung zu illustriren. Genau sind diese Arten durch die neueste Arbeit Prof. Heller's für Tirol festgestellt worden; er zählt 535 Arten und 5 Varietäten, welche von der Thalsohle bis 1700 m reichen, 366 Arten 11 Varietäten, welche von der Thalsohle bis 2300 m aufsteigen, und nur 11 Arten und 1 Varietät, welche von der Thalsohle bis 2700 m aufsteigen; dagegen 145 Arten und 31 Varietäten, welche der Höhe zwischen 1200 und 2300 m, und 73 Arten uud 26 Varietäten, welche der Höhe zwischen 1700—2700 m eigenthümlich sind;

im ganzen hat Tirol 1130 alpine Schmetterlingsarten und 74 Varietäten, welche sich auf 272 Gattungen vertheilen; die grösste Artenzahl hat die Gruppe der Motten (269) und der Spanner (205) aufzuweisen; die grösste Zahl von Varietäten die Tagschmetterlinge (26).

Fangstellen, Fangweise und Tödtung. Die Tagschmetterlinge fängt man mit dem Netz; Waldwiesen, freie Alpen- und Bergwiesen mit reich entwickelter Flora, Waldränder, sonnige Berglehnen mit vielen und bunten Blumen sind die besten Fangstellen. — Ebenda flattern auch zahlreiche Spanner und Kleinschmetterlinge, auf welche das besondere Augenmerk zu richten ist. Der Fang der Nachtschmetterlinge ist etwas schwieriger und umständlicher, zumal die im Thal am meisten besuchten Pflanzen, wie die Natternzunge (*Echium*), Flockenblumen (*Centaurea*) u. s. w. nur spärlich in der Alpenregion vertreten sind. Man thut sehr gut, diese Pflanzen durch Ködermittel zu ersetzen: es sind dies Apfelschnitten, welche mit Schwefeläther befeuchtet werden oder in Bier mit viel aufgelöstem Zucker lange gelegen haben; diese werden in halb trockenem Zustand an einen Faden gefasst und an witterungsruhigen Abenden an bequem zugänglichen Stellen aufgehängt; ist die Stelle günstig, namentlich windstill und etwa durch ein beigestelltes Licht oder eine Laterne weithin sichtbar, so ist der Erfolg oft und an manchen Stellen so vorzüglich, dass man nur zu thun hat, um rasch genug vorzugehen und die halb betrunkenen Schmetterlinge einzufangen, anzuspiessen und zu tödten. Uebrigens existiren auch eigens ad rem verfertigte Fanglaternen und Schmetterlingsselbstfänger, deren Einrichtung und Gebrauch bei jedem Lepidopterologen zu erfragen ist, den Touristen aber kaum sonderlich interessirt. Ruhende Schmetterlinge finden sich an Baumstämmen, unter Haus-, Kapellen- und Hüttendächern, in den Ecken der Fenster aller Gebäudearten und an Zäunen und Mauern; man spiesst sie an und tödtet sie dann.

Das Anspiessen geschieht, indem man die entsprechend dicke Nadel durch den Mittelleib, das auf den Kopf folgende Stück des Körpers, sticht; der Stich soll senkrecht erfolgen und rasch, um das Ausfallen der Haare zu verhindern; dann

schiebt man den Schmetterling auf $^2/_3$ der Nadelhöhe hinauf und versorgt ihn. Das Tödten geschieht bei dünnleibigen Tagschmetterlingen und Spannern, indem man die Brust mit den Fingern seitlich zusammenpresst; die dickleibigen werden womöglich vorerst durch Schwefeläther etc. betäubt und dann wird ihnen von unten her eine Nadel in den Leib gebohrt, welche vorher in eine concentrirte Lösung von Natron arsenicosum oder einfacher in Tabaksaft getaucht wurde; bei kleinen Formen genügt es, die Nadel an den Rüssel zu bringen.

Wer mit Raummangel zu kämpfen hat, dem ist im Nothfall zu empfehlen, mehrere Tagfalter von der Seite her mit aneinandergelegten Flügeln auf eine Nadel zu spiessen oder die getödteten Stücke einfach in Papierdüten zu geben, die man

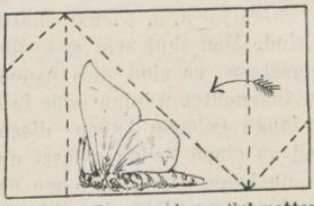


Fig. 29. **Düte zum Transport von Schmetterlingen.**
(Die punktirten Linien sind umzubiegen!)

vorher in verschiedenen Grössen herstellt und klebt (Fig. 29); sie nehmen in einer mit Watte oder Moos ausgelegten Schachtel dicht und fest übereinanderliegend verpackt wenig Raum ein. In allen Fällen müssen die Schmetterlinge nachträglich aufgeweicht und aufgespannt werden; diese Arbeit gehört nicht hieher.

Raupen zu fangen erheischt weit mehr Aufmerksamkeit als der Fang der auffälligen Schmetterlinge: man achte auf abgefressene Blätter und vorhandenen Koth, durchsuche die unter Steinen liegende Erde an Feldrainen oder Grasplätzen, streift sie mit anderen Insecten beim Kötschern ab, liest sie von der Futterpflanze ab oder klopft sie mit Steinen oder dem Schuh von schwächlichem Gesträuch ab; daneben achte man aber auf alle kränkelnden Bildungen an Pflanzen, namentlich auf die sogenannten »Gallen«, die oft mehrerlei Formen liefern. Die Zucht

der Raupen beruht auf dem scheinbar sehr einfachen Satz, die Raupen in die möglichst natürlichen Lebensverhältnisse zu versetzen. Mann in Wien und Dr. Frey in Zürich haben zuerst das Vorurtheil besiegt, dass die Larven hochalpiner Arten im Thal resp. im Flachland sich nicht erziehen lassen. Frey räth, bei der Zucht die Raupenzwinger im Zimmer zu überwintern und die Raupen fort zu füttern. Dies geschieht selbst bei hochalpinen Euprepien mit den Blättern von Löwenzahn (*Taraxacum officinale* Web.), die man vorher abwelken lassen muss; doch selbst das Ausquartieren in den warmen Keller kann von Schaden sein. Dies als allgemeinste Notiz.

Puppen finden sich namentlich unter Moos, am Fusse von Baumstrünken, Zaunpfählen u. dgl.; windstille trockene Lage ist eine Hauptbedingung; doch ist viel Zufall und Sachkenntniss vorzusetzen. — Der Fang von Kleinschmetterlingen geschieht im allgemeinen, indem man die betreffenden Thiere in einem Glas auffängt oder aus dem Netz in ein Glas schüttelt, und dann den Inhalt mittels Aether oder Chloroform betäubt. Zum Transport verwendet man Glas- oder Papierröhrchen, wo man sie einzeln oder zu mehreren unterbringt; das Anspiessen und Präpariren für die Sammlung ist sehr mühselig und rein Sache der Uebung. Auch Beschreibungen von Raupen, welche sich auf deren Grösse und Farbenvertheilung im lebenden Zustand beziehen, und denen in Spiritus aufbewahrte Exemplare nebst Angabe der Futterpflanze beigelegt werden, können für die zoologische Durchforschung des Alpengebiets von Werth sein.

III. Ordn. · Hautflügler, *Hymenoptera.*[1]) Die 4 mit wenigen Adern durchzogenen Flügel und die »leckenden« Mundtheile charakterisiren diese Ordnung, die in Gestalt und Lebensweise

---

1) **Literatur:** Taschenberg, O., die Hymenopteren Deutschlands. Leipzig 1866. Mayr, G., die europäischen Formiciden. Wien 1861. Tirol: Dalla Torre, K. v., die Apiden Tirols. Zeitschr. d. Ferdinand. Innsbr. (III). 21. 1877 S. 161—196. Dalla Torre, K. v. u. Kohl, Fr., die Chrysiden und Vesparien Tirols. Bericht d. naturw. med. Ver. Bd. 8. 1878. Gredler, M. V., die Ameisen Tirols. Bozen 1858. Kohl, Fr., die Raubwespen Tirols. Zeitschr. d. Ferdinand. 1879 S. 95ff. Aichinger, V., die Tenthrediniden und Fossorien Tirols. ibid. (III). 15. 1870 S. 293ff. Bearbeitungen der übrigen Ordnungen stehen noch aus; in der Schweiz wirkt in diesem Gebiet speciell E. Frey-Gessner in Genf und in Bayern Dr. J. Kriechbaumer in München; — ausserdem vergleiche: Latzel, Beiträge zur Fauna Kärntens. Jahresber. Klagenfurt 1876, S. 91ff.

höchst verschiedene Insecten enthält. Gerade dadurch wären sie zu ganz besonderem Studium berechtigt gewesen, und trotzdem sind sie sehr stark vernachlässigt worden: es gibt nicht ein einziges auf modernem Standpunkt stehendes Werk, das dieselben behandelt; noch weniger faunistische Arbeiten oder dergl. Um so wichtiger ist es, gerade aus dieser Gruppe recht viel Material, recht viele Standortsangaben und recht reichhaltige Beobachtungen zu erhalten; jede Form aus dem Hochgebirge ist interessant, sehr viele noch unbeschrieben, somit wissenschaftlich unbekannt; auch über die Verbreitung ist noch sehr wenig bekannt geworden.

Fangstellen. Die Immen lieben den Honigsaft der Blumen ganz ausserordentlich und versorgen zum grossen Theil auch ihre Brut mit solchem; daher hat man honigreiche Stellen oder ihre Brutstellen aufzusuchen.

1. Blühende Sträucher und Dolden, dann auch Korbblüthler, Lippenblüthler, Schmetterlingsblüthen, namentlich von ersteren aber Rosen, Weiden, Weissdorn, Attich u. dgl. sind Hauptfundstellen für Immen; man fängt sie daselbst mit der Scheere ab oder liest sie aus dem Kötscher auf. — 2. Sträucher oder Gebüsch mit Blattläusen gibt reiche Beute, namentlich Schilf und Eichengestrüpp; man fängt sie auf dem Anstand stehend einzeln ab. — 3. Taschenberg empfiehlt den Fang an Rändern von Pfützen, wo sie nach anhaltend trockener Witterung zur Tränke kommen. — 4. Lehmwände, lehmige Hohlwege, Sandflächen, und Sandgräben an Waldrändern sind, von der Sonne beschienen, ungemein reiche Sammelplätze. — 5. Faule Baumstrünke, mürbes Holzwerk von Zäunen, ausgehöhlte Pflanzenstengel und Gallenbildungen sind die Brutstätten vieler Arten und werden reiche Beute liefern; oft erreicht man vieles durch die Zucht. — 6. Von Moos bedeckte Stellen an den Wurzeln alter Baumstämme oder Baumrinde bergen namentlich halberstarrte überwinterte Insecten.

Die zu tödtenden Thiere werden, gleichgiltig ob gross oder klein, in ein mit Papierschnitzeln versehenes Fläschchen gegeben und mittels schwefeliger Säure durch Anzünden eines Zündhölzchens erstickt; speciell sei gewarnt, sie in Spiritus zu werfen und so zu tödten, da die behaarten Bienen dadurch ab-

solut unbrauchbar werden. Die Nadel wird, wie bei den Schmetterlingen möglichst in der Mitte des Bruststückes hineingetrieben.

Die Zucht kann nur in jenen Fällen Resultate abwerfen, wenn die Brut nicht mehr weiter von den Eltern versorgt werden muss. Es ist dies der Fall bei den Gallwespen, die man aus den Pflanzengallen erhält und bei den Blattwespen, deren Larven denen der Schmetterlinge ähneln und deren Zucht ebenso betrieben wird. Schlupfwespen entstehen — gegen den Willen der Schmetterlingszüchter — aus den Raupen und Puppen der Schmetterlinge und sind um so werthvoller, je seltener diese sind; von den alpinen Ichneumonen (Schlupfwespen) ist auch noch kaum ein einziges Wohnthier (Wirth) bekannt. Wer daher alpine Schmetterlingsraupen zieht, der bereichert die Wissenschaft, wenn er die statt der Schmetterlinge ausschlüpfenden Immen eigens in Gläschen oder Papierröhrchen verwahrt und nebst Angabe des Wirthes einem Hymenopterologen zur Bestimmung einsendet; ja selbst die Frage, ob alpine Schmetterlingsraupen auch von thallebenden Schlupfwespen gequält werden, ist nicht entschieden.

Die Bienen, Wespen und Raubwespen versehen ihre Brut mit einem ganz besonderen Futter; erstere mit einem Honigbrei aus Nectar und Pollen, letztere mit betäubten, narkotisirten Raupen, Fliegen und Käfern u. s. w. Da somit an eine künstliche Fütterung nicht gedacht werden kann, so sind bei diesen Gruppen Beobachtungen in der freien Natur von grösstem Werth, und der Speisezettel, mit dem manche Raubwespe ihre Brut versorgt, weist 30 und selbst mehr Fleischsorten auf aus allen erdenklichen Gruppen. Das Abfangen derartiger mit Beute beladener Weibchen ist daher ebenfalls ein Gewinn für die Kenntniss der Lebensweise dieser Thiere, und man trachte daher stets, die Zusammengehörigkeit der beiden Stücke nicht aus dem Auge zu verlieren. Wieder andere leben als Schmarotzer in den Nestern anderer Arten, denen sie oft im Kleide von aussen gar nicht unähnlich sehen; auch das ist von Interesse zu erfahren, in wessen Haushalt die betreffende Art parasitisch lebt, oder welche Arten eine bestimmte Art im Haushalt duldet: die tausendfache Abwechslung und Mannigfaltigkeit im Leben der Immen übersteigt die kühnsten Vorstellungen, die wir uns von

diesen kleinen, scheinbar unbedeutenden Thierchen machen können und verdient unsere vollste Aufmerksamkeit.

IV. Ordn.: Fliegen, *Diptera*,[1]) leicht daran zu erkennen, dass sie nur zwei häutige Flügel besitzen; die Mundtheile sind zum Saugen eingerichtet. Fliegen finden sich überall und zu allen Tageszeiten, besonders Morgens und Abends, wo blumenreiche Wiesen, namentlich Dolden, vorkommen. Auch in Waldblössen, an Buschwerk, auf Blättern, die mit Blattläusen besetzt sind, auf Schilf und Röhricht, Klafterholz, Baumstämmen und Holzplanken fliegen sie zahlreich an, da häufig klebrige Massen, z. B. Harz u. dgl., sie anlocken. Doch auch auf dem Wasser laufen oder über dem Wasser schweben gewisse Arten; auf diese ist besonders Jagd zu machen. Andere finden sich an sonnendurchbrannten Lehmwänden, dann auf und an zerstörten und zerfressenen Korb- und Blüthentöpfen; viele lieben Aas. Die charakteristischen Hochwildbremsen (Oestriden) sind nur an und um die höchsten Punkte hochgelegener Oertlichkeiten aufzufinden, z. B. auf hohen Aussichtsthürmen, die sie im Sonnenschein schaarenweis umschwärmen; sie leben als Larven im Wilde und können sonst nicht leicht oder nur zufällig bei derartigen Untersuchungen gefunden werden. Gallen von Pflanzen liefern ebenfalls oft zahlreiche Fliegenarten und Individuen, ebenso Pilze. Der Fang geschieht ganz in derselben Weise, wie jener der Immen, mittels der Klappe; ebenso werden auch die Fliegen aufgespiesst und getödtet. Stets achte man darauf, dass der Körper der Fliegen viel weicher und zarter ist, als der der Immen, und dass daher auf deren Behandlung möglichste Sorgfalt zu verwenden ist; namentlich gilt dies bei den äusserst zarten und langbeinigen Mücken (»Schneider«), denen die Füsse sehr leicht ausfallen. Kleine Fliegen werden ebenfalls in besondere Röhrchen oder Gläschen gegeben.

Um Fliegen zu züchten, legt man die die Larven enthaltenden Pflanzentheile, Gallen, minirte Blätter, hohle Stengel,

---

1) **Literatur:** Schiner, J., Fauna Austriaca. Wien 1864. Tirol: Palm, J., Beitrag zur Dipteren-Fauna Tirols. Verh. Z.-B. Ges. Wien 1869. S. 395 ff. Zweiter Beitrag zur Dipteren-Fauna Tirols. Zeitschr. d. Ferdinandeums. III. 16. 1871. S. 370—377. Koch, L., Beitrag zur Dipterenfauna Tirols. ibid. 17. 1871. S. 329—344. Salzburg: Storch, F., Verzeichniss d. Dipteren Salzburgs. Mittheil. d. Ges. f. Salzb. Landeskde. Bd. V. 1865. S. 105—123.

Schwämme, mulmiges Holz, thierische Excremente etc. auf etwas feuchte Erde, deckt sie mittels einer Drahtglocke oder einer Glasplatte zu und befeuchtet sie ab und zu. Wenn die Larven nicht zu jung, also zu lange den verhältnissmässig unnatürlichen Verhältnissen anvertraut sind, gelingt die Zucht nicht schwer; Gallen- u. dgl. Bildungen kann man übrigens erst vom Stengel herabnehmen und einlegen, wenn die Larven bereits ziemlich erwachsen sind, wodurch die Zucht an Sicherheit gewinnt. Besonders interessant wäre die Zucht von Raupenfliegen (Tachinen) aus den Raupen alpiner Schmetterlingsarten; ihre Wohnthiere sind so gut als unbekannt. Auch der Brutstättenparasitismus einzelner Arten wäre sehr interessant und, falls man die Brutstätte einer Fliegenart gefunden hat, nicht einmal sehr schwierig zu erforschen.

V. Ordn.: Netzflügler, *Neuroptera*,[1]) zeichnet sich aus durch die vier häutigen vieladerigen Flügel und die beissenden Mundtheile und ist im Alpengebiet nur gar kärglich vertreten. Die Fang- und Behandlungsweise stimmt mit den vorigen und zum Theil den folgenden (Wasserjungfern) vollständig überein.

VI. Ordn.: Geradflügler, *Orthoptera*.[2]) Sie enthält als bekanntestes Vorbild die Heuschrecken und die Ohrwürmer, doch auch die weichflügeligen Wasserjungfern unserer Gewässer, sowie die zarten Eintags- und Florfliegen zählen hierher. Der Hauptunterschied von der vorigen Ordnung besteht darin, dass bei den ersteren die aus den Eiern schlüpfenden jungen Thierchen den Aeltern ganz unähnlich sind, während sie bei den letzteren bereits die Gestalt, doch noch nicht deren Grösse haben; erstere entwickeln sich mittels »vollkommener Verwandlung«, letztere durch Häutungen zum Geschlechtsthiere. Man fängt die Netz-

---

1) **Literatur:** Brauer, Fr., und Löw, Fr., Neuroptera Austriaca. Wien 1857. Tirol: Ausserer, C., Neuroptera Tirolensia. Zeitschr. d. Ferdinandeum, III. 14. 1869. S. 219 ff. Schweiz: Schoch, G., Analytische Tafeln zum Bestimmen der schweizerischen Libellen. Mitth. Schweiz. Nat. Gesellsch. Bd. 5. 1880. S. 331 ff. Mayer-Dür, Neuropteren-Fauna der Schweiz. ibid. IV. 1. S. 281—424.

2) **Literatur:** Fischer, L. H., Orthoptera Europaea. Lipsiae 1854. Tirol: Graber, V., Die Orthopteren Tirols. Verhandl. d. Z.-B. Ges. zu Wien. 1867. S. 251 ff. Desselben: Analytische Uebersicht über die in Tirol beobachteten Orthopteren. Zeitschr. d. Ferdinandeum. III. 13. 1867. Schweiz: Schoch, G., Die schweizerischen Orthopteren. Zürich 1876.

flügler und die zartflügligen Geradflügler, von denen in der Alpenregion wohl nur wenige Formen zu finden sind, am besten an Gebüsch und Schilf, namentlich nahe an Gewässern, mittels des Schmetterlingsnetzes oder der Klappe; an trüben Tagen sowie gegen Abend sitzen die Thiere ruhig auf den Pflanzen und lassen sich leicht mit den Fingern ergreifen; einige Arten fliegen zur Nachtzeit. Die Heuschrecken, deren Artenzahl auch in der Alpenregion ziemlich gross ist, die aber namentlich durch den Reichthum an Individuen, sowie durch ihre Beweglichkeit im Sonnenschein auffallen, sind allbekannte Bewohner unserer Bergwiesen und Gebüsche; namentlich an Waldesrändern, dann auf Heuhaufen tummeln sie sich reichlich, sind aber nur schwierig und bei viel Uebung mit der Hand oder mit der Klappe zu fangen. Viel Material erhält man übrigens mit dem Kötscher, wobei man nur darauf zu achten hat, dass möglichst wenig aus demselben entflieht und bei dem Ergreifen die Beine nicht ausgerissen werden. Die Beute gibt man dann in besondere Flaschen, welche mit Papierstreifchen versehen werden und deren Stöpsel einen mit Chloroform oder Essigäther befeuchteten Schwamm enthält; in diesen werden sie getödtet. Natürlich dürfen weder zu viele, noch dazwischen hinein zartflügelige Thiere zugleich in denselben untergebracht werden. Das Tödten in Spiritus ist im Fall der Noth anwendbar, doch wo möglich zu meiden, da dadurch die Farben leiden.

