

dies im Vorjahre von den Brüchen bei S. Martino (Martinšćica) auf Cherso beschrieben wurde. Gegen Süden gleichen sich dann die Sprunghöhen mehr und mehr aus. Der Neigungswinkel des Gegenflügels, der an der Küste des Canale di Unie verläuft, ist stets ein verhältnismäßig flacher; er beträgt schon an der Valle Lipica stellenweise nur mehr etwa 20° , ebenso an der Punta Gorila und bei der Kapelle Madonna del Annunziata (Cigale) verschwindet derselbe ganz im Vergleich zu den Neigungswinkeln der sekundären Faltung, welche senkrecht darauf verläuft und so wenigstens ganz lokal eine Kreuzfaltung hervorruft, wie dies von der Insel Veglia einerseits und andererseits aus der Gegend von Spalato bereits bekanntgemacht wurde.

Auch auf der Ostseite der Insel Lussin ist stellenweise die Regelmäßigkeit des Faltenwurfes gestört, und zwar an den beiden erwähnten Punkten, südlich von S. Giacomo und an der Valle Scuro, wo sich eine Art Schuppenstruktur vorzufinden scheint, wie dies oben erläutert wurde.

Arbe ist eine vollkommen regelmäßige Antiklinale mit dem ältesten Schichtgliede als Aufbruch in der Achse und den jüngeren Formationsgliedern an den Flanken.

Literaturnotiz.

A. Penck und E. Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter. Gekrönte Preisschrift. Mit mehreren Vollbildern in Autotypie, 2 farbigen Profiltafeln sowie zahlreichen Textillustrationen. Verlag von C. H. Tauchnitz. Leipzig 1902—1905. IV.—VII. Lieferung.

Das zweite Buch dieses großen Werkes (IV.—VII. Lieferung) beschäftigt sich mit der Darstellung der eiszeitlichen Vergletscherungen in den nördlichen Westalpen.

Das vorliegende Juragebirge verhinderte in bedeutendem Umfange die freie Entfaltung der Eisfächer, so daß sich am Fuße der Westalpen nur der Rhein-, Rhone- und teilweise der Isèregletscher ungehemmt ausbreiten konnten. Zwischen Alpen und Jura war ein einziger ungeheurer Schwall von Eis zusammengestaut. Demzufolge gehören die Schotterfelder dieser Vergletscherungen drei verschiedenen Strömen und Meeren an. Ein hydrographischer Zusammenhang wie in den nördlichen Ostalpen ist nicht vorhanden und so sind die einzelnen Schottergebiete isoliert. Der Gang der Darstellung muß sich dem anpassen und so die einzelnen Gletscher nacheinander durch Schotter-, Moränen- und Nährgebiet verfolgen.

Der Rheingletscher nahm Zuflüsse des ostalpinen Eises aus dem Inngebiete an sich und entsandte Eismassen auf die Südseite der Alpen und gegen Westen.

Im Vorland jedoch gebärdete er sich unabhängiger als alle anderen Gletscher auf der Nordseite der Alpen. Die fluvioglazialen Ablagerungen des Rheingletschers zeigen in derselben Weise wie in den nördlichen Ostalpen vier Schotterssysteme, von denen jedes einzeln mit Moränen verbunden ist. Diese Schotter lagern ineinander geschachtelt und zwar sind die beiden ältesten (Günz-, Mindelzeit) deckenförmig ausgebreitet, die beiden jüngeren (Riß-, Würmeiszeit) als Hoch- und Niederterrassen darein eingesenkt. Bemerkenswert ist die Erscheinung, daß im Westen die Talbildung seit Ablagerung der beiden Deckenschotter viel kräftiger eingriff als im Osten. Damit steht wohl die Tatsache in Beziehung, daß die quartären Schichtstörungen im Westen viel lebhafter ins Spiel treten. Wo hier der Deckenschotter in größeren Feldern vorliegt, zeigen sich Verwerfungen und Verbiegungen. Die Lagerung der Deckenschotter zwischen der Aaremündung und dem Höchsten beweist eine Aufwölbung des Nordwestsaumes des Alpenvorlandes, welche parallel den Alpen und dem Jura hinstreicht. Diese Aufwölbung reicht nordwärts bis ins obere Donaugebiet.

