

ABro 9770

fehler SAC

Zweihundert Jahre
geologische Forschertätigkeit
im Kanton Schwyz

von Dr. P. Damian Buck O. S. B.

Schwyzerische
Naturforschende
Gesellschaft

VERLAGSANSTALT BENZIGER & CO. AG., EINSIEDELN

Von Verfasser zugesandt.

Zweihundert Jahre geologische Forschertätigkeit im Kanton Schwyz

von Dr. P. Damian Buck O. S. B.

No. 2284. Dat. 7-8-36.

Für den ehrlichen Leser bedeutet ein Buch ein Leben. Seine Bibliothek ist für ihn gleichfalls der Speicher seines Wissens. Ein jedes Buch, und mag es noch so klein und nichtig scheinen, ist für ihn eine Truhe, in der er seine Kenntnisse sortiert und aufbewahrt, um jederzeit sie aufzufinden, so er sie gebraucht.

Dies vergesse nie, wenn Du ein Buch aus einer Bücherei nimmst. Da wo es hingehört, trage es wieder hin, damit man's dort auch wieder finde!

Max Oechslin.

AUS DER BIBLIOTHEK MAX OESCHLIN

VERLAGSANSTALT BENZIGER & CO. AG., EINSIEDELN

Die vorliegende wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht der Stiftsschule von Einsiedeln bildete einen Teil der Eröffnungsrede, die ich als Jahrespräsident der S. N. G. an der 116. Jahresversammlung 1935 in Einsiedeln gehalten. Damals sprach ich über die geologische Forschertätigkeit im Kanton Schwyz bis zum Jahre 1900. Diese Arbeit ergänzt den dort behandelten Stoff und berücksichtigt die Publikationen bis 1936.

Die politischen Grenzen des Kantons Schwyz stehen selbstverständlich in keiner Weise mit der Ausdehnung der geologischen Formationsgruppen, die die Fundamente seiner Scholle bilden, in Beziehung, weshalb meine Ausführungen auch nicht von den politischen Grenzen eingeengt werden.

Der erste Forscher, dem wir beim Studium der Schwyzer Vor-alpen begegnen, ist Joh. Jakob Scheuchzer, Stadtarzt und Mathematiker in Zürich. Hier wurde er am 2. August 1672 geboren und starb ebendasselbst am 23. Juni 1733. — Er ist der Begründer des geologischen Studiums im Gebiete der Schweizeralpen. Seine wissenschaftlichen Ergebnisse hat er in den «Itinera per Helvetiae alpinas regiones, facta annis 1702—1711» und in «Joh. Jakob Scheuchzers Naturhistorie des Schweizerlandes» (I. Teil, zweite, verbesserte Auflage, Zürich bei Heidegger & Co. 1752, 112 S.) niedergelegt.

Als erster erkennt er in den Alpen Falten und zeichnet sie in guten Skizzen. So stellt er schon ganz richtig die beiden Talwände am Urnersee mit den charakteristischen Falten dar, ferner das Gewölbe vom Axenstein und die südlich anschließende, scharfe Muldenumbiegung bei Schiefernegg zwischen Morschach und Sisikon.

Scheuchzer beobachtete weiter mit großer Genauigkeit die Mulde zwischen Frohnalp- und Hauserstock, wie auch den Zusammenhang der Falten zu beiden Seiten des Urnersees. Es war ihm jedoch nicht vergönnt, den Schluß zu ziehen: die Gesteinsfaltung zum aufgetürmten Gebirge ist älter als die Talbildung. Dazu waren die Anfangsstadien der alpinen geologischen Kenntnisse noch nicht tief und weit genug.



Ben. SAC 2015

Wiederum ist es Zürich, das 1767 in Joh. Conrad Escher von der Linth der naturwissenschaftlichen Gelehrtenwelt einen genialen und erfolgreichen Forscher und Geologen geschenkt (1767 bis 1823). Sagt doch Bernhard Studer in seiner Vorrede zur Monographie der Molasse von ihm: «Hans Conrad Escher von der Linth verdanken wir die ersten wissenschaftlichen und mit höherem Sinn aufgefaßten Ansichten über die Natur unserer Gebirge.» Und Escher selbst äußerte sich am Anfange seiner geologischen Laufbahn: «Wir dürfen noch kaum sagen, daß die Geognosie bis zur Wissenschaft sich erhoben habe, und so ist es gewiß nicht unwichtig, daß dieselbe nach gründlichen Prinzipien bearbeitet werde.»