Die Nadel wird beim Aufspiessen bei allen hier besprochenen Arten in den hinter dem Kopf liegenden Körperabschnitt und zwar in dessen Mitte gesteckt; bei den dünn- und schwerleibigen Arten ist es von Vortheil, bis sie trocken sind, den Hinterleib mittels eines recht festen Cartons oder mittels zweier gekreuzter Nadeln zu unterstützen und gerade zu halten.

Die Ohrwürmer und die Schaben (Blatta), deren Culturbrüder als »Schwaben« und »Russen« allbekannt sind, leben tagsüber unter Steinen, in Fugen von Rinden, Pflanzenstengeln u. dgl. Diese tödtet man, indem man sie in Spiritus wirft. Die Erforschung ihrer verticalen Verbreitung ist von grossem Interesse. Auch die unter feuchtem Holze und Steinen vorkommenden Springschwänze und die auf Säugethieren und Vögeln vorkommenden Pelzfresser — beide flügellos — sind einzusammeln.

Zu ersteren zählt unter anderen Alpenformen der berühmte Gletscherfloh (*Desoria glacialis*).

VII. Ordn.: Schnabelkerfe, *Rhynchota,*[1]) haben eine unvollkommene Verwandlung. Auch bei ihnen sind hartflügelige Insecten, die Wanzen, und hautflügelige, die Zirpen, zu unterscheiden; erstere ähneln oft ganz auffällig den Käfern, letztere den Immen oder selbst den Fliegen. Auch die Fangstellen und Fangweise entspricht gar vollständig den ersteren: Buschwerk, gleichgiltig, ob blühend oder nicht, Gräser und Wiesenblumen sind es, wo sie sich in Mehrzahl finden; doch auch unter Laub, Steinen, Holzblöcken, Rinden, selbst im Sande und auf Aas. An all' diesen Orten werden die Thiere mit dem Streifsack gestreift oder einfach mit freier Hand gefangen. Einige Wanzen laufen am oder schwimmen im Wasser und werden mit einem Netz gefischt; einige stechen mit dem Rüssel und erfordern daher rasche Behandlung, ebenso die springenden Cicaden.

Die gesammelten Insecten werden in Fläschchen gegeben, in denen Aether- oder Chloroformdämpfe entwickelt werden, oder in Flaschen, die mit Spiritus gefüllt sind; kleinere Thiere gibt man separat in Hülsen oder Röhrchen.

Gespiesst werden die Schnabelkerfe am besten wie die Käfer, nämlich ausnahmslos auf der rechten Flügeldecke; kleine Formen werden aufgeklebt, nicht angespiesst und werden daher am besten in diesen Röhrchen transportirt, um so mehr, als die Bestimmung oft das Betrachten des Stückes von allen Seiten nothwendig macht. Die hieher gehörigen Blatt- und Schildläuse lassen sich nur schwer aufbewahren und präpariren, wesshalb von der Besprechung des Fanges hier abgesehen werden muss, so interessant Daten über das Vorkommen dieser Arten im Hochgebirge wären.

2. Klasse: Spinnenthiere, Arachnoidea.[2]) Hierher gehören die

1) **Literatur:** Fieber, Fr., Fauna Austriaca Hemiptera. Wien 1863. Tirol: Graber, V., kleiner Beitrag zur Hemipterenfauna Tirols. Zeitschr. d. Ferdinandeum. III. 13. 1867. S. 255 ff. Gredler, V., Rhynchota Tirolensia (Heteroptera). Verhandl. Z.-B. Ges. Wien 1870. S. 69 ff. Mayr, M., Rhynchota Tirolensia (Homoptera). Ber. d. naturw. u. med. Vereins. Innsbr. X. 1879. S. 79—101.

2) **Literatur:** Tirol: Ausserer, A., die Arachniden Tirols. Verh. Z.-B. Gesellsch. Wien 1867. S. 137 ff. Koch, L., Beiträge zur Arachnidenfauna Tirols. Zeitschr. d. Ferdinandeum. III. 14. 1869. u. 17. 1872. Koch, L., Verzeichniss der in Tirol bis jetzt beobachteten Arachniden. Ebd. 20. 1876. S. 219—354.

allbekannten Spinnen und Weberknechte, der »Siebenfuss« im Volke, ausgezeichnet durch die Zweitheilung des Körpers, Kopfbruststück und Hinterleib; durch die acht Beine, welche mehr oder weniger lang und dünn sind und mehrere Augen auf dem Kopfbruststück; Fühler fehlen ihnen stets.

Die hieher gehörigen Arten sind überall und durch alle Regionen verbreitet, ja selbst auf dem spärlichen Erdreich zwischen Gletscherfeldern begegnen uns ab und zu derartige Formen. Das Sammeln von Spinnenthieren ist auch für den Touristen nicht mit Schwierigkeiten verbunden, da die hieher gehörigen Arten überall unter Brettern, Steinen und Rinden, oft auch auf Blumen in eigenen Gespinnsten nicht selten sind; einige Arten leben am Wasser. Viele, namentlich Weberknechte, kommen Abends an das beleuchtete Fenster oder auch an Bergfeuer heran und können, da sie ganz schadlos sind, mit der Hand ergriffen werden; Milben leben meist unter Moospolstern, an Insecten, namentlich Rosskäfern u. dgl.

Man tödtet sie, indem man die Thiere, die kleinen in eigenen Gläschen, in Spiritus wirft; durch Anwendung verschiedener etwa nummerirter Fläschchen kann man die Regionen angeben, wo man dieselben fing. Wenn sie lange in Spiritus gelegen sind, so ist es gut, diesen abzugiessen und womöglich durch neuen zu ersetzen. Manche Spinnen tragen einen Eiersack mit sich herum; auch diesen trachte man zu erhalten, und bezeichne das Stück, dem er abgenommen wurde, etwa dadurch, dass man sie in ein Fläschchen zusammengibt. Das Nest kann nicht erhalten bleiben; von hochlebenden Thieren kann es etwa gezeichnet und durch das bauende oder lauernde Individuum für die Art belegt werden. Auch andere biologische Momente sollen Berücksichtigung finden, z. B. wie das Männchen dem Weibchen mittels des Kiefertasters das Sperma vermittelt, wie der Bau des Netzes begonnen wird etc.

3. Klasse: Tausendfüssler, Myriapoda.[1] Der hyperbolisch gebildete Name deutet auf die grosse Anzahl von Beinen hin, mit welchen diese Thiere versehen sind. Es sind lichtscheue, oft den

---

1) **Literatur:** Latzel, R. D., die Myriapoden d. österr.-ung. Monarchie. Wien 1880. (I. Chilopoden.)

Asseln ähnliche Arten, welche Tag über in Verstecken, unter Steinen und abgefallenen Pflanzenresten, unter Düngerhaufen und Baumrinde leben und Nachts hervorkommen, um Bäume, Sträucher, Planken und Mauern zu erklimmen; auch bei feuchter Witterung verlassen sie oft ihre Schlupfwinkel.

Da über ihre verticale Verbreitung sehr wenig sicher gestellt ist, und namentlich alpine Arten nur in geringer Zahl gefunden und bekannt gemacht worden sind, so ist in diesem Gebiet noch ein reiches Feld der Thätigkeit geöffnet; vielleicht ist es auch hier um so eher zu erwarten, als man die Thiere, welche zwar beim Fangen sich sehr zornig geberden, einfach mit den Fingern zu ergreifen und entweder vorerst mittels Aether zu betäuben hat oder auch nur in eine mit Spiritus gefüllte Flasche wirft. Letzteres hat den Nachtheil, dass die Thiere sich spiralförmig zusammenziehen und abbrechen; durch vorheriges Betäuben dagegen bleiben sie gestreckt.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen gepaarte Stücke; sie sind stets als zusammengehörig kenntlich zu machen und womöglich in ein eigenes Fläschchen zu geben. Auch junge Stücke, wie man sie beim Aufheben eines Steines manchmal zu Gesicht bekommt, vielleicht auch die noch vorhandenen Kerfreste, z. B. Flügeldecken von Käfern und Wanzen sind mitzunehmen oder letztere wenigstens zu bestimmen und zu notiren. Andere Beobachtungen würden sich etwa über die Phosphorescenz, die Geschwindigkeit des Laufes, die Art der Vertheidigung: Beissen, Zusammenrollen etc. zu erstrecken haben.

4. Klasse: Krustenthiere (Krebse), Crustaceae.[1]) Mit dieser Klasse beginnt sozusagen das Reich der Wasserthiere; die wenigen Landformen werden durch die Asseln repräsentirt. Sie leben unter Steinen und Moos und sind beim Sammeln durch Einlegen in Spiritus zu tödten. Ihre Verbreitung in verticalem Sinn ist noch nicht erforscht und jedes Thier liefert daher einen Beitrag zur Lösung dieser Frage. Durch ausgelegte Früchte,

---

1) **Literatur:** Tirol: Heller, C., die Crustaceen Tirols. Berichte d. naturw.-med. Ver. Innsbruck. I. 1871. Schweiz: Lutz, A., Untersuchungen über die Cladoceren in der Umgebung von Bern. Mittheilg. d. naturf. Gesellschaft in Bern. 1879. S. 38—54. Amstein, Aufzählung und Beschreibung der Myriapoden und Crustaceen Graubündens. Jahresber. d. naturf. Gesellsch. Chur. II, S. 112 ff.

Kartoffel etc. können dieselben künstlich angezogen werden; auch Aas geniessen sie. Alle leben nächtlich, sind aber auch an Feuern nicht selten zu sehen. Die übrigen Ordnungen, wie die Zehnfüssler oder eigentlichen Krebse (*Decapoda*), dann die Flohkrebse (*Amphipoda*) und die Spaltfüsser (*Copepoda*) sind wasserlebende Formen, von denen die ersteren noch dazu sehr artenarm sind. Doch ist auch bei ihnen die Constatirung der Höhengrenze von wissenschaftlichem Interesse; die Spaltfüssler sind ausserordentlich klein und müssen mittels Leinwandnetzen gefangen werden; die vorhandenen oft mikroskopisch kleinen Formen werden dann in Spiritus getödtet. — Sie gehören in die Ordnung der Kieferfüssler (*Branchiopoda*), zu denen auch einige winzig kleine Krebse unserer Süsswässer gehören; die Tümpel der Gletschergewässer sind daher zu durchfischen und die gefundenen Thiere in Spiritus zu tödten.

Typus: Weichthiere, Mollusca.[1]

Hierher gehören die 2 Gruppen der Schnecken (*Gasteropoda*) und der Muscheln (*Acephala*), von denen jedoch am Festland nur wenige Arten einheimisch sind, im Vergleich zu der Unmasse von marinen Arten und Formen. Trotzdem gibt es auch auf diesem Gebiet noch viel Neues zu entdecken und namentlich die verticale Verbreitung der Thiere ist noch nicht genau erforscht; durch zahlreiche Belegstücke aber kann das bisherige verhältnissmässig spärliche Material und damit auch die Kenntniss über die verticale Verbreitung bedeutend erweitert werden. Es möge daher im folgenden das Wichtigste über die Lebensweise und den Fang z. Th. nach Clessin hier angeführt werden. Im allgemeinen verkriechen sich die meisten Weichthiere

1) **Literatur:** Clessin, S., deutsche Molluscenfauna. Nürnberg, Bauer 1876. (Alpine Vorländer.) Fischer, J., Faune malacolog. des vallées de Cauterets (Pyren.). Journ. Conchyl. Tom. 23. 1876. (Verticale Verbr. in den Alpen.) Tirol: Gredler, V. M., Tirols Land- und Süsswasser-Conchylien. Verhandl. d. Z. B.-Ges. Wien 1858 u. 59 und Sep. Miller, J., die Schalthiere des Bodensees. Schrift. d. Gesch. des Bodensees. Bd. 4. 1873. Kärnten: v. Gallenstein, Kärntens Land- und Süsswasser-Conchylien. Heidinger Berichte etc. v. Freunden d. Naturwissensch. in Wien. Bd. 6. S. 97 u. 211. Schweiz: Stabile, G., Fauna elvetica delle conchiglie terrestri e fluviatili. Lugano 1845. 8. S. 88. tab.; neuere Arbeit über Graubünden s. a. a. O. S. 68 ff.

während der kältesten und heissesten Jahres- und Tageszeit und kommen bei feuchter Witterung hervor. Nacktschnecken jedoch finden sich auch nahe der Schneegrenze unter abgestorbenem Laub, die übrigen unter Steinen, in Erdlöchern, Felsspalten und unter der Rinde. Es ist von Vortheil, bei oder nach Regen Schnecken zu sammeln, auch sind die frühesten Morgenstunden und der Abend werthvoller für den Fang als die Mittagszeit. Während dieser Zeit finden sich Schnecken namentlich an der Unterseite von Blättern der Kräuter und Gesträuche, an Mauerwerk, Holzzäunen, Baumstämmen, auf Wiesengrund in Waldmoos; die schönsten Gehäuse sammelt man, namentlich von Wasserconchylien im Frühling und Herbst — soweit es das Thal betrifft; letztere am Wassergrunde, wenn dieses am niedrigsten steht. Oft werden Wassermolluscen ans Land geschwemmt und lassen sich nach Rückzug des Wassers leicht sammeln. Ein ganz besonderes Augenmerk richte man auf die feuchten schattigen Orte, Quellen der Hochgebirge und deren umgebende Moospolster, Gräben und Bachufer, Tümpel mit Gletscherwasser; einige Arten von Schnecken suchen dagegen nur trockene Felsen, namentlich Kalk und Thonboden. Gerade im Gebirge, wo das Klima ohnehin durch die häufigen Nebel ausserordentlich feucht ist, und die Thiere in den zahllosen Ritzen und Spalten der Felsen leicht Zuflucht finden, finden sich an trockenen Wänden und auf trockenem Kalkboden verhältnissmässig mehr Formen, als auf den zu feuchten Moospolstern. Von diesem werden sie dann mittels Flüssen ins Thal geführt und siedeln sich dort manchmal für bleibend an; dann besuchen sie daselbst altes Mauerwerk und selbst Holz.

Für die Wassermolluscen ist die Temperatur des Wassers von Wichtigkeit, und darauf soll auch beim Fang Rücksicht genommen werden, indem man diese notirt. Auch andere Verhältnisse kommen dazu: Stehendes und fliessendes Wasser enthalten besondere Gattungen, Arten und Varietäten; Wässer mit starkem Gefäll oder viel und grossem Geröll oder Geschiebe enthalten fast keine Molluscen; an stark bewegten Wasserstellen, die der Flutbewegung stark ausgesetzt sind, leben ebenfalls besondere Arten. Die meisten Arten leben in stehenden und leicht beweglichen Gewässern und grosse Alpenseen mit

Wogenschlag haben ihre eigenen Formen;[1] manche leben nur in kalkhaltigem Wasser. Ebenso wirkt der Boden ein, und namentlich im Grundschlamm grösserer Seen oder wenig fallender Gebirgsbäche finden sich reichliche Muscheln, die wegen ihrer ganz enormen Variabilität von Interesse sind. Manche leben übrigens am Rande der Gewässer, andere an tieferen Stellen derselben; ja einige Muscheln der Alpenseen bewohnen Tiefen von 80 m und mehr. Derartige Beobachtungen und Angaben dem betreffenden Stück beigefügt würden von höchstem Interesse sein.

Das Sammeln geschieht am besten aus freier Hand, indem man die Formen, deren man ansichtig wird, vom Untergrund ablöst; auch im Mulm von faulendem Laub und in feinem Humus mag gesammelt und etwa zu Hause durchsucht werden; namentlich ist die Erde unter dem abschmelzenden Eis zu untersuchen. Die im Wasser lebenden Molluscen müssen mittels eines starken Streifsackes, wie er bei den Insecten beschrieben wurde, gefischt werden; die oberflächlich schwimmenden Wasserpflanzen, namentlich aber der am Grunde liegende Schlamm, enthalten viele Arten; letzterer wird heraufgezogen, langsam und sorgfältig ausgewaschen; auch an Steinen sitzen manche Arten fest — und diese können mit der Hand heraufgeholt werden.

Die Beute gibt man in eine weite, stark verschlossene Flasche, doch scheidet man die Wassermolluscen von den landlebenden, und entfernt aus ersteren vor dem Einlegen das Wasser. Zwischen die grösseren Stücke legt man Moos; namentlich trockenes Torfmoos oder Flechten, um das Rollen und das gegenseitige Anschleimen zu verhindern. Um Raum zu ersparen, werden die Thiere auch wohl aus den Schalen herausgeschnitten und diese einfach aneinandergelegt; recht kleine Muscheln und Schnecken gibt man in besondere Glas- oder Papierhülsen.

Das Tödten geschieht am einfachsten, indem man die gesammelten Thiere in heisses Wasser von 100° einsenkt; dann wird das Thier mittels einer etwas gekrümmten Nadel aus dem Gehäuse herausgezogen. Nur ganz kleine Molluscen werden

---

1) Clessin, S., Molluscenfauna der oberbair. Seen. Correspondenzbl. min.-zool. Ges. in Regensburg 1874.

nicht entfernt, sondern einfach an der Sonne oder auf dem heissen Herde getrocknet. Je besser dieses Austrocknen erfolgt, desto besser halten die Schalen ihre Farbe; faulende Thiere im Innern verändern dieselbe. — Desshalb pflegt man einige Landschnecken auch auf 3—5 Tage ins Wasser zu legen; dadurch faulen die Thiere und können leicht herausgenommen werden; besondere Sorgfalt ist nothwendig, dass nicht einzelne Reste nach dem Lösen des anhaftenden Bandes in der Schale zurückbleiben. Die grossen Muscheln schneidet man einfach aus, indem man die Muskeln entfernt; und zwar zuerst vom Spalt her den Schliessmuskel, dann bei geöffneter Schale den anderen; bei den kleinen Muscheln verdunstet das Wasser leicht von selbst; dadurch trocknen die Thiere ein und können mittels eines Bürstchens herausgebürstet werden.

Wichtig ist es, auf längeren Excursionen die grossen Molluscen täglich mit heissem Wasser abzubrühen; kleine werden lebend transportirt. In feuchtem Moose halten sie lange aus; falls sie sterben, hat man sie vor Schimmel zu bewahren.

Die **weiteren Typen** der Würmer, *Vermes*, — der Stachelhäuter, *Echinodermata*, — der Hohlbäuche, *Coelenterata*, und der Aufgussthierchen, *Infusoria*, enthalten zum Theil Formen, die ausschliesslich nur das Meer bewohnen, oder die so klein sind, dass sie sich der Verfolgung entziehen, und daher als wasserlebende Thiere aufs geradewohl in einem aufgefangenen Wassertropfen mit dem Mikroskop untersucht werden müssen; sie alle gehören trotz des vielfachen Interesses nicht ins Gebiet dieser Anleitung. Nur bezüglich des ersten Typus, der Würmer, mag erwähnt werden, dass vielleicht in Alpen-Gewässern sich ab und zu Wasserwürmer (*Gordius*, sog. »Ifern«, »Wasser-« oder »Märzenkälber«) finden; diese sind, wie ev. andere vorkommende Formen (z. B. Regenwürmer) zu sammeln und in Spiritus aufzubewahren; auch ist es von Werth, die Temperatur des betreffenden Wassers anzumerken, wie das überhaupt bei Quellen oder Tümpeln mit organischen Wesen nicht genug empfohlen werden kann.

Schluss. Hiemit schliesse ich den zweiten Theil der Arbeit, mit dem Wunsch, dass durch die vorliegende, nur dem praktischen Bedürfniss entsprungene und dienende Arbeit denn

doch mancher Tourist oder Bewohner der Alpen angeregt werden möge, in der oben klar gelegten Weise mitbauen zu helfen am Gebäude der Wissenschaft der Thiergeographie, sei es durch Vermittlung von Naturalien, sei es durch Zubringung von einschlägigen Notizen; gleichzeitig aber mache ich jene, welche sich dafür interessiren, aufmerksam, dass der um die zoologische Durchforschung Tirols so hochverdiente Univ.-Prof. Dr. C. Heller in Innsbruck eine seit Jahren im Wachsen begriffene Sammlung der alpinen Fauna zusammengestellt und mit den betreffenden genauen Fundorts-Notizen versehen hat; dieselbe befindet sich in einem eigenen Schrank des zoologischen Universitäts-Cabinets. Ebenso wurde auf seine Anregung vom Verwaltungsausschuss des Landesmuseums Ferdinandeum eine Subvention zur zoologischen Durchforschung des Hochgebirges bewilligt, die in den Jahren 1876—78 vorgenommen wurde und das Material zu der im Landesmuseum aufgestellten Sammlung alpiner Thiere lieferte. (Siehe auch: Heller, Verbreitung der Thierwelt etc. S. 105.)