Aus der deckenförmigen Ausbreitung der ältesten Schotter schließt Penck auf eine ausgedehnte Abtragungsfläche, welche unabhängig von der muldenförmigen Lagerung des subalpinen Miocäns verlief. Eine solche Abtragungsfläche ist nur vor einem Gebirge mit reifen Talformen erklärbar.

Die Grenzen der vier Vergletscherungen sind klar zu erkennen. Die Günzvergletscherung hatte ungefähr die Ausdehnung der Würmvergletscherung im inneren Rande der Jungmoränen. Die Mindelvergletscherung reichte darüber hinaus. Seit dieser Vergletscherung entfalten sich die späteren nicht mehr im Halbbogen, sondern stärker gegen Westen als Osten. Es ist die mächtige Bodenseefurche, welche je länger je mehr das Eis gegen Westen ableitet. Innerhalb des vierfachen Moränengürtels lagert das Bodenseebecken als ein großartiges Stammbecken, von dem viele Zweigbecken ausstrahlen. Seine Entstehung fällt ins Eiszeitalter. Im Gebiete des Rheingletschers befinden sich mehrere paläolithische Stationen (Schussenquelle, Keßler Loch, Schweizerbild), die sich jünger als das Maximum der Würmeiszeit erweisen. An diesen Fundstellen erscheint die Magdalénien Kultur mit einer Fauna von hochalpinen, nordischen und subarktischen Arten vereinigt. Auf diese arкто-alpine Fauna des Magdalénien ist allmählich die heutige Waldfauna gefolgt und zwar schon zu einer Zeit, als der Mensch seine Werkzeuge ohne die Kunst der Töpferei ausschließlich durch Zerschlagen von Feuersteinen und aus Knochen herstellte. Dann erst setzte die neolithische Kultur ein. Da sich die Magdalénienfauna auch in einer Uferterrasse, 20—25 m über dem heutigen Spiegel des Bodensees findet, so dürfte nach Penck die Magdalénienperiode nicht vor dem Bühlstadium angesetzt werden können.

Das Rheintalsystem zeigt dieselben Überlieferungsregeln, welche im Inntal festgestellt wurden. Eine Bildung des heutigen Rheintales mit alleiniger Hilfe der fluvialen Erosion im Sinne von Rüttimeyer und Heim erscheint ausgeschlossen. Das Rheintal ist nicht durch Einsinken oder Verbiegen, sondern durch Überflutung eines älteren Tales entstanden. Bühli-, Gschnitz- und Dannstadien können nachgewiesen werden. Der Flimsler Bergsturz wird in die Zeit des Gschnitzstadiums verlegt. Die Lößbildungen im Rheintale unterhalb von Sargans werden durch Staubauftrieb des Föhns aus den Überschwemmungsgebieten des Rheins erklärt. Sie sind jünger als die Würmeiszeit.

Die Bearbeitung des Linth-, Reuß-, Aare- und Rhonegletschers auf schweizerischem Boden ist von E. Brückner beigesteuert worden. Die Untersuchung der Schottergebiete im Nordwesten der Schweiz führt ebenfalls wieder zur Erkenntnis von vier Schotterssystemen, die jeweils mit Moränen verknüpft sind und von denen die beiden älteren von Dislokationen betroffen wurden.

Die vier quartären Schotterssysteme der oberrheinischen Tiefebene stehen ebenfalls mit den vier Eiszeiten in Beziehung.

Die präglaziale Landoberfläche war auch in diesem Gebiete eine Rumpffläche, welche von Süden in den Rand des Jura einschneitt. Sie bildete einen riesigen flachen Trichter, der die Wasser der ganzen Mittelschweiz der Gegend von Koblenz zuführte. Außer dieser präglazialen Rumpffläche glaubt Brückner noch eine pliocäne, gefaltete auf den Höhen des Jura nachweisen zu können. Über diese Rumpffläche gelangten aus der Mittelschweiz und dem Rhonetale fluviale Gerölle in das Gebiet des Sundgaaes, was nur möglich ist, wenn der Jura damals ganz eingeebnet war. Somit bildete der abgetragene Jura in der Pliocänzeit mit dem schweizerischen Mittellande zusammen ein Stück des Alpenfußes. Die jungpliocäne Faltung und Hebung gestaltete ihn erst zum heutigen Gebirge. Die präglaziale Rumpffläche hat dagegen nur eine geringe Schrägstellung erfahren. Dem helvetischen Gletscher (Name für die Vereinigung von Linth-, Reuß-, Aare- und Rhonegletscher) fehlt eine scharf ausgeprägte Zone von Altmoränen, da dieselben im Berggelände von Jura und Schwarzwald einerseits schon recht unregelmäßig abgelagert, anderseits von den dortigen Lokalgletschern und der Erosion verwischt wurden.