Da er überzeugt war, daß nur im Fels und Feld der Geolog zum Geologen wird, machte er von 1791 an jährlich größere und kleinere Gebirgsreisen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse davon veröffentlichte er zunächst in den «Geognostischen Nachrichten über die Alpen, in Briefen aus Helvetien». Sein erster Brief «Profilreise von Zürich bis an den Gotthard» erschien im August 1795. — H. C. Escher will darin eine Übersicht der bisher bekannten geognostischen Kenntnisse der Schweiz geben.

Die Erstlingsgeologen der Schweiz beschäftigen sich ganz folgerichtig zunächst mit den Gesteinen, den fundamentalen Grundlagen jedes weitem und tiefern geologischen Studiums. — So erforscht Escher auf dieser Profilreise vor allem die Felsgesteine, ihre gegenseitige Lagerung, ihr Streichen und Fallen. Er findet Mergel- und Sandsteinschichten mit kleinen Steinkohlenlagern bei Käpfnach, wie auch Übergänge vom Mergel zum Sandstein. Er unterscheidet den Sandstein in einen mergeligen, grobkörnigen, wenig harten und in einen feinkörnigen, härtern.

Weiter beobachtet er die Wechsellagerung von Mergelsandstein, Sandstein und Nagelfluh der Molasse und das Einfallen der Schichten mit 30 Grad gegen Süden, wie das nördlich der Kalkschichten (es sind die 1833 von Lyell als Eozängebilde benannten Kalke) im Kanton Schwyz zu sehen ist. Escher glaubt, die Entstehung der Granitbestandteile der Nagelfluh in unsern Alpen, hingegen die Porphyrgeschiebe in weiter Ferne suchen zu müssen. Als Transportmittel nimmt er das fließende Wasser an. Rigi und Roßberg scheinen ihm gleichen Ursprungs und gleicher Zusammensetzung zu sein.

Der Insel Schwanau gegenüber entdeckt er die Kalke der Rigihochnah, die die Nagelfluh überlagern, glaubt aber dennoch

nicht an ein höheres Alter des Liegenden. Als Beweise führt er die große Mächtigkeit der Kalke und das Vorkommen von Knollen in der Nagelfluh an, die aus der anstehenden Kalksteinzone stammen. Er zieht auch den Schluß, daß diese Kalke, heute Eozänkalke benannt, einer andern Formation angehören als die Kalke des Hochgebirges, nämlich die später benannten Trias-, Jura- und Kreidekalke. Ihm sind auch die Eisenkonkretionen im heutigen Nummulitenkalk nicht entgangen. — Die Kalkfelsen der Frohnalp scheinen ihm auf den auslaufenden Nagelfluhbänken der Rigi aufgesetzt. Escher erwähnt auch die Biegungen oder Falten des Axenberges, wie das schon J. J. Scheuchzer getan.

Am 28. Juni 1819 liest Escher, damals Linth-Präsident, der «Schweiz. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften» seine «Beiträge zur Naturgeschichte der freiliegenden Felsblöcke in der Nähe des Alpengebietes» vor. — Auf seinen Exkursionen findet er nämlich zwischen Jura und Alpen, besonders in den Flußtälern, überall größere und kleinere Felsblöcke, die aus den Zentralalpen stammen und nicht von anstehenden Felsen. Als Transportkraft nimmt er die Wasserkraft an.

Wie nämlich im Jahre 1818 im Bagnestal, Wallis, der Gletschersee den untern Damm durchbrochen und einen gewaltigen Murgang verursacht hat, so werden auch die überall in den Flußtälern des schweizerischen Mittellandes zerstreuten Felsblöcke dorthin transportiert worden sein; so ist seine Auffassung. An die transportierende Kraft der Gletscherströme dachte er noch nicht; aber er war von seiner angegebenen Ursache, dem Durchbruch der Alpenseen in den Alpenketten, auch nicht voll und ganz überzeugt.

Die kolorierten, geologischen Darstellungen vom Kanton Schwyz sind vollendete Kunstwerke für seine Zeit und heute noch von hervorragendem Wert.

Ich erwähne davon die folgenden: 1. Ansicht der Kleinen Mythen vom Wirtshaus des Passes über den Schwyzerhacken (9. Juni 1805). — 2. Die Mythen vom Rigi aus. — 3. Großer und Kleiner Aubrig, die Wägghaler vom Köpfenstock bis zum Glärnisch. — 4. Das Roßbergprofil (1813). — 5. Von Euthal gegen das Sihltal (1814). — 6. Flußbrig mit Schichtung und Scheinberg. — 7. Vom Etzel gegen Einsiedeln (1795). — 8. Bergsturz von Goldau. (Siehe Escherkasten E. T. H.)