Im übrigen erklärt sich Verfasser dieser Arbeit mit Freuden bereit, ev. an ihn gesendete Objecte zu bestimmen oder ihre Bestimmung zu ermöglichen und ersucht für diesen Fall um weitere Weisung, wohin er das betreffende Exemplar leiten soll; für den Fall, dass der Finder oder Einsender auf die Rücksendung verzichtet, würde er dasselbe einer der betreffenden Sammlungen einverleiben, um dieselben möglichst zu vervollständigen: denn nur durch viele Kräfte kann ein solches Riesenwerk vollendet werden.

III.

Allgemein faunistische und biologische Momente, auf welche die Beobachtungen zu richten sind.

Während im vorigen Abschnitt die einzelnen Thiergruppen in systematischer Anordnung vorgeführt wurden, theils um darzulegen, was im allgemeinsten hierüber bekannt geworden sei,

theils um zum Einsammeln von Objecten oder zur Notiznahme von biologischen Beobachtungen anzuregen, werden hier ganz allgemeine, für alle oder doch viele Thiergruppen wichtige Momente behandelt, um auch derartige Beobachtungen zu erhalten. Sie sind gewissermassen das Resumé von Einzelbeobachtungen und haben daher Anspruch auf ein allgemeineres Interesse.

Die erste und wichtigste Aufgabe ist wohl die Beobachtung der geographischen Verbreitung einer bestimmten Thierart in horizontaler und verticaler Richtung.

In Bezug auf die horizontale Verbreitung, d. i. auf die Verbreitung einer Thierform im Sinne von Ost nach West, oder von Nord nach Süd ist zu konstatiren, an welchen Punkten überhaupt diese Art gefunden, resp. beobachtet wurde; ob sie also z. B. durch die ganze Alpenkette geht, oder ob sie nur in den Centralalpen sich finde, oder ob sie nur auf ein kleines Gebiet der ersteren, wie z. B. den Rhaetikon etc., beschränkt sei; von weiterem Werth ist es, zu wissen, ob das Verbreitungs-Areal durch natürliche Grenzmarken umschlossen ist, wie etwa durch Fluss- oder Bachufer, einen Jochübergang u. s. w. oder, ob eine Art in einem Hochthale an einem oder an beiden Seiten eines Jochüberganges zu treffen ist, namentlich, wenn dasselbe in Bezug auf die Abdachung, also auch auf die Insolation verschiedene Verhältnisse zeigt, indem diese z. B. gegen Norden und Süden gelegen oder etwa von anderer Bodenbeschaffenheit ist.

Auf diese Weise erhält man durch Zusammenfassung der gegebenen Anhaltspunkte einen ziemlich sicheren Einblick in die horizontale Verbreitung einer Art, welche im Zusammenhalt mit den Fundstellen der Ebene oder der Mittelgebirgsländer auch über andere geologische oder biologische Fragen Aufklärung zu geben vermag.

Die ungleich wichtigere Angabe aber in Hinsicht auf die Verbreitung einer Thierart bezieht sich auf die verticale Erhebung derselben, in welcher sie beobachtet wurde, und hierin kann es der Gebirgssteiger manchem Naturforscher voraus thun oder kann ihn wenigstens unterstützen, indem er ihm Material verschafft; ist die erste Anforderung bei allen Beob-

achtungen, Gewissenhaftigkeit, vorhanden, so kann die zweite, die Kenntniss der Art, entbehrt werden, wenn das Object vorliegt. Bei kleinen Objecten, wie z. B. kleinen Schnecken oder Insecten, geht dies leicht, wenn man dieselben je nach der Höhe in verschiedene und die von derselben Höhe in ein- und dasselbe Gläschen zusammengibt und durch Nummern oder dergl. die Höhe notirt; grössere Stücke versieht man einzeln mit Nummern und notirt sich deren Bedeutung; »trust nothing to memory« mahnt Darwin, einer der grössten Beobachter der Erde.

Zur Bestimmung der verticalen Verbreitung hat man zu trachten, die Höhe des betreffenden Punktes, auf welchem man das Stück findet oder beobachtet, etwa auf Zehner von Metern anzugeben. Man erreicht dies auf mehrfachem Wege:

1. Mittels eines detaillirten Höhenverzeichnisses.[1] Solche beziehen sich allerdings meist nur auf bewohnte Punkte oder auf die Spitzen oder Sättel von Bergen und sind in Reisehandbüchern oder Zeitschriften zusammengestellt.

2. Mittels genauer Karten des Gebietes,[2] in denen die sog. Isohypsen von 10—50 m Abstand eingetragen sind; wo Detailaufnahmen mit solchen fehlen, sind die neuesten Generalstabsaufnahmen von grosser Bedeutung.

3. Mittels der Beobachtungen der Vegetation oder anderer Anhaltspunkte.[3] Es ist begreiflich, dass diese Art der Höhenbestimmung keine sicherverlässliche ist, und das um so weniger, als die Höhengrenzen der Pflanzen zu sehr von äusseren Umständen abhängig sind, wie z. B. von der Insolation, vom Gestein, von nahen Gletschermassen u. s. w., sowie auch Unverlässlichkeiten in den Angaben dadurch entstehen, dass sich die Physiognomie der Umgebung nicht plötzlich und mit einemmal ändert, sondern allmählich ein Vegetationsbild in ein anderes übergeht. So finden sich z. B. die allbe-

---

1) und 2) **Literatur:** Findet sich in der von Trautwein herausgegebenen Bibliographie in der Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins jeden Jahres.

3) **Literatur:** Vergl. Schlagintweit, H. & O., Untersuchungen etc., S. 472 ff.; dann die verschiedenen Landes- und Provinzialfloren; insbesonders: Christ, Pflanzenleben der Schweiz. 1880.

kannten Alpenrosen in den nördlichen Kalkalpen als geschlossene Gesträuchbestände bei 2120 m; doch auch bei 2500 m finden sich noch einzelne entwickelte Büsche.

4. Mittels Aneroid-Barometer (Baromètres holostériques),[1]) vergl. Band I. S. 212 ff. dieser Anleitung. Mag nun die Höhenangabe auf was immer für eine Methode gewonnen worden sein, ist es doch einem Dritten von Werth, die Quelle derselben zu erfahren und es ist desshalb dringendst zu rathen, bei jeder derartigen Ziffernangabe auch diese beizufügen z. B. G.-K. = Generalstabskarte (der Oesterr.-Ungar. Monarchie); An. = Aneroid etc. Uebrigens ist auch darauf zu achten, ob die betreffende Art, deren Fundort so constatirt wird, sich nur einzeln, vielleicht sogar durch mechanische Kräfte hinaufgetrieben,[2]) also verirrt, todt oder lebendig daselbst vorfinde, oder ob mehrere Stücke gefunden wurden und diese Höhe somit der natürliche Culminationspunkt der betreffenden Art wenigstens für diese Gegend sei.

Mögen noch einige wenige Angaben über die höchsten Grenzen der Thierwelt hier Platz finden. Es ist begreiflich, dass die Thiere normal nur in solchen Höhen sich vorfinden, in welchen sie die nothwendigen Existenzbedingungen, insbesondere ausreichende Nahrung finden. Schon die einfachste Beobachtung unserer auf den Alpenweiden befindlichen Haus-

---

1) **Literatur:** Ausser Frischauf, Schoder, Jordan und Neumayr vergl. Schreiber, P., Handbuch der barometrischen Höhenmessungen etc. Weimar 1877. 9 ℳ, und Koppe, C., das Aneroid-Barometer von Jacob Goldschmid und das barometrische Höhenmessen. Zürich 1877. 3 ℳ. **Firmen:** (ohne Nichtgenannte zurücksetzen zu wollen): Rohrbeck, W. J., Luhme, F., & Co. in Berlin: Abth. IV. Nr. 4131 Aner.-Barom. in Messingkapsel, à 42—54 ℳ; m. sichtb. Mechanism. 66 ℳ. Marquart in Bonn: in Messinggehäuse mit geschlossenem Werke und Papierskala, 16 cm (30 ℳ), 12 cm (27 ℳ); mit sichtbarem Werke, 21 cm (57 ℳ), 16 cm (33 ℳ), 12 cm (30 ℳ); ebenso und mit Metallskala, 16 cm (36 ℳ), 12 cm (31 ℳ); ebenso mit Thermometer, 21 cm (60 ℳ), 16 cm (45 ℳ), 12 cm (38 ℳ); mit Metallskala und Hygrometer, 65 ℳ; in Lederetui, sehr fein, 75 ℳ; Taschenbarometer, 66 ℳ. Geissler in Bonn: mit Messingkapsel; Skala auf Milchglas Nr. 1, 105 mm (28 ℳ), Nr. 2, 137 mm (33 ℳ); ebenso mit Nonius., 35 ℳ. Warmbrunn, Quilitz & Co. in Berlin: Nr. 247—255, 30—65 ℳ; ferner Goldschmid und Weilemann in Zürich: sehr berühmte Instrumente. Deutschbein und Reitz in Hamburg. Naudet und Bohne.

2) Vergl. v. Kerner, A., Einfluss der Winde auf die Verbreitung der Samen im Hochgebirge. Zeitschr. d. D. & Ö. A.-V. II. 1870/71. S. 144.

3) **Literatur:** Heer, O., über die obersten Grenzen des thierischen und pflanzlichen Lebens in den Schweizer Alpen. Zürich 1845. Schlagintweit, H. & A., Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen. Leipzig, Barth. 1850.

thiere bestätigt diesen Satz. Das Rind findet sich im Mittel bei 2170 m, einzeln oder an bequem erreichbaren Höhen aber auch noch bei 2700 m; Schafe und Ziegen, welche im Bergsteigen ungleich gewandter sind, und namentlich klettersüchtige Ziegen dagegen finden sich in der Regel bei 2340 m bis 2600 m; vorgeschobene Truppe auf isolirten Rasenplätzen noch bei 2830 m und selbst 3000 m. — Gemsen und Steinböcke bewohnen noch Höhen von 3500 m; Füchse und Bären steigen einzeln bis 3300 m auf; die Schneemaus lebt bei 2700 m; steigt aber bis fast 4000 m auf.

Die höchsten Höhen erreichen unter den Wirbelthieren die Vögel: die Raubvögel umziehen die höchsten Alpengipfel in Höhen, dass sie von dort aus dem Auge verschwinden; kleinere Vögel, wie Goldhähnchen, Blaukehlchen, Flühvogel, Bergfinken u. s. w. wurden einzeln auf verschiedenen Alpengipfeln bei 3300—3530 m Höhe beobachtet; auch Steinkrähen bewohnen solche Höhen; erstere dagegen wurden wohl durch streichende Winde oder aufsteigende Luftströmungen emporgehoben.

Dies ist namentlich bei den Insecten der Fall, von denen selbst Formen der Thalregion auf dem Gletschereise gefunden werden, und ergibt sich unter anderem aus der Thatsache, dass von Formen, die in geflügeltem und ungeflügeltem Zustand daselbst vorkommen (Ameisen), nur die geflügelte Form in diesen Regionen über 2600—3300 m gefunden wurde, während die echten Alpiphilen stets ungeflügelt sind, wodurch der Wind seinen Einfluss auf sie verloren hat. Auch die unterirdische Lebensweise hängt damit zusammen, indem sie durch ihr Höhlenleben der ausserordentlich starken Ausstrahlung, welche auf sie tödtlich wirkt, Widerstand leisten. Das am höchsten aufsteigende und daselbst lebende Insect ist der Gletscherfloh, *Desoria glacialis*, welcher in Gesellschaft einiger weniger Spinnen noch bei 4000 m angetroffen wird; bei 3600 m beginnt sein Auftreten.

Möge es gelingen nach und nach die Verbreitungsgrenzen der einzelnen Arten möglichst sicher zu stellen; durch fortgesetztes Abstrahiren gelangt man dann nicht schwierig zu Angaben über die verticale Verbreitung der Gattungen, Familien und Ordnungen und dadurch zu allgemeinen biologischen und

geographischen Gesetzen über die Verbreitung der Thierwelt über den Erdball.

Eine weitere sehr dankbare Aufgabe ist die Erforschung des Vorkommens der Thierarten nach Zeit und Raum. Da in dieser Hinsicht ein geübtes Auge und Erfahrung die Lehrmeister sein müssen, so sei zunächst darauf hingewiesen, dass in der biologischen Lectüre sehr viel Anregung geboten wird und aus dieser nicht schwierig zu entnehmen ist, worauf es hiebei vor Allem ankommt.[1])

In Bezug auf die Zeit unterscheidet man wohl am besten nach der Jahreszeit und nach der Tageszeit.

Das Erscheinen einer Thierart nach der Jahreszeit ist im allgemeinen abhängig von der mittleren Jahrestemperatur eines Ortes, mit der ja auch das Auftreten der Vegetation und gewisser anderer Phänomene z. B. des Schneeschmelzens u. s. w. wieder zusammenhängen. Aus diesem Grunde erscheinen die einzelnen Arten, Gattungen und Familien im Thal um so früher, je niedriger, resp. je südlicher der Beobachtungsort gelegen ist und K. Fritsch hat berechnet, dass die Differenz der Blüthenentwicklung (und mit ihr wohl das Erscheinen gewisser Thierarten) zwischen der nördlichsten (Schlössl) und südlichsten Beobachtungsstation Comosee) Oesterreich-Ungarns 39 Tage beträgt und dass erstere gegen Wien um 17 zurücksteht und letztere um 22 Tage vorangeht; dass ferner in der tiefsten Beobachtungsstation (Görz: 70.15 m) die Pflanzen durchschnittlich 16 Tage früher, in der höchsten (Gurgl: 1831.74 m) aber 51 Tage später als in Wien blühen, woraus sich eine Differenz von 67 Tagen ergibt und dass endlich der Schluss gestattet ist, dass für einen halben Breitegrad eine Differenz von je 4.1 Tage, und für je 30 m ein Tag Unterschied in der Flora (und Fauna) erscheint. Hieraus ergibt sich wohl sicher, dass auch die Fauna, die ja von der Flora in so hohem Grade ab-

---

1) **Literatur:** Tschudi, Fr., das Thierleben der Alpenwelt. Leipzig. Seit 1850 in vielen Auflagen — ein unerreichtes Meisterwerk in dieser Hinsicht. — Jaeger, G., Deutschlands Thierwelt nach ihren Standorten eingetheilt. Stuttgart, Kröner 1874. Müller, K. & A., Wohnungen, Leben und Eigenthümlichkeiten der höheren Thierwelt und Glaser, Ldw., und Klotz, C., Leben und Eigenthümlichkeiten der mittleren und niedern Thierwelt. Leipzig. Brehm, A. E., illustrirtes Thierleben. Leipzig, Bibliogr. Instit. und viele andere.

hängig ist, ein ähnliches Gesetz sich erschliessen lässt — was bisher noch nicht geschah und auch wegen der Beweglichkeit der Thiere schwieriger ist. Im allgemeinen gilt, dass die Hochgebirgsfauna sich um so später entwickelt, je grösser die Elevation ist und dass der Lebenscyclus der alpinen Thierwelt gegen jenen der Thalformen verkürzt erscheint, so dass, wo diese zwei Generationen in einem Jahre entwickeln, jene nur eine zählen. Natürlich sind numerische Angaben nur dann möglich und werthvoll, wenn sie ganz verlässlich in Bezug auf die Bestimmung und wenigstens dreijährig sind; derartige Mittelwerthe geben chronologisch geordnet einen sog. »Thierkalender«. Das Datum wird der Kürze wegen am besten in der bekannten Bruchform bezeichnet und ist, wo möglich, jedem gesammelten Object beizugeben.

In Bezug auf die Tageszeit gilt im allgemeinen das Umgekehrte, wenigstens für die Tagthiere. Da im Thal die Sonne ungleich später aufgeht und ungleich früher verschwindet, als im Hochgebirge und die Tagthiere allermeist ihre Arbeit mit dem ersten Sonnenstrahl beginnen, so dauert auch die Arbeitszeit dieser an letzterem Ort ungleich länger, als an ersterem. Freilich bleiben andere Thiere, wohl wegen der nächtlichen Abkühlung, gar lange verborgen und erst die warme Mittagssonne vermag sie aus den Schlupfwinkeln hervorzulocken, oder ein Theil von Alpenthieren schickt sich gar erst in der Nachtzeit zur Arbeit an, sei es vor oder nach Mitternacht; in allen Fällen lässt sich eine gewisse Regelmässigkeit in der Erscheinungsstunde beobachten und durch langjährige Beobachtung selbst eine »Thieruhr« zusammenstellen. Man bezeichnet die Erscheinungsstunde eines Thieres von 1 Uhr Mittags die 24 Stunden zählend mit einem angehängten h(ora).

Ausser dieser ersten Erscheinungszeit nach Tag und Stunde ist auch der Eintritt anderer Phänomene zu verzeichnen; hieher zählen z. B. bei den Säugethieren der Eintritt des Rückzugs zum Winterschlaf und der Beginn desselben, die Härungs- und Paarungszeit, bei den Vögeln die Strich-, Paarungs-, Brüt- und Mauserzeit, bei den Reptilien die Zeit der Häutung und des Laichens, bei den Amphibien das Auswachsen gewisser Geschlechtsmerkmale, das Abwerfen der Kiemen, bei den Fischen

die Laichzeit; bei den Gliederthieren der Eintritt in die verschiedenen Entwicklungsstadien (Ei, Larve, Puppe, Imago: Beflügelung, die Begattungszeit und die Zeit der Eierablage); bei den Weichthieren die Zeit der Bedeckelung und der Abdeckelung oder des Vergrabens, namentlich aber des Zustandes zur Zeit der Einkapselung u. s. w.

In Bezug auf das Vorkommen im Raume ist es eine den Sammlern aller Thiergruppen gar wohlbekannte Erscheinung, dass die Zahl der zu beobachtenden Individuen einem gar seltsamen Wechsel unterworfen ist. Während an dem einen Ort eine Thierart zu den grössten Seltenheiten zählt, tritt sie an einem anderen Ort gar zahlreich, ja vielleicht sogar in schädlicher Menge auf. So findet sich z. B. *Triton paluster* (L.) = *cristatus* aut. fast in ganz Deutschland und Oesterreich sehr häufig und sogar massenhaft, während er in Tirol höchst spärlich anzutreffen ist. Für manche Orte ist diese Armuth an Individuen einer gewissen Art an der Tagesordnung und lässt sich vielleicht sogar durch locale Erscheinungen erklären, etwa durch den Mangel an Sümpfen, Nahrungspflanzen, heftige Winde; an andern ist das Vorkommen massenhafter Individuen um so auffälliger und gibt im Volke Anlass zu Sagen und abergläubischen Erklärungen; namentlich frappirt das oft plötzliche Eintreten neuer ungeahnter Gäste, besonders aus der Vogel- und Insectenwelt; der »Pest«vogel und die »Wanderheuschrecke« sind gar bekannte Arten. Manche derartige Truppe können als Vorläufer für später nachrückende und dann sich bleibend niederlassende Massen gelten, andere sind Schiffbrüchigen zu vergleichen und ihr Erscheinen ist kaum ein saeculares zu nennen, wie z. B. bei den Pelikanen.