In keinem anderen Teile der Alpen entfernt sich die äußere Grenze der Altmoränen (Rißzeit) so stark wie hier von den Jungmoränen (Würmeiszeit). Die Jungmoränen gehören bereits zwei großen, völlig voneinander getrennten Eismassen, dem vereinigten Linth- und Reußgletscher im Norden und dem vereinten Aare- und Rhonegletscher im Südwesten an. Die übertiefte, trichterförmige Mündung des Linthtales stellt das Stammbecken des Linthgletschers dar, zu dem

als Zweigbecken der Zürichsee und das Glattal gehören. Die kleinen Terrassen am Zürichsee sind nicht Reste alter, zerschnittener und verbogener Talböden, sondern Schichtterrassen, welche durch glaziale Erosion entstanden. Durch den Angriff des bewegten Eises wurden die harten Schichtbänke herausmodelliert. Das wechselnde Streichen und Fallen dieser Terrassen entspricht genau dem Faltegang der Molasseschichten. Der Zürichsee ist eine durch glaziale Erosion geschaffene Wanne.

Das Bühlstadium wird im Linthgebiete deutlich durch Moränenwälle und Schotter gekennzeichnet. Die Schieferkohlen von Uznach werden als eine Bildung der Achenschwankung in der Zeit zwischen Würmvergletscherung und Bühlstadium erklärt.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt die trichterförmig übertiefte Mündung des Reußtales. Der Vierwaldstätter See wie der Zuger See sind in dem präglazialen und interglazialen Talboden in festes Gestein eingesenkt. Auch hier handelt es sich um glaziale Erosionswannen und nicht um Täler, welche durch Rücksinken der Alpen ertrunken sind.

Die präglaziale Landoberfläche steigt in diesem Bereiche durchaus regelmäßig gegen die Alpen empor. In der Gegend des Vierwaldstätter Sees sind besonders die Reste des Bühlstadiums zahlreich hinterlassen. Wie zur Zeit der Altmoränen, so stauten sich auch in der Würmeiszeit die Eismassen des Rhonegletschers am Südostabhang des Jura. Bei Bern stießen Rhone- und Aaregletscher zusammen. Der Aaregletscher selbst war bis zu dieser Stelle ein reiner Talgletscher. In beiden Talgebieten sind Rückzugsmoränen erhalten. Die Mündung des Rhonetales ist übertieft. Die beckenförmige Niederung des Genfer Sees und die der Neuenburger Seen wurde durch glaziale Erosion besorgt.

An Stelle des heutigen Genfer Sees bestand schon vor der letzten Eiszeit ein See, dessen Spiegel um 150 m höher lag. Während der Laufschwankung war das Seeniveau mindestens bis auf die heutige Höhe gesenkt. Zur Zeit des Bühlstadiums schwoll sein Stand wieder 30 m höher als heute, was Uferterrassen beweisen.

Die Ablagerungen des Bühlstadiums sind besonders deutlich im Arvetal entwickelt. Diejenigen des Aaretales liegen in dem Moränengebiete im Westen und Nordwesten des Thunersees vor.

In besonderen Abschnitten hat E. Brückner die stratigraphischen und geomorphologischen Ergebnisse der Erforschung der Moränengebiete des schweizerischen Mittellandes zusammengefaßt.

Bemerkenswert ist die Erscheinung, daß in den schweizerischen Endmoränen viel mehr eckiges Oberflächenmaterial vorkommt als in den ostalpinen. Das gilt besonders für die jüngeren Moränen und ist aus dem Vorherrschen von steilen, engeren Gletscherwandungen zu erklären.