In Horace Bénédict de Saussure (1740—1799) treffen wir einen neuen Pionier, der in den Schwyzer Alpen geologisch gear-

beitet hat. Er ist der erste gewaltige systematische Beobachter in den Alpen und führte u. a. die zweite Besteigung des Montblanc aus. 1762 wird er schon Professor in Genf. Er stellt fest, daß die uns sichtbaren Gesteinsschichten sich zum größten Teil durch Sedimentation gebildet haben und in den Alpen eine schiefe bis senkrechte Stellung oder Lagerung haben können. So sei es der Fall mit dem Valorcine-Konglomerat in Frankreich und auch mit den Nagelflusbänken an der Rigi. Er behauptet, daß die Bergmassen erst nach der Bildung der Geröllschichten (Sedimentschichten) emporgehoben worden seien. — Nebenbei begegnete ihm der interessante Fehler, das Valorcine-Konglomerat für die Fortsetzung der Riginagelfluh zu halten. (Voyages dans les Alpes, 4 Bände, 1779—1796.)

In Joh. Gottfried Ebel (1764—1830) steht ein hervorragender geologischer Beobachter vor uns. Als Doktor der Medizin in Zürich und in Frankfurt a. Main veröffentlichte er 1808 ein Werk von außerordentlicher Bedeutung. Es ist betitelt: «Über den Bau der Erde in dem Alpengebirge». Im Vorwort zu diesem Werk sagt Ebel: Der für die Wissenschaften zu früh verstorbene Horace Bénédict de Saussure war der erste, der in den Alpen vortreffliche geognostische Beobachtungen anstellte, und ihm gebührt der unvergängliche Ruhm, den Grund zur wahren geognostischen Erforschung gelegt zu haben.»

Ebel war ein scharfer, genauer Beobachter und ein weitgereister Mann. Auch er beobachtete, wie einst Scheuchzer und H. C. Escher, die Krümmungen in den Felsen des Axenberges und des gegenüberliegenden Seelisberges.

Auch für ihn bilden die Kalkalpen und die Sandstein- und Nagelflusbildungen den Gegenstand eifrigen Studiums. Er findet an der Nord- und Südwestseite der Kalkalpen unmittelbar die Nagelfluh- und Sandsteingebilde angelagert. Den Ruffi- und Rigi-berg erkennt er als Repräsentanten der Nagelfluh. Zwischen Arth und dem Lowerzersee beobachtet Ebel, wie die Nagelfluh unmittelbar an den Alpenkalkstein angrenzt.

Einer der ersten innerschweizerischen geologischen Pioniere ist Dr. med. Karl Franz Lusser aus Altdorf, Uri (1790—1859). Er beschäftigt sich vorerst mit der Morphologie, mit dem Studium der Gesteine, mit ihrem Schichtenverlauf. Er findet die Zentralkerne unserer Alpen heraus. — Auf der Hackeneck beim Mythen entdeckt er Pektiniden und Ostraciten, ferner die Glaukoniten als

vorwiegendes Gestein und anschließend die Nagelfluh und den Mergelsandstein. Er weist die Nagelfluhkonglomerate in den südlich liegenden Alpen nach. Der Tonporphyr allein scheint ihm eine Ausnahme zu machen. Durch seine zähe Ausdauer auf seinen Exkursionen hat er ihn gefunden, und zwar an der Windgälle am 4. September 1826, und später auf der Oberkäsern (Uri) am 15. September 1828, welchen Fund er an Ebel berichtet. — Endlich zeichnete er nach der Natur die Gebirgsprofile vom Gotthard über den Frohnalpstock bis über die Rigi hinaus. Das Bild wurde in geologischer Bemalung herausgegeben in den «Denkschriften der allgemeinen Schweiz. Gesellschaft für die Naturwissenschaften» in Zürich, 1829 (I. Bd., 1. Abt.). — Er unterschied darin treffend Kalksteinzonen und Sandsteinkonglomerate und gab vom Gotthard bis über die Rigi hinaus die Lage der Schichten richtig eingezeichnet an. Das bedeutende Werk von Lusser erscheint uns wie eine vertiefte, verbesserte und erweiterte Auflage von Scheuchzers Zeichnungen.