So interessant es nun ist, nach der Ursache dieser wohl ferne liegenden Thatsachen zu forschen, so dankbar ist es andererseits, auch die Zahlenverhältnisse kennen zu lernen, in denen die beiden Geschlechter unter einander auftreten und vielleicht auch hiebei manche Frage zu beantworten, die noch offen ist. Bei vielen Thieren z. B. beim Erdmolch, *Salamandra maculosa* (Laur.), gehört das Männchen (♂) zu den grössten Seltenheiten, während man an bestimmten Orten Weibchen (♀) zu Dutzenden fangen kann. Besonders auffällig ist dies in

der Klasse der Insecten: von einigen Arten sind die Männchen gar nicht bekannt, während die Weibchen massenhaft vorkommen und es bleibt dahingestellt, ob jene entgegen unseren landläufigen Begriffen eine so bescheidene Lebensweise führen, dass sie bisher noch nicht entdeckt werden konnten, oder ob sie überhaupt fehlen und die Weibchen ohne Zuthun von Männchen, durch sog. Jungfrauenzeugung, *Parthenogenesis*, Junge hervorbringen. Hierher zählen z. B. die Gallwespen, die in weiblichen Stücken oft zu Hunderten aus einer Galle gezogen werden können, während die Männchen wenigstens in einzelnen Gattungen noch ausstehen. Bei manchen Thierarten wechselt diese Männernoth nach Jahren, indem sie nur in gewissen Jahren zahlreicher auftreten; manchmal scheint dieses Verhältniss wohl mit äusseren Factoren zusammenzuhängen z. B. mit dem Ausrotten eines Waldes etc., was eher für den ersten obiger Gründe sprechen würde. Unter allen Umständen ist es daher, namentlich bei den kleineren Thierformen, wichtig, beide Geschlechter zu erhalten, sei es, dass man sie direct im Act der Begattung beobachtet oder dass man sie in directer Nähe noch neben einander fängt: es ist dies namentlich bei solchen Arten von Werth, bei denen die beiden Geschlechter verschieden gefärbt oder geformt sind und wo man daher die Zusammengehörigkeit nur auf diesem Wege erschliessen muss. Dies gilt in erster Reihe von den Insecten, bes. von den Schlupfwespen, Bienen und Blattwespen, die man äusserst selten in copula zu sehen bekommt. — Erwähnenswerth ist, dass bei manchen Insecten z. B. den Hummeln, Wespen und Ameisen, ähnlich wie bei der Honigbiene, auch Weibchen mit verkümmerten Geschlechtswerkzeugen vorkommen, sog. Arbeiter (♀); in diesem Fall überwiegen diese die beiden anderen Formen an Zahl, und die Art lebt gesellschaftlich. — In jenen Fällen, wo der Fang über die Zusammengehörigkeit beider Geschlechter nichts entscheidet, ist die Beobachtung derselben in einem und demselben Neste, das Ausheben derselben, sowie die Zucht das beste, wenngleich mühseligste Mittel; hieher gehört die Zucht von Schlupfwespen aus Puppen u. s. w.

Mit der Entwicklung und Lebensweise hängt nun aber auch der Aufenthaltsort der verschiedenen Thiere eng zusammen.

Er ist daher so mannigfaltig, wie die Thierwelt selbst, so dass sich nach diesem Standpunkt allein eine Naturgeschichte des Thierreichs schreiben liesse. Hier sei nur in aller Kürze angedeutet, was über den Aufenthaltsort im allgemeinen zu sagen ist; vieles wurde schon weiter oben angeführt.

Die Wirbelthiere sind mit wenigen Ausnahmen Landbewohner; auch die Grosszahl der Gliederfüsser zählt zu diesen, während die Molluscen und die Würmer zum grösseren Theil Wasserbewohner sind. In Bezug auf die landlebenden Thiere ist die Festigkeit des Bodens von besonderem Interesse; je nach dem Grad derselben birgt er eine grössere oder kleinere Zahl von Thieren, welche unter demselben ein mehr oder weniger verborgenes Leben führen und durch Ausgraben erhalten werden können (z. B. *Hypogaea*, der Maulwurf). Die geologische oder chemische Beschaffenheit des Bodens nimmt in zweiter Linie Einfluss auf die Thierwelt, da sie je nachdem eine eigene Vegetation bedingt; natürlich sind andererseits sand-, geröll-, feuchtigkeitliebende Thiere u. s. w. zu unterscheiden und das Vorherrschen einer oder der anderen Bodenbeschaffenheit wird daher seine eigenthümliche Fauna bedingen. Von grösstem Einfluss auf die Thierwelt ist die Bedeckung des Bodens, da sie zum grössten Theil die Nahrung derselben ausmacht, indirect selbst für jene Thiere, welche von anderen Arten leben, da diese mehr oder weniger auf Pflanzennahrung angewiesen sind. Existirt doch bekanntermaassen keine Pflanze und kein Pflanzenorgan, das nicht irgend einem Thiere als Nahrungsmittel dienen würde: während einige blos den Nectar der Blüthen oder frische Pflanzensäfte geniessen, fressen andere Giftpflanzen oder getrocknete Pflanzenstoffe; andere verwandeln die harten Fasern aus lang ausgetrocknetem Holz oder von steinharten Samenschalen in ihre Substanz; zwischen Rinde und Holz finden sich die gefürchteten Borkenkäfer, im Holz der Thal- wie der Alpenhütten häufig *Anobien* (»Todtenuhr«) und langhörnige Bockkäfer; nach den Pflanzentheilen unterscheidet man kraut-, gras-, blätter-, holz-, wurzel- und fruchtfressende Thiere. Manche Thiere leben selbst in krankhaften Pflanzenproducten, z. B. in kranken Bäumen, faulen Kartoffeln und Pflanzengallen. Viele Thiere leben in Aas und Dung und stellen

eine Art Gesundheitspolizei her; andere in und auf Thieren und bilden die Horde der Schmarotzer (Endo- und Ektoparasiten). Die im Wasser lebenden Thiere sind an Zahl und Mannigfaltigkeit, soweit es für das Süsswasser gilt, ungleich schwächer vertreten, als die Landbewohner; auch sie hängen meist von der Vegetation in demselben, seltener von dessen mineralischen Bestandtheilen oder dessen Temperatur ab.

Für alle Fälle ist es nun Aufgabe des Beobachters, den Stand- und Aufenthaltsort des betreffenden Thieres so genau, als thunlich in allen Beziehungen anzumerken; bei den in Gewässern lebenden dazu noch, ob dasselbe stehend oder fliessend oder ob in beiden Arten von Gewässern, sowie deren Mineralgehalt und Temperatur; bei warmen Quellen ist auch die Entfernung der Thiere vom umgebenden Lande aufzuzeichnen. Zur ganz besonderen Beachtung seien hier die Thiere der Alpenseen empfohlen, die an, über und unter dem Wasser viel Merkwürdiges und manches Neue bieten. Wie kommen Fische in Alpenseen?

Zum Schluss nur noch ein Wort über die Thiere der Alpenhöhlen.[1] So wie wir den Knochenhöhlen Mitteleuropas gar reiche Beute und interessante Aufklärungen in Bezug auf die Vorgeschichte unserer jetzigen Thierwelt verdanken, so gestattet uns die Verschiedenheit der Fauna naher, doch gegen einander abgeschlossener Höhlen manche Schlüsse auf die Umprägung von Formen innerhalb gewisser Thiergruppen. Hier mag das Wichtigste über die Fauna der Höhlen, spez. des Karsts, beigebracht werden.

Die öde Steinwüste des Karsts von Laibach bis Triest bietet ganz eigene Erscheinungen: das plötzliche Hervorbrechen und Verschwinden der Flüsse, das zeitweise Auftreten der Seen, wo später Wiesengrund sich bildet, und mannigfaltig Anderes verleiht dem Lande den Zauber des Geheimnissvollen. Die Zerklüftungen und Hohlräume im Gesteine sind die Hauptursachen jener Räthsel und man muss die Grottenlabyrinthe forschend durchwandern, um dieselben zu lösen. Die Auskleidungen der

1) Josef, G., die Grotten in den Krainer Gebirgen und deren Thierwelt. Schlesischer Jahresbericht 1868. S. 22—26.

Höhlen und Grotten bestehen aus jetzt noch sich fortbildendem Tropfstein, dessen Mächtigkeit zu jener der Decke im umgekehrten Verhältniss steht. Höchst eigenthümlich ist die Thierwelt dieser unterirdischen Räume. In einer früheren Periode waren dieselben von grossen Thieren bewohnt, wie die aufgefundenen Skelete von Höhlenbären und Höhlentigern beweisen. Auch jetzt benützen nächtliche Thiere sie noch als Schlupfwinkel. Die eigentlichen Grottenthiere verbringen ihre ganze Entwicklung, ihr Leben darin und pflanzen sich darin fort. Die meisten derselben leben von animalischer Kost und werden also die Kämpfe der Thiere um ihre Existenz ebenso aufgeführt, wie auf der Erde. Auch in den Grotten gedeihen Pflanzen, freilich nur die unvollkommensten, da sie das Licht nöthiger haben, wie die Thiere, welche bis zur Organisationsstufe der Molche unterirdisch leben.

Die meisten Grottenthiere entbehren der Augen; alle der Flügel und alle sind erdfahl, bräunlich oder gelblich gefärbt, ohne bunte oder grelle Zeichnung. Von Wirbelthieren ist nur der Grottenmolch (*Proteus anguinus* Laur.) Grottenbewohner, und zwar in 5 Arten (Formen). Mannigfaltiger treten die Insecten auf und von diesen wieder die Käfer am reichsten: von ihnen die Raubkäfer (*Carabicinen*) in 3 Arten der mit Augen begabten Gattung *Sphodrus*, in (wenigstens) 8 Arten des augenlosen *Anophthalmus*, die räuberischen *Staphylinen* blos durch den blinden *Glyptomerus cavicola* Müll.; von Pflanzenfressern ist die Pselaphinengattung *Machaerites* in 2 Arten, deren Männchen allein Augen besitzen, während die Weibchen blind sind, von den Silphen die augenlose Gattung *Leptoderus* mit blasenartiger Auftreibung des Hinterleibes und langen dünnen Beinen mit 5 Fussgliedern an den Vorderbeinen der Männchen und nur 4 an jenen der Weibchen, in 4 Arten: *L. Hohenwarti* Schm., *angustatus* Schm., *Robicii* Jos. und *sericeus* Schm. vertreten. Die naheverwandte Gattung *Oryotus* mit *Schmidtii* (Müll.) als der einzigen Art, bildet den Uebergang zu der augenlosen Gattung *Adelops*, welche in 7 Arten in den Krainer Höhlen vertreten ist. Endlich von den Rüsselkäfern der augenlose *Troglorhynchus anophthalmus* (Schm.). Von den übrigen Insectengruppen bietet nur die Dipterengattung *Nycteribia* zwei augenlose, echte Höhlenbe-

wohner. Spärlich vertreten sind auch die Arthrogastren mit *Blothrus spelaeus*, einem *Obisium* und dem *Cyclophthalmus duricornis* (Jos.). Die echten Spinnen vertritt die blinde *Stalita taenaria* (Jos.), die Zecken *Ixodes gracilipes*, die Krebse *Nyphargus stygius* und *orcinus* und ein augenloser *Cyclops*, die Asseln *Fithanetes albus*, die Tausendfüsser *Polydesmus subterraneus* und die Thysanuren *Anurophorus Stillicidii*; die Molluscen besitzen als Höhlenform mehrere winzig kleine Arten der Gattung *Carychium*.

Die Faunen anderer Höhlen, sowie der Grotten in den Pyrenäen, in Ungarn, Siebenbürgen, in der Herzogowina, in Kentucky bieten viel Analogie mit den Krainer Grotten.

Der Olm ist einer Metamorphose nicht unterworfen. Die kleinen Augen schimmern deutlich durch die Körperhaut hindurch und haben den Sehnerv, während der *Proteus Laurenti* aus der Magdalenengrotte keine Spur von Augen besitzt. *Cyclophthalmus duricornis* hat einfache Augen auf der Spitze eines grossen kegelförmigen Höckers am Kopfbrustschilde. Merkwürdig ist der Krebs, *Troglocaris Schmidti*, aus den Grotten von Cumpole und Obergurk, welcher rundliche bewegliche Augenstummel besitzt, aber keine lichtbrechenden Medien.« — Ausserdem nistet auch in den Karster Höhlen die Felsentaube, *Columba livia* L., und zahlreiche Fledermäuse bedecken in diesen, sowie in den deutschen Mittellandshöhlen den Boden mit fussdicken Kothmassen, der, wie G. Jaeger versichert, fast nur aus Pflanzen- und Flügeldeckenstückchen von Käfern, besonders Mistkäfern, Caraben und grüngoldigen Oreinen besteht.

Interessant ist die Mittheilung Dr. Tommasinis, dass *Proteus*, sowie nach Prof. C. Heller *Nyphargus stygius* auch ausserhalb der Höhlen in Brunnen von Krain und Triest gefunden wurde; es ist diesem Factum grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden, wie überhaupt beim Besuch von Höhlen, mögen sie bereits bekannt sein oder neu erschlossen werden, jedes vorkommende Lebewesen zu sammeln und mit Notizen in Bezug auf die Häufigkeit und nähere Art des Vorkommens zu versehen ist; von diesem Standpunkt aus ist übrigens auch jedes andere Kalkgebirge zu untersuchen und es wurden bereits am

Monte Baldo ganz auffällig mit den Karstinsecten übereinstimmende Formen gefunden.

Ein hochinteressantes Feld der Beobachtungen bietet das Studium der Wechselbeziehungen zwischen der Thierwelt und deren Umgebung — der Pflanzenwelt, dann der Thierwelt zur mitlebenden Thierwelt und endlich der Thierwelt zum Menschen.

Bereits oben wurde, um zunächst mit den Wechselbeziehungen der Thierwelt mit der Pflanzenwelt[1] zu beginnen, erwähnt, welche zahlreiche Vortheile die Pflanzenwelt der Thierwelt gewährt: sie ist es, welche ihr direct oder indirect Nahrung und Obdach gewährt; mit ihrer Entwicklung in den Tropen steigt jene in Mannigfaltigkeiten der Farben und Formen und mit ihrem Zurücktreten wird auch diese immer spärlicher und ärmer, bis endlich auf den pflanzenleeren Felsnadeln der Polar- und Hochgebirgsinseln diese mit jener verschwindet.

Welchen Vortheil zieht die Pflanzenwelt von der Thierwelt? Zwei der mächtigsten Hebel sind es, welche die Beiden innigst verketten: die Verbreitung und die Erhaltung der Arten.

Als Verbreitungsmittel der Pflanzen dienen im allgemeinen Anpassungen an äussere Verbreitungskräfte (Agentien) oder Entwicklungseigenthümlichkeiten; letztere, wie z. B. Schleuderorgane, dann Ausläufer u. s. w., sind für unser Thema ohne Bedeutung, auch von den ersteren interessiren uns für unseren Zweck weder die reichlichen Anpassungen an den Transport durch den Wind, wie z. B. die zahlreichen geflügelten Samen der Nadelhölzer, der Disteln u. s. w., noch die Anpassungen zum Transport durch das Wasser, wie die ölig-glatten Früchte vieler Wasserpflanzen es zeigen, sondern insbesondere die Anpassungsverhältnisse an den Transport durch Thiere. Die letzteren wirken auf zweierlei Weise Samen verbreitend: 1. indem sie Früchte verschlingen und die Samenkörner mit den zugleich als Dünger wirkenden Excrementen wieder absetzen, und 2. indem sie äusserlich sich anhängende Samen mit fortschleppen.

---

1) Müller, H., Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insecten und ihre Anpassung an dieselben. Leipzig, Engelmann 1881. 611 S. Ein Prachtwerk in seiner Art. — Hildebrand, Fr., die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig 1873. S. 162.

Die erstere Anpassung besteht namentlich darin, dass die betreffenden Samen durch ein von weitem bemerkbares Anlockungsmittel, namentlich hervorstechende Farbe, Duft u. s. w., die Thiere anlocken, dann darin, dass sie denselben durch ihre fleischige, schmackhafte Umhüllung ein vielbegehrtes Nahrungsmittel darbieten, und endlich darin, dass sie selbst gegen die zerstörende Einwirkung der Verdauungssäfte durch eine harte Schale geschützt sind. Während nun die flugsamigen Gewächse durch ihre ungleich grössere Wanderfähigkeit namentlich isolirte und neugebildete Standorte, z. B. des hohen Nordens, hoher Gebirge, Felsen u. s. w., besiedeln, werden die Früchte mit den grossen, schweren, mehligen Samen, für den Windtransport ungeeignet, nur in der näheren Umgegend verbreitet werden, dadurch, dass sie von Nagern und Vögeln als Nahrungsmittel aufgesucht, weggeschleppt und so verloren werden. Insbesondere sind es die weichkernigen Apfelfrüchtler und die steinsamigen Steinfrüchte, welche dieses Loos haben, während die Beerenfrüchtler gar gern von den wanderlustigen Vögeln verzehrt werden und daher in Bezug auf die Verbreitung ungleich günstiger gestellt sind: andererseits erklärt sich daraus wieder der Umstand, dass die Beerenfrüchtler meist unter und zwischen anderem Gehölz vorkommen, indem die beerenfressenden Vögel die Gewohnheit haben, ihre Excremente auf Bäumen sitzend fallen zu lassen; ja selbst durch vom Sturm verschlagene Vögel können Samen an andere Verbreitungsorte gelangen.

Für die Fauna der Alpen haben wohl jene Früchte eine grössere Bedeutung, welche mit Haftorganen oder einem klebrigen Ueberzug versehen sind; erstere bilden nicht selten mehr oder weniger rückwärts gekrümmte, wenigstens hervorragende Haken, wie sie z. B. an der Klette hinreichend bekannt sind, auch mit Widerhaken versehene stechende Spitzchen, dann Hakenkronen und -kränze finden sich. Als Beispiele für derartige Bildungen mögen die an Viehzugsstrassen weit verbreiteten Arten des Hexenkraut, *Circaea Tournf.*, dienen, dann das kletternde Labkraut, *Galium Aparine* L., und andere verwandte Arten, ferner der Ackerhahnenfuss, *Ranunculus arvensis* L., mit verschiedenen Anpassungsstufen der Behakung, unregelmässig erscheinend und vergehend, der kleine Schneckenklee, *Medicago minima* L.,

namentlich aber die rauhblätterigen Pflanzen, unter denen der Igelsame, *Lappula Myosotis* Mnch., und die Hundszunge, *Cynoglossum officinale* L., häufig und leicht zu beobachten sind; das Schlangenäuglein oder Scharfkraut, *Asperugo procumbens* L., findet sich im Thal sowohl, wie auf den Alpen, so weit Schafe weiden, und die Früchte dieser Pflanze finden sich häufig zahlreich in deren Vliess.

Pflanzen mit Klebeorganen, Drüsen, welche an der Spitze eine klebrige Substanz abscheiden, sind spärlicher vertreten;

Fig. 30 a. Fig. 30 b.

Fig. 30. **Früchte mit Klammerorganen.**

Fig. 30 a. Hundszunge (Cynoglossum officinale L.).
Fig. 30 b. Labkraut (Galium Aparine L.).

in der Alpenflora ist es namentlich die zierliche Linnäe, *Linnaea borealis* L., deren Fruchtknoten von zahlreichen Drüsenhaaren klebrig erscheinen, und es ist insbesondere darauf zu achten, ob nicht auch in anderen Fällen der Kelch, das Perigon, der Fruchtstiel oder die Deckblätter durch deren klebrige Anhänge als solche Haftorgane dienen.

Eine andere, nicht weniger wichtige Rolle spielt die Thierwelt bei der Befruchtung der Pflanzen, bei der Erhaltung der Art. Während jedoch für den ersteren Zweck, für die Ausbreitung der Arten, die höher entwickelten Thiere, namentlich die Vögel, von ganz besonderer Bedeutung sind,

sind es hier mit wenigen Ausnahmen die Insecten, welche dieses Geschäft besorgen; aus dem unendlich reichen, buntgegliederten Stoff möge hier eine kurze Andeutung zu derlei Beobachtungen Platz finden, wohl den interessantesten, welche in diesem Gebiet überhaupt gemacht werden können.

Jede wirkliche Blüthe besitzt Staubgefässe und Stempel. Stehen diese beiden Befruchtungsorgane in einer Hülle, so heisst dieselbe Zwitterblüthe (⚥) [Fig. 31 a]; sind sie dagegen auf zwei verschiedenen Blüthen so vertheilt, dass die einen nur Staubfäden (♂) [Fig. 31 b], die anderen nur Stempel (♀) [Fig. 31 c] tragen, so können diese Staub- und Stempelblüthen wieder auf einer Pflanze, d. i. auf einem Individuum vertheilt sein, wie z. B. beim Mais, *Zea Mays* L., wo die ersteren in einer Rispe oben am Stengel, die letzteren als sogenannte »Kolben« seitlich am Stengel jeder Pflanze stehen, oder es können dieselben so vertheilt sein, dass beide auf verschiedenen Individuen vorkommen, also eine Pflanze nur Staub-, eine andere nur Stempelblüthen trägt. Als Beispiel für letztere sei der Wachholder, *Juniperus communis* L., bezeichnet, dann die zahlreichen Weidenarten, *Salix*, u. s. w.

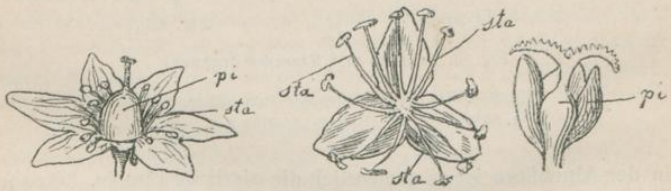


Fig. 31 a. Zwitterblüthe (⚥). Fig. 31 b. Staubblüthe (♂). Fig. 31 c. Stempelblüthe (♀).

sta = Staubgefäss, Stamina.
pi = Stempel, Pistillum.