Die Schieferkohlen von Dürnten und Wetzikon, die Pflanzenreste von St. Jakob an der Birs bei Basel sowie der schweizerische Löß beanspruchen ein interglaziales Alter. An allen schweizerischen Gletschern tritt uns volle Harmonie der Erscheinungen entgegen. Von den vier durch Glazialschotter angezeigten Vergletscherungen haben nur die beiden jüngsten ausgebreitete Moränen hinterlassen. Der größte Gletscherstand ist der Rißeiszeit zugeordnet. In der Riß-Würm-Interglazialzeit herrschte nach Flora und Fauna von Dürnten mildes Klima. In Seen, welche den heutigen Randseen der Schweiz entsprechen, wurden gleichzeitig mächtige Deltas eingeschüttet.

In der ersten Phase der Würmvergletscherung drang das Eis mehrere Kilometer über die Grenze der frischen Jungmoränen hinaus, dann wurden diese aufgeworfen. Daran schließt sich ein Eisrückzug mit zwei Phasen, die als Vorstöße gekennzeichnet sind.

Während wir in den Ostalpen eine dichte Scharung von Jungmoränen finden, lernen wir am Rheingletscher einen getrennten äußeren und inneren Kranz, an den schweizerischen Gletschern eine vierfache Phase derselben kennen. In allen Gletscherbereichen finden wir außerdem die Moränenzone des Bühlstadiums. Aus der Verfolgung der Schneegrenze geht hervor, daß eine erhebliche Klimaschwankung nötig war, um die Gletscher aus ihren heutigen Höhen bis zum Ausgange der Täler vorzutreiben. Dann genügte eine geringe Änderung, um die Eismassen über das Vorland auszubreiten.

In den geomorphologischen Ergebnissen wird die Wirkung der Eiserosion eingehend klargelegt. Nach Brückner sollen in der Quartärperiode im Bereiche des schweizerischen Mittellandes ungefähr 250 *m* Gestein abgetragen worden sein. Im Nährgebiete der helvetischen Gletscher bemerken wir, daß die eisfreien steilen Kämme und Gipfel um 1000 *m* und mehr das Eisniveau der Gletscher überragen. Dafür tritt die Karbildung gegenüber den Ostalpen stark zurück, was darauf zurückgeführt wird, daß die Schweizer Alpen auch vor den Eiszeiten im Gegensatz zu den Ostalpen schon Hochgebirgsformung besaßen.

Die Untersuchung der alten Talböden beweist, daß die präglazialen Talzüge ausgereift waren und die Schweizer Alpen seither keine wesentlichen Dislokationen erlitten.

Brückner kommt zu dem Schlusse, daß sich alle größeren Täler der Schweiz, wenn die postglazialen Schluchten geschlossen, die postglazialen Anschüttungen entfernt sind, in Ketten von Wannen umwandeln, die stufenförmig übereinander folgen und deren jede durch einen Felsriegel talabwärts gesperrt ist. Es lassen sich wie in den Ostalpen fünf Gruppen von Riegeln und Riegelstufen unterscheiden:

1. Riegel auf den Stufen am Ausgang der Seitentäler ins Haupttal. Der Hauptgletscher hemmte den Nebengletscher und schwächte dessen Erosionskraft.
2. Riegel mitten im Tal. Sie entstehen durch selektive Erosion.
3. Becken mit Hinterstufen finden sich oft an Stellen, wo mehrere Gletscher sich vereinten.
4. Manche Riegel bezeichnen Stellen, wo ein Gletscher längere Zeit hindurch endete und ein Zungenbecken grub.
5. Die Entstehung von zahlreichen Riegeln dürfte endlich durch Unterschiede in der Erosionskraft innerhalb des Gletschers bedingt worden sein.

Allenthalben lassen sich auch hier außer dem Bühl- noch Gschnitz- und Daunstadium nachweisen. Ihnen kommen Erniedrigungen der Schneegrenze um 900, 600 und 300 *m* zu. Die Schneegrenzen stiegen stets vom Außensaum des Gebirges gegen den Monte Rosa-Stock um 600—700 *m* an. Zwei paläolithische Fundstellen liegen im Bereiche des helvetischen Gletschers innerhalb der Jungendmoränen. Die Pfahlbauten sind sämtliche jünger als das Bühlstadium. Die Bronzezeit ist jünger als das Daunstadium. Für die Schottergebiete des Rhone- und Isèregletschers versucht Penck zu zeigen, daß auch hier die Schichtfolge in den Rahmen paßt, welcher nach den Untersuchungen auf der Nordseite der Alpen gebaut wurde.