An unserm Geiste sehen wir ferner eine andere markante Gestalt vorüberziehen, die im Kanton Schwyz geologisch tätig gewesen, nämlich Christoff Bernoulli (1782—1863), Vorsteher einer Lehranstalt in Basel. Er gab 1811 eine «Geognostische Übersicht der Schweiz» heraus, worin er ebenfalls die Gesteine der Kalkalpenformation behandelt. Hier findet er: 1. Alpenkalkstein und als Zwischenlager am Lowerzersee und an der Rigihohefluh «linsenförmigen Eisenstein» (die roten Nummulitenkalke), 2. Sandstein (Alpensandstein), von dem er einen feinkörnigen, grünlichen, öfters Nummuliten einschließenden, mit chloriterdigem Bindemittel versehenen Sandstein unterscheidet (glaukonithaltigen Grünsandstein). Er findet ihn an den beiden Aubrigen, am Schwyzerhacken (Mythen) und am Rotzberg bei Stans. Am Schwyzerhacken hat er nach ihm die Eigentümlichkeit, daß er viel Kalkerde eingesprengt enthält, die leicht auswittert und ihm daher ein poröses Aussehen gibt, wodurch dieser Berg in den Ruf eines erloschenen Vulkans gekommen. — Im gleichen Jahr stellt Bernoulli fest, daß die Gesteine der Alpen, im besondern die der Zentralmassive, unter den Geröllen der Nagelfluh merkwürdigerweise fehlen. Nachmals bestätigte Studer diese Tatsache und nach ihm Dutzend andere.

1807 gibt Alex. Brongniart (1770—1846) den nach dem Mesozoikum folgenden Formationen den Namen Tertiär und 1834

erklärt er, daß die Nummulitenkalke der Alpen dem calcaire grossier (Grobkalk) von Paris entsprechen und daß die Oeninger Kalksteine noch jünger seien als die Nummulitenkalke.

1822 erkennt Buckland (1784—1856) in den Alpen die Kreide und die Oolithenformation. Mit einem Schlage öffneten sich weittragende Aussichten. Von da an galt es, Versteinerungen zu sammeln, sie nach Schichten getrennt zu ordnen und zu studieren, welche Veränderungen sie mit der Übereinanderfolge der Schichten erleiden.

1850 kommt das aufsehenerregende Werk von Sir Roderick Murchison aus Schottland (1792—1871) über den Gebirgsbau in den Alpen in deutscher Sprache, bearbeitet von Gustav Leonhard, heraus. Murchison berührt das Gebiet des Kantons Schwyz an verschiedenen Orten. Zunächst schenkt er den nummulitischen Gesteinen und dem Flysch seine Aufmerksamkeit. Einleitend bemerkt er, daß er auf seinem Rückwege von Savoyen so glücklich war, zu Solothurn bei einer Versammlung der Schweizer Naturforscher einen Aufsatz über Nummuliten und andere Foraminiferen von Rütimeyer vortragen zu hören. Darauf bespricht er das Gebiet von Seewen. Er beschreibt die Lagerfolge der Sedimente am Urmiberg und unterscheidet von Nord nach Süd: 1. Neocomien, 2. oberes Neocomien (Schrattenkalk), mit *Caprotina ammonia*, *Hipparites Blumenbachi*, Korallen und Echiniten, 3. Gault mit kleinen Ammoniten, 4. Seewerkalk mit Fragmenten von *Inoceramus*, 5. sandige, grünliche Sandsteine mit *Nummulina planospira*, Orbitoliten usw. Murchison berichtet weiter, daß sich fast allenthalben über Schwyz Schichten von Seewerkalkstein erheben, so besonders am Großen Mythen. Diese Kalksteine erinnern ihn in hohem Grade an die Scaglia, das italienische Äquivalent der Kreide, während sie sonst keinem Kalkstein der Schweizeralpen gleichen, wie er bemerkt. Sie nehmen nach ihm deutlich die Stelle oberhalb der ältern Kalksteine, Jura und Neocomien ein, und er trägt keine Bedenken, sie zur obern (weißen) Kreide zu rechnen. Später schreibt er: «Wenn ich übrigens behaupte, daß die Gipfel des Mythen der Kreidegruppe angehören, will ich damit nicht gesagt haben, daß dies auch mit dem untern Teil des Berges der Fall ist.» — Aufs neue studiert er die Flyschschichten und Nummulitenkalke zwischen Mythen und Einsiedeln, wobei er auf einen «Schwendberg» östlich von Einsiedeln zu sprechen kommt. Wahrscheinlich handelt es sich hier um den Hummel südöstlich von Einsiedeln.

Er dehnt seine Exkursionen weiter auf die Nummulitenkalkbänke hinterhalb Groß, Euthal und Sattelberg aus.