Wir sprechen im ersten Fall von einhäusigen (monoecistischen) [Fig. 32], im zweiten von zweihäusigen (dioecistischen) [Fig. 33] Blüthen, und es handelt sich nun darum, wie wird in allen diesen Fällen die Befruchtung vermittelt? Allgemein gesagt besteht die Befruchtung darin, dass Blüthenstaub (Pollen) aus dem Staubbeutel des Staubgefässes auf die Narbe einer Blüthe der-

selben Art gelangt. Diese ist nur zu einer gewissen Zeit geöffnet (conceptionsfähig) und sondert dann eine klebrige Flüssigkeit ab, welche den Pollen festheftet und nach und nach physikalisch verändert, so dass dieser eine röhrenförmige Ausstülpung, den sogenannten Pollenschlauch, treibt, durch den die in der Tiefe des Stempels vorhandenen jungen Samenanlagen befruchtet werden. Somit handelt es sich darum, dass Pollen einer Pflanze

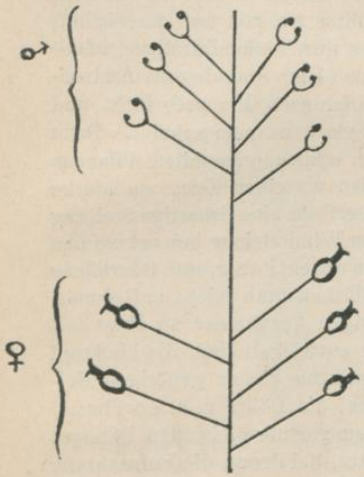


Fig. 32. Einhäusige Pflanzen. Staubgefässe und Stempel nicht in einer Hülle; Staub- (♂) u. Stempelblüthen (♀).

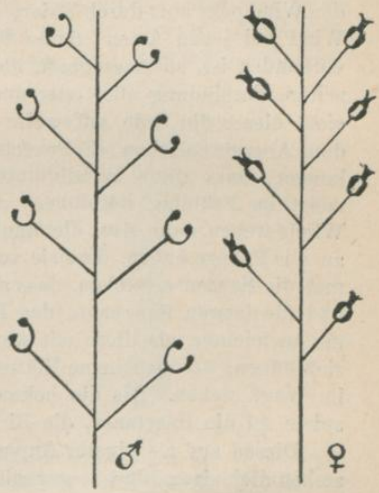


Fig. 33. Zweihäusige Pflanzen. (Staubgefässe und Stempel nicht auf einer und derselben Pflanze; Staubblüthen (♂) u. Stempelblüthen (♀) individ. getrennt.)

ganz sicher auf die Narbe derselben Art übertragen wird, und es steht sogar ziemlich fest, dass selbst bei den Zwitterblüthen, wo doch dieser Vorgang bei der grossen Nähe der Befruchtungsorgane so einfach zu sein scheint, eine Befruchtung meist nur dann stattfindet, wenn der Blüthenstaub auf die Narbe einer anderen Blüthe derselben Pflanzenart gelangt, nicht auf die Narbe der eigenen Blüthe oder: eine durch Fremdbestäubung vermittelte Befruchtung zweier Blüthen liefert die grösste Anzahl keim-

fähiger Samen, während Selbstbestäubung wenige oder gar keine keimfähige Samen hervorbringt. Wenn somit bei den Zwitterblüthen mit der scheinbar einfachsten Befruchtungsvorrichtung Fremdbestäubung nothwendig und bei den getrenntgeschlechtigen ein- und zweihäusigen Pflanzenarten Selbstbestäubung oder besser spontane Bestäubung unmöglich ist, so fragt es sich, wodurch geschieht die Uebertragung des Blüthenstaubes von einer Blüthe zur anderen? Dies geschieht entweder durch den Wind oder aber durch Thiere, vorzüglich Insecten. Durch den Wind bei jenen Arten, deren Pollen trocken und massenhaft vorhanden ist, so massenhaft, dass durch die einmalige gleichzeitige Entbindung aller oder doch vieler Staubbeutel (Androecien) dieser die Erde auf weite Distanzen hin gelb färbt und dem Abergläubischen »Schwefelregen« zu sein scheint. Dazu kommt, dass diese Windblüthler oder anemophilen Pflanzen meist im Frühling aufblühen, also zu einer Zeit, wo starke Winde wehen, dann, dass die Staubgefässe eine derartige Stellung an der Pflanze haben, dass sie vom Winde leicht bewegt werden und die Narben so stehen, dass sie durch ihre grosse Oberfläche und die langen Fanghaare den Blüthenstaub leicht aufnehmen, um so leichter, als diese mit wenigen Ausnahmen zu einer Zeit sich öffnen, wo noch keine Blätter entwickelt sind, die hindernd im Wege stehen. Als die bekanntesten hieher gehörigen Beispiele sei die Haselnuss, die Birke, die Föhre u. a. erwähnt.

Diesen auf niedrigerer Anpassungsstufe stehenden Pflanzen stehen diejenigen Blüthen gegenüber, bei denen die Befruchtung durch Thiere vermittelt wird, und da in unserem Klima Vögel oder gar Säuger in dieser Hinsicht noch nicht beobachtet worden sind, so mag hier nur über diejenigen Blüthen verhandelt werden, welche auf Insectenbesuch anstehen, die Insectenblüthler, Entomophila.

Zunächst mag erwähnt werden, dass eine grosse Zahl von scheinbaren Zwitterblüthen gar merkwürdige Vorrichtungen besitzt, um die spontane Befruchtung zu verhindern. So zeigen die Primeln, *Primula* L., in ganz auffälliger Weise zweierlei Blüthen: grössere und kleinere [Fig. 34]. Betrachtet man dieselben genauer, so bemerkt man leicht, dass in den einen Blüthen die Staubbeutel nahe am Eingang stehen und sehr gross sind,

der Stempel aber sehr klein und in der Blumenkrone verborgen ist, während bei den anderen die Narben aus dem Blüthenschlund weit hervorragen, dagegen die Staubbeutel tief unten im Kelch sitzen, und während nun bei ersteren die Narben im Lauf ihrer ganzen Blüthezeit nie conceptionsfähig werden, reift bei den letzteren der Pollen nie und — eine spontane Bestäubung ist somit nie möglich, da sie durch die ungleiche Entwickelung der Geschlechtstheile vermieden ist, von denen die einen nie die vollständige Reife erhalten (*Heterostylie*). Soll daher die Pflanze Früchte tragen, so kann dies nur dadurch geschehen, dass ein Insect, namentlich Bienen und Hummeln, aus einer

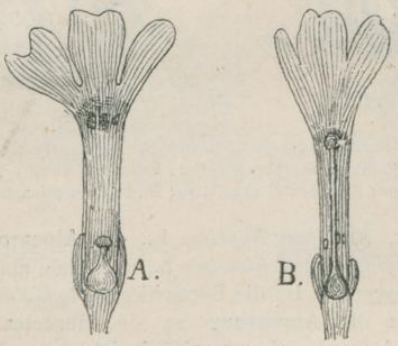


Fig. 34. Primula viscosa All. Klebriger Himmelschlüssel (Dichogamie). *A.* Blüthe mit entwickelten Staubbeuteln und verkümmertem Stempel (♂). *B.* Blüthe mit entwickeltem Stempel und verkümmerten Staubbeuteln (♀).

kurzgriffeligen (microstylen) Blüthe den Blüthenstaub an die Narbe einer langgriffeligen (macrostylen) Blüthe bringt und hiedurch die Befruchtung vermittelt.

Eine andere Art und Weise, durch welche die spontane Befruchtung vermieden wird, besteht darin, dass in der einen Blüthe der Pollen entbunden wird, bevor die Narbe derselben Blüthe geöffnet, also die Blüthe befruchtungsfähig ist (*Proterandrie*), oder dass in der einen Blüthe die Narbe sich zuerst öffnet und dann weit später erst die Staubbeutel den Pollen entbinden, meist dann, nachdem die Befruchtung in derselben

Blüthe bereits eingeleitet ist (*Protogynie*), allgemein also, dass die Geschlechtsorgane in einer und derselben Blüthe sich ungleichzeitig entwickeln (*Dichogamie*). Es ist begreiflich, dass auch in allen diesen Fällen die Befruchtung durch Insecten vermittelt wird, und es mögen als die auffälligsten Beispiele für Proterandrie die zahlreichen Steinbrecharten, *Saxifraga* L. [Fig. 35],

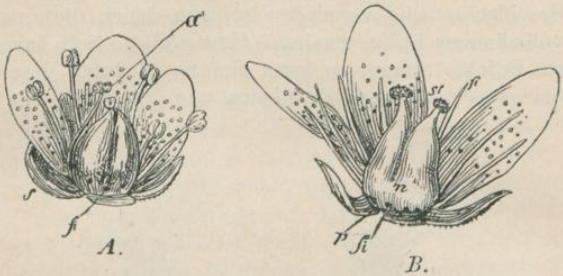


Fig. 35. Saxifraga aspera L. Rauher Steinbrech. (Proterandrie).
A Blüthe im I. Stadium; Staubbeutel offen, Pollen befreiend (♂). *B* Blüthe im II. Stadium; Staubbeutel abgefallen; Narbe conceptionsfähig (♀).

der Eisenhut, *Aconitum Napellus* L., die Alpenrosen, *Rhododendron ferrugineum* und *hirsutum* L., und viele andere erwähnt werden; protogynisch ist die Bartschie, *Bartschia alpina* L., u. a.

Wie weit die Anpassung an den Insectenbesuch vorgeschritten sein kann, sei an zwei Beispielen, dem Eisenhut und dem Herzblatt, *Parnassia palustris* (L.), in gedrängter Kürze illustrirt [Fig. 36]. Der Eisenhut hat ein dunkelblaues Perigon, welches nach unten zu zwei lappenförmige Blätter zeigt, seitlich stehen ebenfalls zwei halbrunde Blätter und über diesen ein durch Verwachsung zweier Kelchblätter entstandenes unpaares helmförmiges Blatt, welches die zahlreichen Staubgefässe von oben her schützend überwölbt. Ausserdem befinden sich unter dem Helm zwei Fäden, deren Ende paragraphenähnliche Blättchen trägt, in denen Nectar abgesondert wird. Die Staubbeutel der dunkeln Staubgefässe sind zur Blüthezeit weiss und stechen gegen den dunkeln Hintergrund sehr auffällig ab; lange nachdem diese bereits den Pollen entbunden haben, öffnen sich die Narben derselben Blüthe. Kommt nun ein Insect angeflogen,

so muss es, um mit dem Rüssel die Nectarien zu erreichen, an den seitlich nach unten stehenden Blättern sich festhaltend, diesen nach aufwärts strecken und wird während dieser sehr mühevollen Bewegung durch das fortwährende Auf- und Abwippen Blüthenstaub an die Unterseite des Körpers bringen; fliegt es nun von einer solchen Blüthe zu einer anderen, die sich bereits im zweiten Stadium befindet und bei der die Narben geöffnet sind, so wird der Pollen auf diese übertragen und hiedurch die Befruchtung eingeleitet. Das Herzblatt hat einen

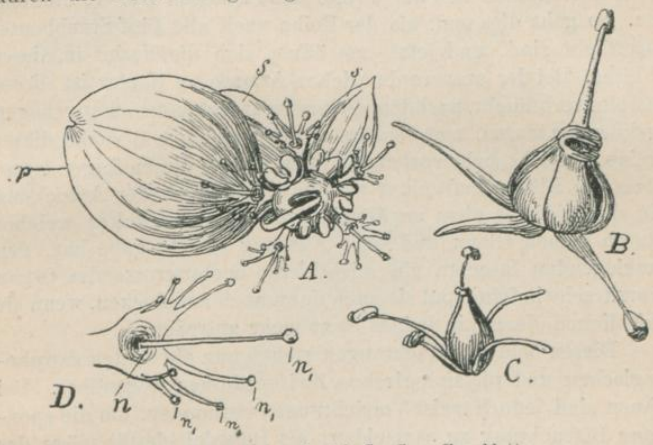


Fig. 36. Parnassia palustris L., Sumpfherzblatt.
A Blüthe, *s* Kelch-, *p* Blumenblätter; Staubbeutel offen, einer mit oben geöffnetem Beutel, auf der noch geschlossenen Narbe liegend; dies bei *B* isolirt; *C* Blüthe im II. Stadium: Staubbeutel bereits leer; Narbe geöffnet. *D* Nebenkrone (Staminodien) mit den scheinbaren Saftdrüsen (n_1) und dem wirklichen Nectarium (n).

fünfblätterigen Kelch, fünf weisse Kronblätter, fünf Staubgefässe und eine kurzgestielte Narbe. Zwischen den Kronblättern und den Staubfäden befinden sich fünf herz- bis nierenförmige Organe, die sogenannten *Staminodien*, welche bis jetzt die allerverschiedensten Deutungen erfahren mussten. Es sind dies Blättchen, deren Umfang mit zahlreichen langgestielten, goldglänzenden Drüsen reichlich besetzt ist, während im Innern der Blattspreite zwei seichte, Nectar absondernde Höhlungen

sich befinden. Gelangt nun ein Staubbeutel zur Reife, so streckt er sich und legt sich so mit dem Rücken auf die noch lange verschlossene Narbe, dass die äussere sich nun öffnende Bauchseite horizontal nach oben liegt und reichliche Pollen entbindet. Insecten, welche nun die Blüthe in diesem Stadium besuchen, werden sich namentlich auf der Unterseite mit Pollen besudeln und von Blüthe zu Blüthe fliegend diesen nach und nach wegtragen. Ist nun der erste Staubbeutel entleert, so streckt er sich nach aussen und der zweite nimmt dessen frühere Stellung an. So geht dies nun, bis der Reihe nach alle fünf Staubbeutel verstäubt sind, und jetzt erst öffnet sich die Narbe in dieser Blüthe. Bei der ausserordentlichen Armuth an Nectar ist dieser bereits verbraucht, nachdem die ersten Insecten schon angeflogen gekommen waren, und es wäre daher nach dem Besuche dieser keine Aussicht mehr vorhanden, dass andere diesen folgen, resp. dass die Blüthe befruchtet würde. Zum Zweck der Anlockung ist daher dieser oben erwähnte Apparat eingeschaltet, welcher durch seinen Glanz und seine Färbung die Aufgabe hat, den anfliegenden Insecten ein reichliches, nectarstrotzendes Organ vorzu»schwindeln« und sie auch dann noch anzulocken, wenn sie wirklichen Nectar in keiner Spur mehr antreffen.

Diesen beiden Einrichtungen stehen nun die echten morphologischen und physiologischen Zwitterblüthen gegenüber. Bei ihnen sind jedoch meist Vorrichtungen vorhanden, um die spontane Befruchtung zu vermeiden; als Beispiel hierfür möge das Fettkraut, *Pinguicula vulgaris* L., dienen [Fig. 37]. Die ziemlich grosse weisse Blumenkrone hat die Form eines langgespornten Trichters und ist an der Mündung mit reichlichen gelben und rothen Streifen und Punkten geziert. Dieser verengt sich nach einwärts von oben durch die grosse zweizipfelige Narbe, unter welcher die beiden Staubbeutel verborgen sind und von unten durch lange, steife, nach rückwärts gerichtete Haare. Da sich die beiden Zipfel der geöffneten Narbe über die Staubbeutel hinschlagen, ist Selbstbefruchtung ausgeschlossen; indem jedoch Insecten ins Innere der Krone eindringen, bedecken sie sich mit Blüthenstaub und übertragen diesen auf die Narbe der Blüthe, welche sie dann besuchen, und fegen ihn an dieser ab. Bemerkenswerth ist, dass der Sporn dieser Arten im Innern

nectarähnliche Drüsen trägt; das Insect, durch deren Farbe getäuscht, kehrt unverrichteter Sache wieder aus der Blüthe zurück; ist es mächtig genug, die Haare niederzudrücken, so kann es, mit dem Rücken sich stark dem offenen Staubbeutel anpressend, nach aussen gelangen; ist es dagegen hiezu zu schwach, so bleibt ihm nichts anderes übrig, als hinter dieser Haarreuse zurückzubleiben und seines Schicksals zu harren:

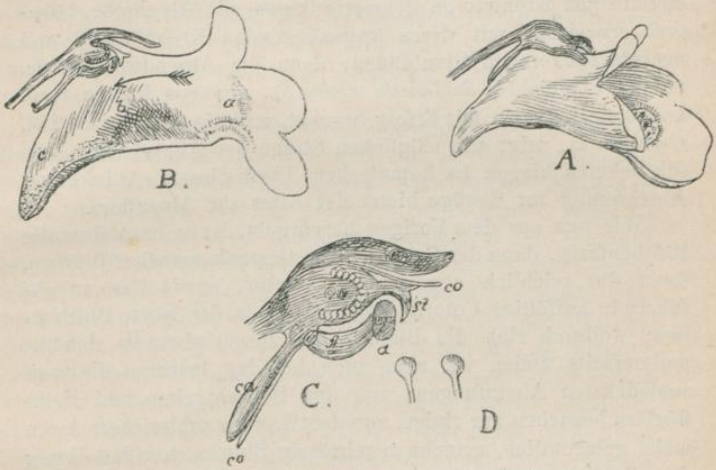


Fig. 37. Pinguicula vulgaris L. Gemeines Fettkraut.
A Blüthe. *B* Blüthe, senkrecht durchschnitten. *a* Eingang in die Blüthenhöhle. *b* Reusenartig nach rückwärts gestellte Haare unter den Befruchtungsorganen. *c* Vermeintliche Saftdrüsen auf der Innenwand dos Spornes, bei *D* vergrössert. *C* Befruchtungsorgane, vergrössert: *st* Narbe; *fi* Staubfaden, bei *a* die Anthere tragend.

aller Wahrscheinlichkeit nach helfen diese Drüsen mit, das gefangene Insect zu vertilgen; es ist dies ein gutes Beispiel eines Kesselfangapparates. Andere Pflanzen zeigen andere Eigenthümlichkeiten; es sei nur im Vorübergehen der beweglichen Staubfäden der Berberitzen, *Berberis vulgaris* L., sowie des Salbeis, *Salvia* L., erwähnt.

Auch mag die Bemerkung hier noch Platz finden, dass,

wenn man eine Reihe von Blüthen oder wie man sie in diesem Fall gern nennt, von »Blumen«, auf diese Verhältnisse untersucht, die Beobachtung gemacht werden kann, dass gewisse Arten von verschiedenerlei Insecten mit Erfolg besucht werden, während andere nur von einer ganz bestimmten Insectengruppe befruchtet werden können. So werden z. B. die Veilchen, unter diesen das langspornige Veilchen, *Viola calcarata* L., der Alpen-Seidelbast, vulgo »Steinrösl«, *Daphne striata* Tratt., durch die enghalsigen Kronen von Schmetterlingen, die Alpenrebe, *Atragene alpina* L., mit deren enganliegenden Kronblättern und nectarabsondernden Staubfäden, dann die Alpendrottelblume, vulgo »Eisglöckl«, *Soldanella alpina* L., nur von Bienen resp. kräftigen Hummeln mit Erfolg besucht, und die Gattung Enzian, *Gentiana* L., zeigt alle möglichen Stufen der Anpassung. Ausführlicheres hievon im botanischen Theil dieser »Anleitung«; Anschauung zur Genüge bietet der Atlas zur Alpenflora.