In den gewaltigen Eismassen, welche während der Eiszeit den Raum zwischen Alpen und französischem Jura erfüllten und sich als ein dichtmaschiges Netz über die südlichen Ausläufer des letzteren breiteten, waren Rhone-, Isère- und Arve-gletscher miteinander verschmolzen (rhodanischer Gletscher).

Die Altmoränen des rhodanischen Gletschers krümmen sich in einem großen, nur wenig gelappten Bogen um den Ausgang des Rhonetales, die Jungmoränen zeigen den Zerfall dieses Gletschers in seine einzelnen Ströme an. In der Gegend von Lyon sind die verwitterten Altmoränen von einer Lößdecke (Riß-Würm-Interglazialzeit) mit reicher Konchylienfauna überzogen. Der Löß erweist sich auch hier als kein notwendiger Begleiter der eiszeitlichen Ablagerungen (Staubbildung kontinentalen Klimas). Vor dem Austritte der Rhone aus dem Faltenjura bei Cordon tritt uns ein großes Stammbecken mit mehreren Zweigbecken entgegen. Interessant ist die Erscheinung, daß die eiszeitliche Schneegrenze in dem Winkel zwischen helvetischem und rhodanischem Gletscher nicht höher lag als am Nordsaum der Alpen.

Die Übertiefung des Rhonetales tritt in Gestalt von Weitungen und Engen gehorsam den Mulden und Gewölben der durchschnittenen Jura-Molasse als Wirkung selektiver Erosion hervor. Zwischen Genfer See und Seyßel macht sich eine Unterbrechung der Übertiefung geltend, da hier ein toter Winkel des Gletschers mit geringer Bewegung stand. Das Isèretal zeigt ausgesprochene Übertiefung und deutliche Trogränder. Diesem Tale ist eine Terrasse eingebettet, welche sehr jener des Inttales ähnlich ist. Die Terrassenbildung erweist eine Schwankung des Isèregletschers während der Würmeiszeit um 80—90 *km*.

Zeiten	Fauna	Herrschende Tiere	Steinindustrie	Reinindustrie	Paläolithische Funde	Prähistorische Epochen
Postbühl	mittel-europäisch	Hirsch	In Verfall Magdeleine typ.	Hirschhorn	Sous-Sac Schweizerbild oben Les Hoteaux oben	Tourassien
Bühlstadium	arkt.-alp.	Rentier		Rengeweih	Schweizerbild unten Les Hoteaux unten Schussenried	Magdalénien
Achenschwankung		Mammut		Elfenbein	Keßlerloch	
Maximum		Pferd			Moustierstyp.	Solutré oben?
Präwürm				Solutré oben Lößfunde		
Steppenphase	mittel-europäisch	Eleph. antiqu. Rhinoc. Mercki			Solutré unten	Moustérien
Waldphase					Villefranche	
Eiszeit		arkt.-alp.			Höhlenbär	

Das Dractal erscheint nur bis zur Einmündung des Romanchetales übertieft, da letzteres von einem weit stärkeren Gletscher besetzt war. Die Mündung des Dractales gegen das Romanchetal ist in großartigem Umfange verbaut, was durch zwei sehr gute Abbildungen veranschaulicht wird.

Reicher als sonst im Umkreise der Alpen sind an der Peripherie des rhodanischen Gletschergebietes paläolithische Funde verstreut. Dieselben haben vielfache Bearbeitungen und Einteilungen erfahren, so daß es sich als nötig herausstellt, sie vom einheitlichen Standpunkte der glazialen Stratigraphie einzuordnen. Dies führt zur Aufstellung der auf vorstehender Seite eingefügten Tabelle.

Außer zahlreichen schematischen Profilen im Text und mehreren trefflichen Vollbildern sind dem zweiten Buche auch Karten aller beschriebenen großen Gletscher beigelegt. Das dritte Buch, welches noch nicht vollendet vorliegt, ist der Schilderung der Eiszeiten in den Südalpen gewidmet.

(Dr. O. Ampferer.)