1806 ereignete sich in Goldau ein geologisches Geschehnis von weittragender und nachhaltiger Bedeutung. Am 2. September des genannten Jahres ging nämlich am Roßberg der größte Bergsturz der Schweiz in geschichtlicher Zeit zu Tal. Er war ein Flankenabriß eines rechteckigen Stückes aus mehreren ebenen Nagelfluhschichten mit einer Mergelunterlage. Die auf dem schlüpfrig gewordenen Mergel abgeglittenen Felsmassen hatten eine Mächtigkeit von 60 bis 100 Meter und ein Volumen von 35—40 Millionen Kubikmeter. Die Grundrißfläche des ganzen Bergsturzgebietes beträgt zirka 630 ha. Auf einer Unterlage von bloß zirka 20 Grad Neigung ist der Berg zu Tal gefahren. In der Bewegung löste er sich in Trümmer auf und breitete sich am Bergfuße fächerförmig bis auf 3200 Meter Breite aus. Die Länge der Sturzbahn beträgt 5 km. Die Linie vom obern Rand des Abrißgebietes bis an die höchst aufgebrandete Stelle des Ablagerungsgebietes an der Rigi hat 12 Grad Fall. Der hügelig-wellige Ablagerungshaufe enthält über 12 kleine Seen. Er sitzt westlich Goldau bei 500 Meter auf den anstehenden Nagelfluhstufen der alten Talschwelle von Goldau, die nur von 3 kleinen Ausläufern des Trümmerstromes überbortet werden. Gegen die Mitte, im Bergsturzstromstrich mag die Mächtigkeit des Schutthaufens 50, stellenweise bis 100 Meter, im Durchschnitt 25 Meter betragen. Gegen den Lowerzersee ist jetzt das Ende des Bergsturzes verschwemmt. Am Südrand brandeten die Trümmerwellen 60—100 Meter hoch über den ehemaligen Talboden an den Abhang der Rigi hinauf und drangen zungenförmig in alle Buchten zwischen die Felsrippen hinein. Ringsum, wie das immer bei großen Bergstürzen der Fall ist, war die Umrandung des Schuttstromes scharf und zusammenhängend, nirgends fand ein Ausstreuen von Trümmern statt. — Die Gesteins- und Schuttmassen zerstörten 3—4 Dörfchen, begruben 457 Menschen und 323 Stück Vieh. Alle zeitgenössischen Beobachtungen hierüber hat Dr. med. Karl Zay, Arth, gesammelt und in einem Buche herausgegeben, das eine Fundgrube von merkwürdigen Einzelheiten des großen geologischen Ereignisses, wie der Psyche und merkwürdiger Schicksale der Menschen ist.

Am 21. August 1794 wird in Büren, Kanton Bern, Bernhard Studer, nachmals einer der hervorragendsten Schweizer Geologen, geboren. 1825—1873 war er Professor der Geologie in Bern und

starb daselbst am 2. Mai 1887. Seine Hauptwerke sind: «Geologie der Schweiz» (2 Bände, 1851—1853) und die Herausgabe einer geologischen Karte mit Arnold Escher. 1825 veröffentlichte er «Beiträge zu einer Monographie der Molasse». In diesem Werke widmet er der Rigi ein ganzes Kapitel. Nach ihm sind die Fundamente der Rigi an den Ufern des Küßnachersees aufgedeckt. Er nennt sie gewöhnliche Molasse, die mit Lagern und Nestern mannigfaltiger Nagelfluh wechselt. Ihre Schichten zeigen sich schon am Luzernersee bei Seeburg; am Meggenhorn wird die Nagelfluh vorherrschend. Auch roter Mergel ist im Gefolge mit einer Mächtigkeit, die nicht geringer ist als die daraufliegenden Nagelfluhschichten am Rigikulm. Auch die Findlinge auf Seebodenalp stechen ihm in die Augen. Er verfolgt die Nagelfluh bis in die Nähe der Insel Schwanau.

Ferner studiert er mit großem Eifer den mit vielen Petrefakten durchsetzten Grünsandstein östlich der Mythen. Die südliche Grenze der Molasseformation sieht er östlich der Rigi, ungefähr in der Linie von der Insel Schwanau nach dem Klösterlein Au bei Einsiedeln. Studer fallen auch die bunten Mergel von großer Mächtigkeit an der Straße von Einsiedeln bis Schindellegi auf. Er stellte sodann fest, daß die Nagelfluh dem Sandstein aufgelagert ist, und findet ihre Fortsetzung am Hirzli, am Speer und in den hohen Vorwällen des Säntis bei Urnäsch.

In seinem damals sehr bedeutenden Werk unterscheidet er eine untere Süßwassermolasse, eine Meeresmolasse und eine obere Süßwassermolasse. Er kennt auch die Meeresmolasse von Luzern und Bäch (Kanton Schwyz), wie auch die Antiklinalen und Synklinalen und die WSW bis ENE streichenden Molasseschichten, von der fast flachen bis zur senkrechten Stellung, wie sie das nördliche Drittel des Kantons Schwyz beherrschen.