Wie nun aus dem Vorigen hervorgeht, ist es besonders die Blüthenfarbe, dann der Geruch, resp. Gestank mancher Blüthen, dann der reichlich abgesonderte Nectar, sowie das zu ihr führende auffällige Colorit des Saftmals, ja der ganze Blüthenbau, wodurch sich die Blumen den Insectenbesuch sichern; andererseits finden wir aber auch bei den Insecten die verschiedensten Abstufungen: von den Heuschrecken und Netzflüglern besuchen nur einige, von den Wanzen zahlreichere Arten meist gelegentlich, manche regelmässig Blumen, um den Honig derselben zu geniessen; Anpassungen an die Gewinnung desselben wurden noch nie beobachtet. Von den Käfern haben sich von den verschiedensten Familien, welche der mannigfaltigsten Nahrung nachgingen, theils einzelne Arten, theils ganze Familienzweige an theilweise oder ausschliessliche Blumennahrung: Honig, Blüthenstaub, zarte Blüthentheile überhaupt gewöhnt; bei manchen (nach Dr. Müller nur bei den Bockkäfern) haben sich specielle Anpassungen an die Gewinnung derselben ausgeprägt. Von den Zweiflüglern oder Fliegen ist die Mehrzahl aller Arten zum Theil nebenbei, zum Theil ausschliesslich auf Blumennahrung angewiesen, und manche (z. B. die Schwebfliegen, *Syrphiden*) verzehren sehr grosse Mengen von Blüthenstaub; auch Nectar nehmen sie gern auf. Von den

Immen, welche im fertigen Zustande fast sämmtlich Blumenhonig und zum Theil auch Blüthenstaub geniessen, sind die Bienen, welche auch ihre Brut ausschliesslich mit Blüthenstaub und Honig auffüttern, bei weitem die wichtigsten Blumenbesucher unter allen Insecten überhaupt; sie zeigen auch eine sehr hochgradige Anpassung an die Gewinnung von Blumennahrung und werden nur von den Schmetterlingen darin übertroffen. Bei ihnen sind die saugenden Mundtheile zur ausschliesslichen Gewinnung von tiefliegendem Honig gebaut und ihrem zahlreichen Besuche folgt, allerdings nicht immer, auch die Befruchtung, da nur verhältnissmässig wenige Blumen denselben angepasst sind.

Um so sprechender als die Anpassungen der Blumen an die sie befruchtenden Insecten sind, um so schädlicher kann es ihnen andererseits wieder werden, wenn gewisse Arten derselben sich diesem Geschäft entziehen, oder besser, wenn sie Blumen besuchen, ohne ihnen »Liebesdienste« zu erweisen. Der erste Missethäter dieser Art ist eine unserer auffälligsten Gebirgshummeln, *Bombus mastrucatus* Gerst., ausgezeichnet durch den rothen Hinterleib und die russig-struppige Körperbehaarung, der sich die gewöhnliche Erdhummel, *B. terrestris* L., anschliesst. Während sie bei einzelnen Arten die Befruchtung vermittelt, beisst sie andere Blüthen, theils weil der Honig zu tief liegt und ihr Rüssel zu kurz ist, theils auch, weil dieser Weg der einfachere ist, von der Seite her an und die am Kelche angebissenen Blüthen vom Läusekraut, *Pedicularis foliosa* L., und dem Wundklee, *Anthyllis Vulneraria* L., sowie die oft fünffach angebissenen Enziane, *Gentiana acaulis* L. und *excisa* Presl., sind wohl jedem aufgefallen, der im Hochgebirge je eine Blüthe abgepflückt.

Wie weit diese Anthocleptie führen mag, ist vor der Hand für Thier und Pflanze schwer abzusehen: für letztere erwächst daraus die bedenkliche Folge, dass nach Vollzug dieses ersten Einbruches auch andere Insecten, die sonst höchst wahrscheinlich befruchtend eingetreten wären, diesen kurzen Weg wählen und dass somit der Pflanze die Chancen auf die Befruchtung verloren gehen; ja, es ist selbst ihre Art-Existenz bedroht, wenn sie nicht der spontanen Befruchtung zugänglich ist oder werden

kann oder Schutzmittel ausfindig macht, durch welche sie sich gegen derlei Einbrüche deckt: Verdickungen der Kronblätter am Grunde und Absonderung einer stinkend klebrigen Substanz an der Aussenseite des Kelches mancher Pflanzen; *Rhinanthus* L., *Pedicularis* Tournf., sind wohl als solche zu deuten.

Aber auch andere Insecten, welche die Blüthe nutzlos bekriechen, dagegen aber ihr den Nectar entziehen, sind für dieselbe von Nachtheil, da sie dieselben einer nothwendigen Lebensausstattung berauben; auch gegen sie schützen sich die Pflanzen, und mit Recht können wir z. B. die verwachsenen und schüsselförmig ausgehöhlten Blätter der Karden, *Dipsacus silvester* (Huds.). und anderer, sowie die leimüberzogenen Stengel der Pechnelke, *Viscaria vulgaris* (Röhl) als derartige Fangapparate ansehen, welche die plumpen unberufenen Gäste dem Wasser- oder dem Hungertode preisgeben; ja eine höchst interessante Kette von derartigen Vorrichtungen scheint ausschliesslich zu diesem Zwecke sich angepasst zu haben; wir können leider hier nicht weiter auf sie eingehen.[1]

Endlich wäre auch noch jener merkwürdigen erst von Darwin gehörig beleuchteten Thatsache zu erwähnen, dass gewisse Pflanzen befähigt sind, kleine Insecten, welche auf die meist mit ganz besonderen Aufsaugapparaten, Klebe- und Verdauungs- (Digestions-)drüsen ausgestatteten Blätter kommen, bis auf die Chitinschale aufzulösen und deren Proteinstoffe zu assimiliren; es sind dies die sog. fleischfressenden Pflanzen, von denen unsere montanen und alpinen *Pinguicula vulgaris* und *flavescens* Flörke, dann die wasserlebigen Schlauchkrautarten, *Utricularia* sp. als die besten Typen genannt sein mögen; am leichtesten lässt sich der Vorgang bei den Sonnenthauarten beobachten (*Drosera*), deren zwei überall verbreitete Arten (*D. rotundifolia* L. und *Anglica* Huds.) Blätter besitzen, deren Umfang mit zahlreichen zum Fange tauglichen Haaren und deren Spreiten mit zarten Verdauungsdrüsen besetzt sind.

Ein ganz besonderes Interesse erweckt das Studium über den Zusammenhang der Thierwelt mit deren Um-

---

1) Vergl. Kerner, A. v., die Schutzmittel der Pflanzen vor unberufenen Gästen. Wien 1874.

gebung in Bezug auf die Färbung und Formung der Arten, resp. die Frage, wie die Thierwelt und deren Umgebung, besonders die Pflanzenwelt, ineinandergreifen. Die Antwort, dass z. B. diese oder jene Raupe grün gefärbt ist, weil sie ja auch von grünen Blättern lebt, wie eine andere braun oder grau aussieht, weil das reflectirte Licht diese Wirkung hervorbringt, während das von grünen Flächen reflectirte jene Färbung erzeugt, war denn doch im Laufe der Zeit zu unglaublich und zu nichtssagend geworden, als dass sie in unserem beobachtungsfreundlichen Jahrhundert sich hätte halten können. Die eine Ursache der verschiedenen Körperfärbung, und häufig auch der verschiedenen Körpergestalt, ist keine andere, als dass diese ein natürliches Schutzmittel gegen die von allen Seiten her drohenden Feinde bilden und dass daher die Erhaltung einer Thierart um so sicherer verbürgt ist, je mehr dieselbe den äusseren Verhältnissen, der Umgebung sich angepasst hat. So ist es, um gleich ein Beispiel anzuführen, doch höchst natürlich, dass eine weisse Henne unter einer Schaar anders gefärbter, auf einem graubraunen Untergrunde oder selbst auf Grasboden wandelnd, eher von einem in der Luft schwebenden Raubvogel erspäht wird, als eine der übrigen, deren Kleid der Umgebung so ähnlich ist. Daher ist andererseits auch die Wahrscheinlichkeit geringer, dass sich dergleichen auffällige mit schreienden Farben versehene Thiere fortpflanzen und forterhalten: sie müssen entweder im Laufe der Zeit die Fahne nach dem Winde kehren resp. sich der Umgebung anpassen oder sie werden vom Kampfplatz verschwinden.

Betrachten wir von diesem Standpunkt aus unsere einheimische Thierwelt in einigen Hauptformen. Das sonderbare, grau und braun mit weiss gemischte Pelzwerk des Hasen, *Lepus timidus* L., der Haselmaus, *Myoxus avellanarius* (L.), des Gartenschläfers, *M. quercinus* (L.) und des Bilches, *M. Glis* (L.), sowie des Eichhörnchens, *Sciurus vulgaris* L. und des possirlichen Murmelthierchens, *Arctomys Marmota* (L.) — welche Färbung passte besser zum Untergrund, auf dem sie sich befinden, sei es trockennadeliger Waldboden, fuchsrothe Baumrinde oder düster dunkelbraunes Geröll der Alpenhöhen! Sie verschliefen im Winter und sind bis auf den Hasen im Schosse der Erde verborgen vor

Verfolgern; dieser aber muss sein Kleid wechseln: er erscheint im reinen Weiss des Schnees — (der Alpenhase, *L. variabilis* Pall.) und ist daher glücklicher, als sein Bruder im Thal, der kein solcher »Wechselbalg« ist.

Ganz dasselbe Gesetz finden wir denn auch in Bezug auf die Vogelwelt angewendet, ja hier ist so recht eigentlich das Gebiet, wo es sich am reinsten und ungezwungensten ausspricht. Wie könnten all die braunen, grauen, rothen, gelben Farbentöne sich besser mischen, um die Schnepfe, *Scolopax rusticola* L. in den Waldsümpfen zu schützen oder die Rohrdommel *Ardea stellaris* L. mit aufrecht gehaltenem Schnabel im Röhricht zu decken, oder das kunstvolle Gemisch von weiss und grau beim Schneehuhn, *Lagopus alpinus* (Nilss.), das man in unserem Hochgebirge meist erst gewahr wird, wenn es erschrocken auffliegt? Ein gar wichtiges Geschäft der Vögel besteht in der Brutpflege ihrer Jungen und auch da finden wir gar wundersame Bestätigungen des Gesetzes. Schon das Nest zeigt, wie wir oft zu beobachten Gelegenheit haben, allermeist die Eigenthümlichkeit der Umgebung, aus der es ja genommen; die verworren durcheinander geflochtenen Stengelchen und Aestchen desselben, das graubraune eingeflickte Moos gerade in der Gabelung der Aeste, ja selbst bei derselben Art verschiedenes Baumaterial aus weissen oder hellen Flechten auf dem hellen Kalkboden und aus graubraunen und rostrothen Moosstengeln auf humusreichem Schiefer oder Sandstein, — wer hätte, wenn er mit offenen Augen das mitansah, nicht nach dem Grunde gefragt? Andererseits treffen wir gerade in der Vogelwelt, wie sonst kaum in einer Gruppe, die auffälligste Verschiedenheit zwischen den beiden Geschlechtern: die dem Brutgeschäfte verpflichteten Weibchen, entgegen den gewohnten Verhältnissen ohne Zier, die Männchen mit Auswüchsen und Federhollen aller Art. Auch auf die Eier hat sich diese Anpassung erstreckt, und die mannigfaltigen Colorite dieser sind nichts anderes, als Anpassungen an die Umgebung, auf die von Fall zu Fall wohl zu achten ist.

Sehr auffällig gestalten sich diese Verhältnisse bei den Reptilien und Amphibien. Die schön grün gefärbten Eidechsen, *Lacerta viridis* und *agilis* L., der Wasserfrosch, *Rana esculenta*

L. und der Laubfrosch, *Hyla viridis* (L.) leben fast immer in grünem Gebüsch, während ihre Vettern, die Bergeidechsen, *Lacerta vivipara* Jacq., die Blindschleiche, *Anguis fragilis* L. und der Thaufrosch, *Rana temporaria* L. meist zwischen dürrem Laube leben und wie die Jachschlange, *Coronella austriaca* (Jacq.) und die Ottern, *Pelias Berus* (L.) deren Colorit tragen; die gelbliche Zornnatter, *Coluber flavescens* Scop. imitirt in ihrer Körperfärbung den Moosboden des Waldes, auf dem sie lebt; die Ringel-, *Tropidonotus Natrix* (L.) und die Würfelnatter, *Tr. tessellatus* (Laur.), sowie die Unke, *Bombinator variegatus* (L.) sind dem Sumpfschlamme ähnlich gefärbt, und die Kröte, *Bufo vulgaris* Laur. wie die Mauereidechse, *Lacerta muralis* (Laur.) entsprechen in ihren düsteren Farbentönen, grau und braun, vollständig dem Gemäuer, dem Erdboden und der Baumrinde, auf den sie gefunden werden. Aehnliche Beobachtungen können wir auch bei der Wechselkröte, *Bufo variabilis* (Pall.) machen, deren düster grau und grün gefleckte Haut gar lebhaft an die Algen und Moosflecke erinnert, die an feuchten Steinen und altem Holze von Bottichen, wo sie sich am liebsten aufhält, wachsen. In gar vielen Fällen trägt auch die Detailzeichnung, die Schattirung und die Farbenintensität dem Selbstschutze des Thieres im vollendetsten Maasse Rechnung: man vergleiche nur die Variabilität der Nattern. Höchst sprechend ist der Farbenwechsel der Wassermolche, *Triton* Laur.; ihr purpurnes Kleid, das sie zur Fortpflanzungszeit angezogen, verräth sie nur so lange nicht, als sie dunkles Gewässer verhüllt; sobald sie aber gezwungen sind, dasselbe zu verlassen, legen sie das Hochzeitskleid ab und stecken sich in eine eintönig graubraune Kutte, die sie vom feuchten Erdschlamme, in dem sie nun herumwühlen, nicht abhebt.

Die Fische sind, gleich tausenden von andern Wasserbewohnern, sog. »Glasthiere« und nur dort, wo sie an dunkeln Stellen Stand halten, erscheinen sie braungefleckt: da ist nicht der Mangel an Licht, und dort dessen Fülle der Malerpinsel, sondern der »Kampf um's Dasein«. Ja — wenn man einen Fischkasten plötzlich öffnet, so beobachtet man, dass die gesammten Bewohner ihre Farbe ändern können, dass sie »erschrecken«, und ähnliche Erscheinungen zeigt auch die Wechselkröte und

andere Amphibien. Am leichtesten zu beobachten sind wohl die Schutzfärbungen der Insecten, wo sie zugleich auch am ausgesprochensten erscheinen. Ich erinnere nur an die Heuschrecken: die im üppigen Wiesengrün lebenden Arten zeigen ausnahmslos eine grüne Farbe, während die auf trockenen Wegstellen zwischen Gras und Steinen sich sonnenden Schnarrheuschrecken grau oder braun gefleckt sind und sich erst in dem Augenblicke verrathen, in welchem sie laut schnarrend auffliegen und hierbei die rothen oder blauen Unterflügel entfalten. Zwischen beiden stehen die zu hunderten zwischen Erdkrümeln und Grashalmen umspringenden Feldheuschrecken, für welche der in den Alpen sehr gemeine und durch seine blasig aufgeblähten Vorderbeine leicht kenntliche *Stenobothrus Sibiricus* (L.) als Typus gelten mag: ihr Körper ist braun und grün gefleckt und überall schwer ersichtlich.

Auch die Raupen der Schmetterlinge treiben ähnliche Kurzweil mit dem Sammler: die einen sind grün und leben zwischen grünem Laubwerk z. B. das Abendpfauenauge, *Smerinthus occellatus* (L.); die anderen kleiden sich in ein so buntes Gemisch von allem nur erdenklichen Farbenkram und Schattenwurf, dass sie dadurch ganz genau ihre Futterpflanze nebst deren Rippen und Aestchen, Blüthen und Früchten copiren, und was sagen wir, wenn wir hören, dass eine Spannerraupe auf den goldgelben Blüthenköpfen der Goldruthe, (*Solidago virga aurea*) goldgelb, auf den rosenrothen Blüthen der Haide (*Calunna vulgaris*,) trübroth und auf dem Wermuth, wie dieser violett, graugrün braunroth oder buntscheckig gefärbt, also überall der Nahrungspflanze gleichgefärbt ist, wie uns Esper versichert. In ähnlicher Weise verhält sich nach Dr. O. Hermann eine Spinne, *Misumena valia*, welche auf Raps gelb, auf Attich (*Sambucus Ebulus*) elfenbeinweiss und auf Klee rothfleckig mit weissem Grunde erscheint.

Sowie die Raupen, so erscheinen auch die Schmetterlinge in der Färbung und Gestalt ihrer Unterlage, auf welcher sie tagsüber sitzen: die Nachtschmetterlinge finden sich an alten Planken, Zäunen, Baumstämmen und bemoosten oder beflechteten Steinen mit den dachförmig abwärts neigenden Vorderflügeln die meist lebhafteren Unterflügel sorgsam bedeckend;

die Schwärmer sitzen mit zusammengekauerten Flügeln an Rinden, ohne selbst beim genauesten Absuchen sich zu verrathen, und die Tagschmetterlinge entfalten auf den Blumendolden ihre feingezeichneten Flügel ganz vollständig und heben sich dabei kaum merklich von der Unterlage ab oder pflegen mit senkrecht aufstehenden Flügeln sich auf die Erde zu setzen, und dadurch dem Beschauer die erdscheckige Unterseite der Flügel zuzuwenden, so dass man sie meist erst beim Auffliegen als Lebewesen kennen lernt. Dasselbe Täuschungsmittel treffen wir auch bei vielen Käfern: Ohnehin ober- und unterseits grau oder braungrau gefärbt, haben sie es in ihrer Natur, beim leisesten Schrecken — umzufallen; indem sie nämlich die Beine krampfhaft einziehen, lassen sie sich zu Boden fallen und gelangen dadurch auf die rauhe, schwarz und weiss gefleckte oder graue Erde, und die meist anders gefärbten an der Brust fest angedrückten Beine erhöhen die Täuschung ganz ausserordentlich.

Haben wir nun die allgemeinsten Verhältnisse kennen gelernt, in denen die Thierwelt zu ihrer Umgebung, namentlich zu den Nahrungs- und Schutzpflanzen steht, so mögen hier gleich noch einige andere Gesichtspunkte erwähnt werden, welche diese Verhältnisse noch genauer illustriren.

Sowie gewisse Insectenarten leblose Gegegenstände z. B. einen Holzzapfen, (*Calocampa exoleta* L.), Mauerwerk (*Talaeoporia Pseudobombycella* Hübn.), dürres Reissig (*Catocala Fraxini* L.), welke Blätter (Schaben), ja, wenn es von Vortheil ist, selbst Schimmelbildungen und Vogeldung nachahmen, so kopiren sie auch anderes Nippwerk der Natur: die Puppen der Tagfalter ähneln eckigen Gesteinsstückchen, andere ähneln Fruchtkapseln (*Cionus Scrophulariae* Clv.), wieder andere bauen Nester, welche allem anderen ähnlicher sind, als derartigen Brutstätten. So legt z. B. die Mauerbiene, (*Chalicodoma muraria* Latr.) ihr Nest an Mauern an, und es gleicht dasselbe so vollständig angehefteten Mörtelklümpchen, dass man auf dasselbe nur aufmerksam wird, wenn man das futtertragende Weibchen beim Neste hin und herfliegen sieht [Fig. 38].

Während nun in den vorher behandelten Fällen die Thiere leblose Objecte copiren, um sich dadurch zu schützen, kennen wir anderseits Fälle genug, in denen sie zu ihrem Schutze be-

lebte Wesen »nachäffen«. Wallace hat zuerst auf dieses höchst interessante biologische Räthsel aufmerksam gemacht, und sein Beispiel mag hier Platz finden. Gesetzt den Fall, eine Tagfalterart besitze durch Drüsen im Körper einen üblen Geruch, so abstossend, dass Vögel, die sonst gar gerne Schmetterlinge verzehren, sie verschonen. Eine andere Gattung besitze nahezu ganz gleichen Flügelzuschnitt und nahezu ganz gleiche Färbung mit jenen: die Vögel werden auch diese meiden, da sie nicht wissen können, ob sie es mit letzterer oder mit ersterer Gattung zu thun haben, und so sind die letzteren dadurch geschützt, dass sie das Kleid der ersteren angezogen haben.

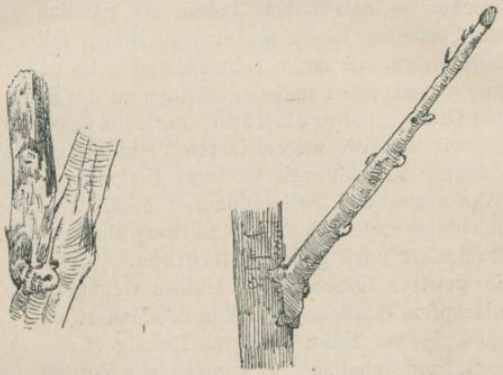


Fig. 38. **Nachahmung lebloser Gegenstände.**

Fig. 38a. Calocampa exoleta L. (Eulenart). Fig. 38b. Eugonia alniaria L. (Spannerraupe).

Jeder Leser kennt die Horniss (*Vespa Crabro* L., Fig. 39a), eine Wespenart, mit deren Stachel nicht viel zu scherzen ist. Wenn es nun einen Schmetterling gäbe, der ihr recht ähnlich sähe, er müsste von dem Respect zehren, den die Thierwelt jener entgegenbringt, und würde gewiss nicht so leicht behelligt werden. Ein solcher Schmetterling ist nun der Glasflügler, *Sesia apiformis* L., Fig. 39b), der von unkundigen Augen stets, von kundigen nicht selten für eine Horniss gehalten wird; ja es gibt eine ganze Gruppe von Schmetterlingen, deren zahlreiche Arten seit Linne's Zeiten mit dergleichen stechenden

und beissenden Bestien verglichen werden, und als *tipuliformis*, *spheciformis*, *culiciformis* etc. etc. bezeichnet werden. Sie alle und dazu noch eine nicht geringe Zahl von anderen Insecten, wie von den Fliegen, *Ceria conopsoides* L. (Fig. 39c), von den Hautflüglern, *Clavellaria Amerinae* L. (Fig. 39d), sowie von den Käfern der Zierbock (*Clytus* Fabr.), der Fliegenbock (*Necydalis* Muls.) u. a. zehren von diesem Respect und werden von Menschen und Thieren gemieden (Fig. 39). Ein anderes Beispiel bietet uns die Gattung Schlammfliege (*Eristalis* Fabr.), deren gemeinste Art (*E. tenax* L.) als Larve die langgeschwänzte Rattenschwanzmade unserer Aborte bildet, während die Fliege dann namentlich im Spätherbst an Abortwänden, Fenstern u. dergl. zahlreich angetroffen wird; auch sie geniesst des Volkes ganz ausnehmlichen Respect, dass man sie geradewegs für — Bienen hält und sich vor Berührungen ganz sorgfältig zurückhält.

Fig. 39. **Nachahmung lebender Objecte.**

Fig. 39a. Gemeine Wespe (Vespa vulgaris L.).

Fig. 39b. Glasflügler (Sesia apiformis L.).

Fig. 39c. Ceria conopsoides L. (wespenartiger Zweiflügler).

Fig. 39d. Clavellaria Amerinae L. (wespenartige Blattwespe).

Derartige qui pro quo begegnen uns nun in der Insectenwelt sehr zahlreich und namentlich haben die Exoten mit ihren baroken, zum Studium herausfordernden Formen viel Materiale für diese Nachäffung oder Mimicry geboten; weniger zahlreich sind die einheimischen Arten, bei denen bisher derartige Abhängigkeitsverhältnisse festgestellt worden sind, und es wäre daher auch dies ein dankbares Gebiet.

Hier möge nur noch auf ein weiteres hier einschlägiges Kapitel hingewiesen werden. Durchstöbert man nämlich sorgsam die Nester von Insecten, in denen sie ihre Brut bergen, so beobachtet man meist gar leicht, dass neben den eigentlichen Bewohnern und Besitzern derselben sich noch andere Formen vorfinden, welche jenen an Gestalt und Farbe ausserordentlich ähnlich sehen, in der That aber nur deren Parasiten sind, welche ihre Kukukseier unter die Brut des Nestbauers brachten und sich dadurch die grosse Mühe ersparten, einen selbständigen Bau anzulegen. Ihre Aehnlichkeit ist ihnen in so ferne von Vortheil, als sie dadurch vermuthlich auch von deren Vortheilen zehren, zum wenigsten aber im Drang der Geschäfte von den brütenden und futtertragenden Insecten übersehen werden, was um so leichter möglich ist, als sie ihnen auch in der Flugweise gleichkommen, und im Gesumm mehr oder weniger harmoniren (*Bombus* und *Psithyrus*). Es ist daher nicht nur das trockene Verhältniss zwischen Wirth und Gast zu erforschen, sondern sind, wo möglich, auch die übrigen Verhältnisse, namentlich die Kriegslist, mit der sich z. B. der Kukuk dem Wirthe nähert des umständlicheren zu erforschen.

Uebrigens wären auch Beobachtungen über den umgekehrten Schutz von Interesse, nämlich ob nicht und in wie weit die räuberischen Thiere von derartigem Schutz durch Farbe oder Form Gebrauch machen. Vielleicht gehören hieher die Goldfarben zahlreicher Räuber z. B. des goldgrünen Laufkäfers *Carabus auronitens* L.), des Puppenräubers (*Calosoma Sycophanta* L.), der Sandläufer (*Cicindela* L), sowie vieler kleinerer Laufkäferchen (z. B. *Harpalus* u. dgl.), durch deren Glanz manche Beute frappirt werden mag, oder die erdfarbigen matten Grabläufer (*Feronia* Latr.) und Kurzflügler (*Staphylinidae*); gewiss ist, dass der Hauptträuber unserer Gewässer, die 30—40 mm lange Schwanz-

wanze (*Ranatra linearis* L.) die Form eines dürren Reises angenommen hat, um so als harmlos auf dem Wasser umher treibendes Holzästchen die badelustigen Commilitonen unliebsam zu überraschen; auch der Duft mancher Insecten, wie z. B. der Schlupfwespen mag dazu dienen, die verfolgte Beute, in welche sie ihn zu legen gedenken, gewissermassen einzuschläfern oder zu beruhigen.

Hiemit sind wir in das Gebiet der Wechselwirkung zwischen den einzelnen Thierarten, -gattungen und -familien gekommen, und es erübrigt noch, einige andere Beziehungen zu besprechen.

Wie schon oben angedeutet, ist es von grossem Werth, bei den Parasiten stets auch den Wirth kennen zu lernen und es ist daher zu empfehlen, zunächst alpine oder in der Alpenregion gefundene Fledermäuse, Spitz- und Feldmäuse, dann alle Vogelarten auf die am Pelz oder Balg vorfindigen Parasiten, namentlich die sog. Härlinge, Federlinge und Läuse zu untersuchen und die gesammelten Objecte mit Angabe des Wirthes in Spiritus oder Glycerin aufzubewahren; auch die Vogelnester mögen sorglich durchsucht werden. Sehr wichtig wäre auch zu erfahren, wie sich die Raupen alpiner Schmetterlinge in Bezug auf die Schlupfwespen verhalten, ob sie von solchen im Thal besucht werden, oder ob sie im Thal stets verschont bleiben, oder endlich welche specifischen Formen rein alpin sind; die Zucht derartiger angesteckter Raupen wäre daher von grossem Interesse.

Eine gar merkwürdige Sorte von Gästen sind die Ameisengäste oder Myrmecophilen. Es sind dies meist Käfer, seltener andere Insecten oder andere Thiere, welche die Ameisenkolonien bewohnen und — wie es scheint, von diesen Vortheile ziehen, oder den Ameisen für gewisse Zwecke dienen. Zur ersteren zählt z. B. die Larve des Rosenkäfers (*Cetonia aurata* L.) und der Fallkäfer (*Clythra* Laich.); zur letzteren einige winzig kleine kurzflügelige Käferchen (*Claviger, Thiasophila, Dinarda, Lomechusa*); bei derartigen Beobachtungen aber muss man sich wohl hüten, jedes durch Zufall im Nest vorfindige Insect als myrmecophil anzusehen, und trachten, dasselbe auch in anderen Nestern aufzufinden. Zum Fangen dieser bedient man sich eines

Siebes und einer kleinen Handschaufel; zur Aufnahme der Beute verwendet man einige Gläser und kleine Leinwandsäckchen. Das Sieb zählt auf 1 qcm etwa 30—40 Oeffnungen, besteht aus feinem Messingdraht und ist über einen schmalen Holzrahmen gespannt, an welchem von aussen ein Leinwandsack befestigt ist, dessen oberer Theil, zur Aufnahme des zu siebenden Materials bestimmt, gleich weit ist, während der untere konisch zulaufend, in eine runde etwa 6 cm weite Oeffnung mündet, und eine solche Einrichtung besitzt, dass in leichter und bequemer Weise Gläser oder Leinwandsäckchen darin eingehängt werden können. Nun sucht man bald nach der Schneeschmelze die Ameisennester auf und siebt die vorhandenen Massen durch; die Ameisen selbst, um diese Zeit noch erstarrt, bleiben auf dem Siebe und werden abgeschüttelt, während die übrigen Minutien durch die Löcher durchgehen und nun gut verschlossen in den Gläsern oder Säckchen nach Hause getragen werden, wo die zweite Scheidung erfolgt. Es geschieht diese am besten mittels eines englöcherigen Siebes (auf 1 qcm c. 90 Löcher) und mittels eines untergelegten Bogens weissen Papiers. Verwendet man zum Fang grösserer Inquilinen ein weitmaschigeres Netz, so ist es von Vortheil, das gesiebte Material gleich darauf durch ein engeres Sieb zu schütteln, um es ameisenfrei zu machen. Die Bestimmung des gesammelten Materials ist höchst schwierig und ist Sache eines Specialisten; doch ist dieses gerade im Alpengebiet noch wenig gepflegte Studium sehr dankbar; natürlich soll nicht versäumt werden, die verticale Höhe anzugeben, in welcher die Ameisencolonie angetroffen wurde, und falls man die Ameise nicht ganz sicher kennt, sollen auch einige Stücke von dieser beigelegt werden.

In wie weit Thiere auf andere Arten derselben oder verschiedene Gruppen einwirken, ist im allgemeinen höchst schwierig zu constatiren und ebenso schwierig ist es, allgemeine Regeln für Beobachtungen zu geben. Wer ein offenes Auge für die Natur und die vor den Augen sich abspielenden Vorgänge hat, findet in jeder Kleinigkeit Motive genug, still zu stehen und den Verfolg der Dinge zu beobachten, während, sollte man hier nur einigermaassen erschöpfend sein, Folianten nur über dieses Thema abgefasst werden könnten, das nun seit Jahrhunderten mehr oder

weniger im Detail studirt wird, und wozu jede Naturgeschichte Belege genug liefert. Namentlich sei empfohlen, die Lebensweise der Räuber in der Thierwelt genau zu studiren: die Zahl und Arten ihrer Beute, die Methode des Tödtens, des Conservirens, des Verfütterns an die Jungen, alles ist von Wichtigkeit und überall herrscht die bunteste Abwechslung. Ganz speciell sei hier das Leben der Raubwespen (*Fossorien*) hervorgehoben. Während nämlich die eigentlichen Wespen ihre Brut mit Vegetabilien aller Art, ausnahmsweise mit Fleischkost versorgen, zweigte sich von ihnen ein Stamm von Immen ab, welche ihre Brut ausschliesslich mit Fleischnahrung versehen und in dieser Hinsicht höchst interessante biologische Eigenthümlichkeiten nachweisen lassen. Sie legen sich nämlich ihre Bruthöhlen in Erdlöchern an und ehe sie an die Eierablage gehen, montiren sie dieselbe mit Nahrung für die künftige Brut. Zu diesem Zwecke requiriren sie — meistens ist es das Weibchen — entweder eine Raupe oder eine Fliege oder einen Käfer, und schleppen diese Beute nun mit grösster Sorgfalt ihrer Zelle zu. Manche haben den Brauch, diese zunächst wehrlos zu machen und reissen ihr den Stachel aus oder machen sie wenigstens bewegungslos, indem sie ihrem Opfer die Beine und die Flügel auszerren; dann wird ihr mit dem eigenen Stachel ein Stich versetzt, welcher, wohlberechnet, nicht den Todesstoss gibt, sondern nur den Zweck hat, das Thier zu lähmen und durch den eingeträufelten Saft vor Fäulniss auf lange Zeit zu schützen. Wie genau dieser Stich berechnet ist, wies zuerst Fabre nach, der zunächst *Cerceris tuberculata* Vill. beobachtete. Diese Art sammelt einen Rüsselkäfer (*Cleonus ophthalmicus* L.). Das Einsammeln dieses Käfers von Seite der Raubwespe ist ganz erstaunlich; mit grösster Leichtigkeit trägt das Insect einen Körper durch die Luft, der fast doppelt so schwer ist als es selbst; wurde ihm der Raub bei der Rückkehr zum Nest abgejagt, so kehrte es schon nach 10 Minuten mit einem neuen zurück und dies wiederholte sich bei demselben Individuum acht Mal hintereinander. Durch das erwähnte Manöver und Zerstören des Nestes konnte sich Fabre mit Leichtigkeit an 100 Cleonus verschaffen, während es ihm nach tagelangem Suchen nur mit Mühe gelungen war, vier Exemplare dieses Käfers in seinem Schlupfwinkel aufzu-

finden. Da alle von der Wespe hergeschleppten Stücke bereits getödtet waren, schob Fabre zum Zweck der Beobachtung ihr bei ihrer Rückkehr aus dem Nest einen lebendigen vor, den sie jedoch verschmähte; als sie jedoch abermals mit einem neuen Leichnam zurückkehrte, und diesen vor die Oeffnung des Nestes legte, um ihn, wie immer, bei den Beinen hineinzuziehen, wurde schnell der todte Cleonus gegen einen lebenden vertauscht, und die Wespe machte sich nun daran, diesen zu bewältigen. Indem sie ihn mit den Beinen ergriff und ihre Kiefer in seinem Rüssel festschlug, suchte sie mit dem Hinterleib seine Bauchseite zu erreichen und senkte den Stachel in die Hautfalte hinter dem Halsschilde; in demselben Moment lag der Käfer regungslos da. Eine wiederholte Beobachtung des nämlichen Vorganges ergab stets das gleiche Resultat; stets war es dieselbe Körperstelle, welche die Wespe zu verwunden suchte. Es drängte sich hiebei sogleich die Frage auf, wesshalb sie gerade diesen Ort wähle, um ihr Gift einzuträufeln? Eine anatomische Untersuchung ergibt, dass bei den Rüsselkäfern das die Bewegung anregende Nervencentrum in Form eines Knotens genau an der Stelle liegt, welche von der Wespe immer durchstochen wurde, dass diese somit wahrlich den Nagel auf den Kopf getroffen hat, während bei anderen, z. B. bei den Laufkäfern, dieser Nervenknoten eine ganz andere Form hat und ein Stich in diese Gegend nur eine ganz kurz andauernde Paralyse zur Folge hat. Es müssen somit die auf diese Weise die Brut versorgenden Raubwespen gewissermaassen von Fall zu Fall die Richtung des Stiches ändern, je nachdem sie sich einer Beute bemächtigen, und hier ist dem Beobachter ein weites Feld geöffnet, seine Beobachtungsgabe zu prüfen und zu schärfen. Auch andere Dinge spielen mit: die Wespen haben gar nicht selten die Fähigkeit, den Flug so einzurichten, dass er ganz genau dem ihrer Beute entspricht, wodurch ihnen die Verfolgung ganz bedeutend erleichtert wird; auch hierüber sind Beobachtungen von Werth. Hat man übrigens Gelegenheit ohne vorher gemachte Beobachtungen die Wespe sammt Beute abzufangen, so ist auch das nicht ohne Werth, und man ist durch Vergleichen mit bereits bekannten Angaben dann wenigstens im Stande zu constatiren, ob sich die Wespe bei ihrer Freibeuterei auf einerlei Art capri-

cirt, wie im vorliegenden Fall oder ob sie bei der Brutversorgung weniger wählerisch vorgeht.

Andere Beobachtungen erstrecken sich auf die Verschleppung von Thiereiern durch andere Thiere und hier scheinen die Wasservögel eine noch nicht genau genug beobachtete Rolle zu spielen. Die Verbreitung der Fische in den Hochgebirgsseen und jene der Molluscen in den Gebirgsseen scheint ausschliesslich durch sie ermöglicht, und S. Clessin, einer der ersten Beobachter auf dem Gebiete der Malakozoologie schreibt in dieser Beziehung: »Die Verschleppung von Mollusceneiern durch Wasservögel steht mir ausser Zweifel. Ich habe nicht nur Pfützen, die sich durch Ausgraben des Bodens an Bahndämmen bildeten und die ohne alle Verbindung mit anderen Wasserrinnen standen, sich mit Molluscen bevölkern sehen, sondern ich habe auch die Beobachtung gemacht, dass sich im Winter bis auf den Grund zufrierende Wasserlachen, die im Frühling keine Spur von Molluscenbevölkerung zeigten, im Sommer mit lebenden Molluscen füllten, die dann durch den Winterfrost wieder sämmtlich zu Grunde gingen, so dass die Lache einige Jahre völlig molluscenleer war«. Es wäre somit der directe Nachweis eines derartigen Eiertransports sehr wünschenswerth und vielleicht ergäben sich dann auch Anpassungen der Eier an diesen Transport seitens der Wasservögel. Einen weiteren Beweis liefert übrigens auch die Untersuchung der Fauna naher Seen. So deutet z. B. nach demselben Autor die Molluscenbevölkerung des hochgelegenen Ferchensees, der in seinen physikalischen Verhältnissen durchaus nicht mit dem Ammersee übereinstimmt, in den Formen der ihn bewohnenden Species so sehr auf den letzteren, dass eine Uebertragung von Mollusceneiern aus dem Ammersee in den Ferchensee durch beide besuchende Vögel mehr als wahrscheinlich erscheint, und ähnliche Verhältnisse zeigen auch andere Wasserbecken, obwohl deren Faunen namentlich innerhalb des Alpengebietes nichts weniger als vollständig erforscht sind.

Endlich ist auch der Einfluss gleicher und verwandter Thierarten aufeinander zu beachten und ein recht schlagendes Beispiel dieser Art liefert uns die grosse Zahl unserer einheimischen Singvögel im Gegensatz zu jener

anderer Erdtheile bei gleichem klimatischem Charakter. Wir können uns dieses Phänomen etwa in der Weise erklären: Es ist aus der Erfahrung bekannt, dass man den Gesang eines Vogels ausserordentlich vermehren und verbessern kann, wenn man einen anderen Sänger daneben hängt, und wir dürfen hieraus schliessen, dass im Singen unter den Vögeln ein gewisser Wetteifer besteht, ähnlich wie unter den Aelplern im »Jodeln« und »Schnaggeln«. Dieser Wetteifer besteht aber nicht blos zwischen den Angehörigen derselben Art, sondern auch zwischen verschiedenen Arten, und je mehr Singvögel daher auf einem Platz dem Gesang obliegen, ein desto grösserer Wetteifer im Singen wird dann eintreten, und desto mehr wird sich die Gesangsfähigkeit und damit auch der Gesang vervollkommnen. Da nun aber gerade zur Fortpflanzungszeit die grösste Zahl von Vögeln zu gleicher Zeit an denselben Brutplätzen versammelt ist, so ergibt sich daraus schon die Verbesserung dieser und daraus erklärt es sich, warum in warmen Himmelsstrichen weniger gute Sänger sind, als in den gemässigten. In ersteren vertheilen sich nämlich die Brützeiten der Vögel über das ganze Jahr, in den letzteren sind sie auf eine bestimmte Jahreszeit zusammengedrängt. Hieraus erklärt sich aber auch, warum gerade der gemässigte Himmelsstrich Europas begünstigter ist, als z. B. in gleichen Gegenden Amerikas. »Wo sich, sagt H. Jaeger, das Land aus der gemässigten Zone gleichmässig nach Süden in die subtropische und tropische Zone forterstreckt, wie dies bei Amerika der Fall ist, kann es zu keiner solchen entschiedenen Ausbildung des Wandertriebes kommen. Wenn der Herbst heranbricht, so rücken die Vögel in gemächlichem Tempo südwärts, wozu kein besonderer Trieb gehört. — Ganz anders in Europa; hier hat der Wanderflug zwei mächtige Hindernisse: die Gebirgskette der Alpen und dann ein breites Meer zu überwinden. Dazu gehört das Vorhandensein eines kräftigen, niemals trüglichen Wandertriebes, der mit grosser Regelmässigkeit einsetzt, denn hier kann Versäumtes nicht gut nachgeholt werden; ist einmal die Hochgebirgsmauer tief eingeschneit, brausen die Herbststürme über das Meer, so ist dem Zurückgebliebenen der Abzug verwehrt und der Winter mit seinen Schrecken vernichtet ihn. — So sind denn die Vögel bei

uns ihren Gewohnheiten auch dann noch sehr treu geblieben, als die Eiszeit der jetzigen gemässigten wich. Wanderflug und Brutgeschäft sind noch viel strenger an die gleichen Zeiten gebunden, als dies in Amerika der Fall ist. Der Anbruch einer wärmeren Zeit hat die der Entwicklung des Vogelgesangs so günstige Gleichzeitigkeit des Brutgeschäfts nicht gestört, sondern dasselbe nur zu einem behaglicheren gemacht. Reichthum an Futter minderten die Nahrungssorgen, grössere Wärme steigerte die Heftigkeit der Triebe und damit ihre Aeusserung im Gesang, und der Wetteifer blieb der gleiche. Darum ist Deutschland und die mit ähnlich günstigen Oertlichkeiten versehenen nach Westen angrenzenden Länder Europas der Schauplatz jenes herzerfrischenden Concertes, das im Frühling Wald und Busch durchhallt und nirgends auf der Erde wieder gefunden wird.« Wollen wir aber diesen Punkt noch weiter ausführen, so müssen wir auch noch daran erinnern, dass das Brutgeschäft bei uns zum grössten Theil in die Frühlingszeit fällt, in jene Zeit also, in welcher die Bäume noch weniger laubdicht sind, und daher auch der Gesang der Wettsänger nicht so leicht und so bald erstirbt, wie in den undurchdringlichen Kronen immergrüner Laubholzbäume der Tropenwelt.