Ein ganz besonderes Verdienst gebührt Bernhard Studer für seine Anregung in der S. N. G., eine Schweizerische geologische Kommission zur systematischen geologischen Landesaufnahme gegründet zu haben. Sein Wunsch ging am 20. März 1860 im Schoße der S. N. G. in Erfüllung. Er war ihr erster Präsident. 1853 erscheint die erste geologische Karte der Schweiz, herausgegeben von Studer und Arnold Escher von der Linth. 1869 folgt die zweite Auflage. In dieser trefflichen geologischen Karte ist fast der ganze Kanton Schwyz das Beobachtungswerk von Arnold Escher von der Linth.

In Arnold Escher von der Linth (1807—1872) begegnen wir einem ganz großen, einem unserer besten Schweizer Geologen, dessen Arbeiten bis auf den heutigen Tag hervorragende Bedeutung haben. Vom Frühling 1833 bis zu seinem Tode am 12. Juli 1872 hat Escher an der Entzifferung der Schweizeralpen unermüdlich gearbeitet. Alljährlich ging er während 5—6 Monaten, oder noch mehr, dieser Beobachtungsarbeit nach. Seine Vorlesungen hielt er nur im Winter. Er führte stets ein sorgfältiges Beobachtungstagebuch, worin sich viele wertvollste Skizzen finden. Den Belegstücken, die er mitnahm, gab er Nummern, die auch im Tagebuch verzeichnet sind. Seine Tagebücher bilden eine unerschöpfliche Quelle objektiver Beobachtungen. Prinzipiell notierte er niemals theoretische Gedanken. Was später an geologisch-kartographischen Leistungen veröffentlicht worden ist, sind immer nur Ergänzungen, Vertiefungen und Bestätigungen von Eschers Beobachtungsmaterial. Viele Erscheinungen im Kanton Schwyz hat einzig Escher, oder Escher als erster, gefunden. Er hat den obersten Kreideschichten nach dem Vorkommen bei Seewen den Namen «Seewerkalk», ferner einem einige Stufen ältern Schichtenkomplex, der ihm am Drusberg besonders ausgeprägt vorkam, den Namen «Drusbergschichten» gegeben.

Anfangs Mai 1833 studierte er im Kanton Zürich die Molassehügel und kam bis Rigi und Roßberg. Aber auch die Grenze zwischen dem Kalk von Seewen, dem Flysch und der Nagelfluh wollte er ergründen. Er beschäftigte sich eingehend mit den Gesteinsarten der Nagelfluhgerölle und ihrer Herkunft. Am Roßberg fand er, in weichem Mergel eingebettet, fossile Pflanzen (*Sequoia Langsdorfii*) und verkohltes Holz. Im September und Oktober des Jahres 1833 unternahm er mit Bernhard Studer eine geologische Alpenreise. Im sehr milden Winter 1834 durchforschte er den Züngelenberg, den Urmiberg und die Hohe Rone.

Escher entdeckte, daß die Jura- und Kreidekalkschichten vom Glärnisch bis zum Vierwaldstättersee sich fortsetzen. Von Sisikon bis Brunnen studierte er die Kreidefelsen (Neocom, Urgon und Gault), die merkwürdige Falten zeigen. Er glaubt, daß sie einer breiten Kreidezone angehören, die als Fortsetzung der Churfirsten-Wiggiskette zu betrachten ist und bis Nidwalden und an den Brienersee verfolgt werden kann. — Im Juli 1835 besuchte er das Wäggithal, bestieg den Rädertenstock und Zindlenspitze. 1836 durchforschte er das Bisistal, das Muotatal und die Umgebung

der Windgälle, wo er hauptsächlich die Abänderungen des Porphyrs und die Eisenoolithe mit zahlreichen Belemniten und Ammoniten, wie auch den Hochgebirgskalk studierte. Im gleichen Monat bestieg er den Großen Mythen und erklärte das ihn aufbauende Gestein als Neocom, Urgon und den Gipfel als Seewerkalk.

Schon 1839 und später noch oft findet Escher «Stöcke» ältern Korallenkalkes und Dolomites, die eingewickelt in Flysch oder auf diesem entblößt liegen, die er «Erdscherben» nannte. Er ist daher der erste, stillschweigende Entdecker der «Klippen». Ferner erkennt er bereits, daß das Kreidegebirge fast durch die ganze Schweiz auf das Tertiär überschoben ist (Alb. Heim, Rede in Schwanden, 1929), wodurch er zum ersten stillschweigenden Entdecker der helvetischen Decken geworden ist. Doch bricht sich die Theorie über die «Klippen» und die Überschiebungsdecken erst 1875 und 1893—96 endgültig Bahn.