Aus der genauen Erforschung kleinerer oder grösserer Localitäten ergiebt sich endlich noch ein letztes gar interessantes und erst in der neueren Zeit mehr gepflegtes Studium: die Erforschung der sog. Parallelformen und der vicariirenden Formen.[1]) Da es natürlich nicht Aufgabe des Touristen sein kann, diesen hochstrittigen Boden zu betreten, der so recht der Tummelplatz ist von Phantasie und Realismus, so mögen hier nur diese wenigen Andeutungen genügen. Es fällt wohl sehr leicht auf, dass in unseren Alpen zweierlei Alpenrosenarten gedeihen, die eine auffällig durch die am Rande eingerollten, an der Unterseite rostrothen Blätter (*Rh. ferrugineum*

Literatur: Molluscen: v. Martens, J., über die Verbreitung der europäischen Land- und Süsswasser-Gastropoden. Tübingen 1855. S. 144. (Polarzone und Alpenregion). Schmetterlinge: Graeffe, E., Vergleichung der Papilionidenfauna der Hochalpen mit derjenigen des hohen Nordens. Zeitschr. d. D. u. Ö. A.-V. 1880. S. 69 ff. Käfer: v. Heyden L., Supplement zur Col.-Fauna von Oberengadin. Jahresber. d. naturf. Ges. Graubünden, Bd. 16. 1872. S. 27 ff. (Enthält Tabellen über Engadin u. Lappland.)

L.), die andere durch die am Rand gewimperten, beiderseits grünen Blätter (*Rh. hirsutum* L.); die erstere gedeiht vorzüglich auf Schiefer und anderen Gesteinen der azoischen Formation, die andere nur auf kalkhaltigem Boden. Sowie nun diese beiden Arten einer Gattung sozusagen in ihrer Bodenunterlage sich ausschliessen und somit die Gattung Alpenrose (*Rhododendron* L.) in einer Kalk- und einer Schieferform in der Alpenkette vertreten ist, so finden wir dasselbe Verhältniss auch noch in einer Reihe von anderen Gattungen, und wohl sicher von ihnen abhängig auch bei vielen Thieren. Formen nun, welche sich in dieser Weise verschiedenen Bodenunterlagen angepasst haben, unter sich viel Aehnlichkeit, also systematisch grosse Verwandtschaft haben, so dass sie einerlei Gattung angehören, und sich gegenseitig stellvertretend ersetzen, nennt man Parallelformen oder vicariirende Arten. Ihre Erforschung gehört zu den dankbarsten Thematen der geographischen Verbreitung der Thierwelt überhaupt, erfordert jedoch ausserordentlich viel und sicher bestimmtes Material und genaue Angaben in Bezug auf Aufenthaltsort und Vorkommen. Es ist klar, dass nach dem vorliegenden zwei sehr nahe liegende und im übrigen sich gleichende Punkte derartige vicariirende Formen aufweisen können, und dass die Stellvertretung anderseits aber wieder durch grössere Faunengebiete sich hinerstrecken kann, sowie dass sehr entlegene Punkte der Erde dieses Verhältniss zeigen können, und thatsächlich finden wir z. B. in Nordamerika viele Formen, welche mit jenen Europas so grosse Verwandtschaft haben, dass wir sie als Parallelformen bezeichnen müssen. Es würde zu weit führen hier die Ideen anzuführen, welche zur Erklärung dieses Phänomens herangezogen worden sind; in Kürze sei nur erwähnt, dass sie nach H. Jäger[1]) der Hauptbeweis dafür sind, anzunehmen, dass das Bildungscentrum der organischen Wesen in der Gegend des Nordpols gelegen war und dass von ihm aus dieselben in dem Maasse formell sich abgeändert haben, in welchem sie radienförmig südwärts zogen. Somit müssen wir im Norden die ähnlichsten Formen

1) Jaeger, H., der Nordpol, ein thiergeographisches Centrum. Petermanns Mittheilungen. (Ergbd. IV.) 1867. S. 67—70 m. Karte.

finden und die Differenz der gleichen Familien, Gattungen und Arten muss in dem Maasse grösser werden, in welchem wir uns dem Süden nähern. Die Erfahrung, die Berichte und Sammlungen bestätigen dies. Wenn wir anderseits die Punkte untereinander verbinden, an welchen eine und dieselbe Thier- oder Pflanzenart gefunden oder beobachtet wurde, also ihre horizontale Verbreitung graphisch darzustellen trachten, dann auch die Verbreitungsgrenzen anderer verwandter Arten derselben Gattung auszumitteln trachten, so finden wir das höchst interessante Resultat, dass die Verbreitungsbezirke der selteneren Arten, also die kleineren Verbreitungsareale, meist an der Peripherie des Verbreitungsareals der häufigen Art liegen, und welcher Schluss liegt hier näher, als der, dass die ersteren Arten sich im Kampf ums Dasein an jenen Stellen, wo die Art die ungünstigsten Chancen für ihr Vorkommen findet, herausgebildet haben, somit Tochterformen der weitverbreiteten Stammart sind, welche im Lauf der Zeit entweder wieder eingehen oder siegend vorwärtsschreiten.

In diesem Sinn finden wir Parallelformen nach den Bodenunterlagen, nach den Grenzgebieten der horizontalen Verbreitung, nach der verticalen Verbreitung und nach den Continenten: *Diacanthus rugosus* Germ., ist die Schieferform des *aeneus* L.; *Passer Italicus* Vieill., die Südform des *Passer domesticus* L. (Sperling); *Lepus variabilis* Pall., die Alpenform von *Lepus timidus* L. und *Colias Philomele* Hübn. ist die Polarform vom *Colias Palaeno* L. unserer Hochalpen; zahlreiche andere Beispiele liessen sich des weiteren noch für diese Vicariirung vorbringen und, da uns gerade dieses letztere Verhältniss genauer interessirt, so mögen hier noch einige Worte über die Verbreitung der Käfer Platz finden. Heyden schreibt hierüber: »Aus dem Oberengadin sind mir 496 Käferarten bekannt; rechnet man hiezu einige fragliche, so können wir in Summe 500 annehmen. Vergleichen wir hiemit die Coleopterenfauna Lapplands (nach Sahlberg), so fällt uns auf den ersten Blick die grosse Uebereinstimmung der Faunen des Oberengadins und Lapplands in die Augen. Lappland besitzt zwar nur ungefähr die Hälfte an Artenzahl, nämlich 274, doch ist dies leicht dadurch erklärlich, dass einmal die Käferfauna, je mehr nach

dem Norden unseres Weltkörpers hin, desto mehr an Artenzahl abnimmt, andererseits ist es wahrscheinlicher, dass im Engadin Arten aus den benachbarten Thälern und Höhen dorthin sich verbreiten, als in Lappland, wo die angrenzenden Länder selbst nicht sehr viel reicher sind. Was die Uebereinstimmung der einzelnen Arten in beiden Faunen, die in den dazwischenliegenden Ländern oft gar nicht, oder dann nur auf den höchsten Gebirgskämmen, beispielsweise des Riesengebirges, vorkommen, betrifft, so lässt sich dies eben nur dadurch erklären, dass wir es mit sehr alten Thierformen zu thun haben, die bis zu den Zeiten der Entstehung der Arten unserer Fauna, wie wir sie jetzt sehen, zurückreichen.«

Aus der der Arbeit Heyden's beigegebenen Tabelle ist ersichtlich, dass von den 500 Engadinern und den 274 Lappländern 33 gemeinsam sind, lauter Hochalpen- und Hochgebirgsthiere, während die anderen sich vicariiren (z. B. *Dasytes obscurus* Gyll. in Lappland, *niger* L. im Engadin) oder, wie einige wenige, beiden ausschliesslich angehören. — Derlei der Statistik entnommene Schlüsse zu ziehen, ist, wie bereits oben erwähnt, Sache des Forschers; möge der Tourist durch das Einsammeln von recht reichlichem Material und vielen gewissenhaften Notizen sein Streben ausführen helfen. Namentlich von isolirten Gebirgsstöcken und -Gipfeln ist das Material höchst wünschenswerth und kein Stück zu verachten; an und auf ihnen haben sich, ähnlich wie auf Inseln, zahlreiche Formen ausgeprägt, die nur dem Kennerauge von den Stammformen unterscheidbar und von grossem Werth sind. So unterscheidet z. B. Dr. Kraatz, der beste Kenner unserer einheimischen echten Laufkäfer (*Carabinen*), von dem im Alpengebiet nicht wenig verbreiteten *C. alpinus* Dej. neben vier ausgesprochenen Hauptformen der Schweiz noch »eine Menge Nebenformen, welche durch die Zahl der Grübchen, der eingestochenen Punkte in den Streifen u. s. w. bedingt werden«; und neben diesen noch die Varietäten: *Bernhardinus* vom St. Bernhard und *Mimethes* vom Monte Rosa; dann aus Oberitalien neben jenen Formen der Schweiz die Varietäten *amplicollis Vill.* und *castanopterus Vill.* aus den lombardischen Alpen; endlich die früher mit jener Stammart zusammengewürfelten Formen *C. Hoppei Germ.* aus Ober-

italien, *C. Fairmairei var. Baudii* vom Monte Viso, *C. Cenisius* vom Mont Cenis, *C. Putzeysianus Geh.* von den Meeralpen und *C. Lombardus* von der Lombardei; für alle diese Studien ist Material die Grundbedingung. —

Haben wir nun die Beziehungen der Thierwelt unter sich behandelt, so mögen zum Schluss noch einige Worte über die Wechselbeziehungen zwischen der Thierwelt und dem Menschen folgen, deren Beobachtung von grossem Interesse ist.

Zunächst wäre vielleicht wohl die Frage anzuregen, welchen Werth die Thiere als Wetterpropheten besitzen, und mancher Tourist würde dem Entdecker einer derartigen Wechselbeziehung zwischen der Witterung und der Thierwelt nicht Dank genug spenden können. Und trotzdem — wie verschwindend klein ist die Zahl jener Thiere, an welchen man bisher Prognostica zu erschliessen versucht und gewagt hat. Ausser den Spinnen, deren ruhiges Sitzen im Centrum des Nestes und den Mücken, deren abendliches Schwärmen als gutes, und den Regenwürmern, Molchen und Fröschen, deren Erscheinen auf Gehwegen als schlechtes Prognosticon angesehen wird, sind es nur Vögel, von welchen schon Cuvier bemerkt, ihr rasches Durcheilen der verschiedenen Luftschichten und die lebhafte und andauernde Einwirkung dieses Elements auf sie setzen sie in den Stand, die Veränderungen der Witterung zu anticipiren. Wie wenige sind es aber wieder von diesen. Die Schwalben fliegen vor Regen nieder am Boden und an Gewässern; der Haushahn kräht noch spät Abends, wenn es zum Regnen kommt; der Grünspecht (*Gecinus viridis* L.) vulgo »Gois- oder Guissvogel« lässt anhaltend sein »Glück« ertönen, bevor Regen einfällt, und die in grossen, höchst unselbständigen Colonien lebenden Alpendohlen (*Pyrrhocorax alpinus* L) haben allerorts den Namen »Windachen« oder »Schneedacheln« erhalten, weil sie, jeden Schneesturm einige Tage früher spürend, von ihrem Alpensitz, den steilen Felswänden, wo sie brüten, thalauswärts ziehen und dadurch die Aenderung der Witterung oft in weiter Entfernung anzeigen. Soll endlich unerwähnt bleiben, dass auch die auf den Jöchern weidenden Schafe 2—3 Tage vor dem Anschneien auf den Alpen thalaus-

und abwärts rücken, und den Leuten die Mahnung geben, dass es nun Zeit ist, abzuziehen?

Mögen reichlichere Beobachtungen dieser Art gemacht werden, welche derartige Prognostica bestätigen oder — frisch zu Boden treten.

Ein weites Feld für reiche Beobachtungen sind die Benennungen der Thiere im Volksmunde[1]) — und wenn die Frage in erster Linie auch vielleicht eher ein ethnographisches oder linguistisches Interesse beansprucht, so gewährt doch der Name nicht selten einen gewünschten Einblick in das Reich der Beobachtungen und der Gedanken des Volkes. Während von einer Anzahl von Thieren die veralteten Namen entweder ganz verloren oder nur in eine beschränkte technische oder dichterische Anwendung übergegangen sind (z. B. Adebar für Storch), eine andere Zahl mit verdunkelten Namen bezeichnet wird, deren erster Theil meist gar nicht mehr oder nicht mehr richtig verstanden und deren zweiter Theil oft nicht mehr als Zusammensetzung des Wortes gefühlt wird (z. B. Krametsvogel: alt. chrânawitu, mhd. krânwite, nhd. kronawett(a) = Wachholderstrauch, aus chran, lat. granum, Kern und witu, Holz, also Kern- (Beeren)holz, weil der Vogel gern Beeren frisst), haben sich andere Namen aus der althochdeutschen Zeit erhalten, wenngleich durch mannigfache Veränderungen, namentlich durch Abfall und Schwächung der Endungen, Uebergang und Ausfall von Vokalen, Abfall, Wechsel und Zusatz von Consonanten entstellt; nur wenige sind unverändert bis in unsere Zeit heraufgekommen. Um für obige Fälle einige Belege zu bringen, sei z. B. der Namen Drossel (Droschel) aus dem ahd. *droscelá*, *drosgilá* (aus *drosca*, Drossel) (durch Weglassung des ableitenden c); Gimpel (richtiger Gümpel) von *gumpen*, hüpfen; »Antn,« von ahd. *anut*, mhd. ant (auch ent und ante) aus dem lat. anas; »Odahaxe,« Eidechse, ahd. egidëhsa, egedëhsa, eidehsa, mhd. egedëhse, eidëhse; Dachs vom ahd. und mhd. dahs, Hornis, ahd. horniz, hornuz, hornoz, mhd. hornuz, horniz, woraus durch Verstümmelung Hurnaus und Burnauss, erwähnt.

Eine nicht geringe Anzahl von Thieren verdankt ihren

1) **Literatur:** Hofer, A., über Thier- und Pflanzennamen. W.-Neustadt 1880. S. 88.

Namen der Bildung nach dem Naturlaut, falschen Anlehnungen und Umdeutschungen, Eigenschaften und mythologischen Beziehungen, und gerade sie sind es, deren Erforschung am werthvollsten und — verhältnissmässig am leichtesten ist. In ersterer Beziehung erinnere ich z. B. an die Namen Kukuk, Kikeriki u. s. w., aus dem weiter das Wort guger entstanden ist; auch Hummel (humsen = summen), Zeisel, Zeissig sind an die Naturlaute angelegt. Der Wiedehopf hat von seinem Paarungsruf »hup-hup« in Rückerinnerung an die Fuhrleute »hop-hop« auch diesen Namen erhalten, ja auch »Fuhrmann» geradenwegs ward er genannt; ebenso trägt der Bergfink (*Fringilla Montifringilla*) den Namen »Gagatzer« (Stotterer). Der Pfannenstiel hat seinen Namen vom langen Schwanz, das »Schneeguckerl« ihn von der Eigenthümlichkeit erhalten, im Winter auf den Zweigen sitzend aus dem Schnee hervorzugucken u. s. w. — Ein geringer Theil unserer Thiernamen endlich stammt aus fremden Sprachen, sei es den niederdeutschen, lateinischen oder griechischen, oder sei es den slavischen, romanischen oder orientalischen Sprachen. So ist z. B. das Wort Assel entstanden aus dem Verkleinerungswort asellus (asinus, der Esel), vielleicht wegen dessen grauer Farbe; das Volk fügt nicht ungern ein t ein und setzt ein N vor: das Thier heisst bei ihm Nastl, während dem Worte Stieglitz (mhd. stigeliz, stiglitz) der czechische Stamm stehlec, stehlik zu Grunde liegt. Eine ganze Reihe von Namen endlich sind ziemlich willkürlich, oft sogar sehr seltsam gebildet, lassen mitunter nur schwierig den Grund der Entstehung erkennen und sind auf ganz kleine Reviere, oft nur einzelne Orte beschränkt. So führt z. B. das Murmelthier in der Schweiz dreierlei Namen. Der Name »Murmelthier« entstammt dem Ausdruck Plinius': mures alpini oder montani (montis) — woraus dann marmota und das Volkswort »Murmentl« entstand; ein zweiter Ausdruck lautet »Munk«, auch »Mankei« und deutet auf sein heimliches Wesen, und endlich ist in Wallis der Ausdruck »Mistbellerli« gebräuchlich.

In ähnlicher Weise sind es, der überall im Geruch der Schädlichkeit stehenden »Wasserkälber« (*Gordius*) nicht weiter zu erwähnen, namentlich die Vögel, welche die Aufmerksamkeit des Volkes von jeher mehr als andere Lebewesen in Anspruch

genommen haben, und in Folge dessen mit einem Uebermaasse von Trivialnamen belegt sind, welche an Zahl nichts zu wünschen übrig lassen und oft Zeugen für der Bewohner und Benenner Scharfblick und Humor sind; aber auch noch andere Beziehungen zur Thierwelt kommen vor, sei es, indem das Volk verschiedene Thiere mit menschlichen oder zärtlichen Verkleinerungsformen benennt (z. B. Nero, Amorl) oder indem das Volk nach menschenähnlichen Eigenthümlichkeiten und Thätigkeiten die Benennungen für verschiedene, ihm naheliegende Berufsarten auf die Thiere überträgt (z. B. »Bader« für Schneekäfer u. s. w.), oder endlich, indem es das Verhalten, die guten und schlimmen Eigenschaften der Menschen mit denen der Thiere vergleicht und in Redensarten anwendet (z. B. ist furchtsam, wie ein Haas u. s. w.).

Endlich prägt sich eine höchst interessante Wechselwirkung, eine förmliche Volksnaturgeschichte aus, in dessen Gebräuchen und Sagen. Steht es leider auf der einen Seite in dieser Beziehung noch sehr übel, indem gar viele der nützlichsten Thiere immer noch verfolgt und in grausamer Weise getödtet werden (z. B. Maulwürfe; Eulen und Fledermäuse werden lebend an Tennenthüren angenagelt!), so haben andere Thiere sich sehr wohl mit einem undurchdringlichen Nimbus zu umgeben verstanden, der in den Volkssagen widerklingt; die Sagen von dem Haselwurm und der Krönelnatter sind allverbreitet im Gebirge, und hier ist die Stelle, wo der Zoologe in seiner Forschung den Ethnographen unterstützt.

Und haben wir nun das Feld der Sage und der Poesie betreten, so sei noch des ethischen und ästhetischen Moments gedacht, wenn die Grabesstille der Alpenhöhen plötzlich unterbrochen wird durch ein nahes, ungeahntes Lebewesen, das uns aus stillem Traume zurückruft in die Menschenwelt:

Zwei Arten höh'rer Geister schuf Natur,
Die einen schön zu denken und zu handeln;
Die andern, voll Empfänglichkeit der Spur
Des Wahren und des Schönen nachzuwandeln.

Inhaltsverzeichniss.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Ergänzungen und Berichtigungen

zu

„Kurze Anleitung zu geologischen Beobachtungen in den Alpen."

Auf Seite 59 (37) ist einzusetzen:

19a) Trachyt, besteht aus Sanidin, wechselnden Mengen von Plagioklas, Augit-Hornblende- und glimmerartigen Mineralien (ohne Quarz), welche zu einem meist hellfarbigen, rauhen Gestein vereinigt sind; Uebergänge verbinden ihn eng mit der folgenden Felsart.

Auf Seite 104 (82) ist der Name 7: Voltzia vicetina Mass. umzuändern in Voltzia Massalongi v. Schaur. = V. hungarica Heer.

Auf Seite 140 (118) ist vor: „Im Innern der Alpen" etc. einzuschalten:

Hierher gehört auch ein sehr merkwürdiges Tuff-ähnliches Gestein, welches von Studer Taviglianazsandstein genannt wurde und an verschiedenen Punkten von den Savoyer Alpen bis zum Linththal in Glarus meist im Flysch auftritt.

In Bezug auf das Profil Seite 150 (128) theilt mir Studer mit, dass der Gipfel der Aiguilles rouges nicht aus carbon- sondern aus jurassischen Schichten besteht. Am Südabfalle des Montblanc-Massius liegt der Protogin direkt auf Kalk und krystallinische Schiefer fehlen. Das Profil ist daher keineswegs so symmetrisch, als es bisher gezeichnet wurde.

Dr. C. W. Gümbel.