1840 untersuchte er die Terrasse von Morschach mit den prächtigen Karrenbildungen, wie auch die mächtigen Findlinge von Gotthardgranit unweit des Axensteins, die von ihm wissenschaftlich höher bewertet wurden als vom heutigen Vorstand der Oberallmeind. Bald darauf entwarf er von der Frohnalp und dem Axenberg ein sorgfältiges Profil. — In den Jahren 1841, 1853, 1859, 1866, 1868 und 1869 dehnte er seine geologischen Forschungen wiederum auf das Wäggitäl und das Quellgebiet der Sihl, überhaupt auf die Gegend von Iberg aus.

Auf diesen geologischen Studienreisen hatte unser HH. P. Wilhelm Sidler das Glück, den großen Geologen zu begleiten und sich von ihm in die praktische Geologie einführen zu lassen. P. Wilhelm war ein ausgezeichnete Naturbeobachter und weiland Lehrer der Geologie an unserem Lyzeum, wo er auch mich für das Studium der Erdrinde zu begeistern vermochte. Unsere zahlreichen Versteinerungen aus der Kreide und dem Eozän hat er von Älplern aus Iberg erworben. Escher schwelgte seinerzeit im Iberger Seegelparadies, wohin er 1853 auch seinen Freund Desor mitnahm.

Hier im schwyzerischen Kalkgebirge unterschied Escher nach den Petrefakten zuerst durchgreifend 4—5 Altersstufen und verglich sie zeitlich mit den in andern Ländern unterschiedenen Altersstufen. — Ebenso erkannte er als erster, daß der Roggenstock, die Mördergrube und die beiden Schyen aus Jura- und Kreidesteinen bestehen, die mit den Gesteinen der Umgebung gar nicht übereinstimmen, sondern eine ganz andere Fazies vertreten. Den

einen von diesen fremden Gesteinen gab er den Namen «Wangschichten», bis eine bessere Aufklärung komme, wie er bemerkte. Er stellte einwandfrei fest, daß diese rätselhaften Fremdlinge ringsum von Flyschschiefern umgeben sind, aber, obschon älter als der Flysch, nicht durch ihn hinabwurzeln, sondern wie Kappen ihm aufliegen.

Im Zusammenhang mit diesen eigenartigen Schichtenkomplexen fand Escher auch basische Eruptivgesteine (nämlich Spilite, Melaphyre und Diabase) in kleineren Mengen. Schon lange hatte er in den Geröllen der Sihl bei Zürich solche Gesteine gefunden, aber nicht erraten können, daß sie aus dem Iberger Klippengebiet stammen.

Jetzt gab es für ihn keinen Zweifel mehr; er instruierte zum Sammeln von Findlingen und Petrefakten einige Männer, wie z. B. die Gebrüder Reichmuth, Unteriberg, die er als Führer und Träger kennengelernt hatte, und die Ergebnisse waren staunenswert. Escher kehrte oft wieder an die ihm bekannten klassischen Stellen zurück. Er wollte die Funde und Beobachtungen aufs neue prüfen, ergänzen und verbessern.

Im Jahre 1868 kam Prof. Renevier von Lausanne (1831—1906) in die Gegend von Iberg, um hier seine geologischen Studien und Vergleiche mit der Westschweiz, zu machen. Zunächst schenkte er seine Aufmerksamkeit den Nummulitenkalken von Iberg, dann dem Seewerkalk in der Gegend von Waag, weiter dem Gault der Wannenalp, wie auch dem Aptien und dem Neocom der Guggerenfluh. Von da wanderte er über die Egg nach Schwyz und bemerkte über das rote und weiße Mythengestein, daß es der Juraformation angehöre. Wenn auch Renevier das jurassische Alter der weißen Mythenkalke erkannt hat, so verwechselte er doch den Schrattenkalk der Fallenfluh mit ihnen und rechnete die roten Schichten des Mythengipfels (couches rouges) zu den gleichaltrigen Sedimenten.

Im Jahre 1860 erschienen in den «Neue Denkschriften der allgemeinen Schweiz. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften», Bd. XVII (mit LIII Tafeln, Zürich) von Franz Joseph Kaufmann, Luzern (1825—1892) die «Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse» (Bl. VIII). Kaufmann behandelt in dieser Arbeit auch die Molasse und die jüngern Ablagerungen des Kantons Schwyz. Er erkennt die Hohe Rone als Antiklinale; weiter bespricht er die Quartärbildun-

gen, das Diluvium, das Reußgletschergebiet, die Moränen und Findlinge. Der hervorragende Geologe offenbart sich darin als sehr gründlicher, sorgfältiger und vorsichtiger Beobachter und Forscher. Die Arbeit enthält eine vortreffliche Karte der Molassezonen an der Rigi, der er ein eigenes Kapitel widmet, und am Roßberg. Es ist darin viel Neues zu finden.

1872 veröffentlicht Kaufmann als XI. Lieferung der «Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz» sein aufsehenerregendes Werk: «Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz». Die zugehörige Karte ist Blatt VIII, 1:100 000. Er gliedert seine Arbeit in zwei Kapitel: 1. Kreide- und Eozängebilde der Gebirgsgruppe der Rigi; 2. Molasse- und jüngere Ablagerungen im Kanton Schwyz. Die Doppellagerung der Kreide im Vitznauerstock und in der Hochfluh, wie auch das diskordante Anstoßen an die Rigi-Nagelfluh sind richtig erkannt und ebenso in den Profilen, vielleicht noch etwas unbeholfen, dargestellt. Kaufmann erweist sich stets und überall als äußerst zuverlässiger Beobachter. Sein Versuch, die Abwesenheit des Gault und des Seewerkalkes in der untern Kreideschuppe zu erklären, beruhte nicht auf richtiger Erkenntnis; er wurde durch die später ins Leben getretene Deckentheorie aufgeklärt.

In den Jahren 1874 und 1875 unternahm Kaufmann in Begleitung von Mösch Exkursionen ins Gebiet des Buochserhorns und der Giswilerstöcke. Die gesammelten Petrefakten schickte er an de Loriol, Paläontologe in Genf, der sofort konstatierte, daß es sich um keine Kreidefauna handle. Er vergleicht dann genau das Mythengestein mit dem der Giswilerstöcke und des Buochserhorns und kommt mit Mösch und de Loriol zur festen Überzeugung, daß die hellen Mythenkalke aus dem Jura stammen. In der Folge veröffentlicht Kaufmann diese Entdeckung im Jahrbuch des S. A. C. (1875/76) in der Abhandlung «Fünf neue Jurassier», wobei er die Klippenberge Mythen, Buochser- und Stanserhorn, Enzimattberg und auch den Giswilerstock im Auge hatte. Sein Motto lautet hier: «Viribus unitis». Also auch Kaufmann sieht in den Klippen Fremdlinge, die aus Trias-, Jura- und Kreidegesteinen sich aufbauen, demnach einer andern Formation angehören und in den Einsenkungszonen der normalen Falten als Überbleibsel festgehalten sind.

1875 wird von der Schweizerischen Geologischen Kommission Blatt IX der Karte 1:100 000 veröffentlicht. In dieser Arbeit ist der größere Teil des Kantons Schwyz, mit Ausnahme des Muota-

talgebietes, enthalten; es ist seinerzeit von Arnold Escher vor-skizziert worden. Die SW-Ecke bis an die Sihl hat nachher Kaufmann und die Molasse Gutzwiler ausgearbeitet. Beide Geologen zeigten sich der Aufgabe gewachsen; waren sie doch gelehrige Schüler von Arnold Escher. Manche Stellen hatten sie nachher, mit Escher zusammen, nochmals besucht und studiert. Das Gebiet des Kantons Schwyz ist in dieser Karte sehr gut und eingehend dargestellt; alles von Escher Vorgezeichnete ist bestätigt und da und dort ergänzt worden. Gegenüber der früheren Karte von 1869 in kleinerem Maßstabe ist die wesentliche Korrektur eingefügt worden, daß nämlich die untern Kalkwände des Mythen nicht aus Schrattekalk, sondern aus Malmkalk bestehen. Die Schichten des Roggenstockes sind als Ibergsschichten bezeichnet.

1877 erscheinen die Arbeiten von Kaufmann über die «Mythenstöcke, Sihltäler und Hohe Rone» im Druck, nachdem er sie bereits schon 1876 vollendet hatte, in den «Beiträgen zur geologischen Karte», XIV. Lief., II. Abt., unter dem Titel: «Kalkstein- und Schiefergebiete des Kantons Schwyz und Zug und des Bürgenstocks bei Stans», Blatt IX. Er benützte zu dieser Arbeit auch die geologischen Aufzeichnungen von Arnold Escher und zeichnete selbst eine geologische Karte über dieses Gebiet, deren Original im Museum von Bern sich befindet.

Über die Grenze zwischen Molasse und Eozän schreibt Kaufmann (S. 133): «Die Berührung der Molasse mit dem Eozän ist außer dem Laitobel bei Sattel nur noch in der Gegend vom Guggel, zirka 1 km westlich vom Gipfel des Engelstockes, von mir beobachtet worden (1872). Die Zone der untern Molasse (Molasse rouge) ist im SSO von Altmatt durch einen kleinen Steinbruch entblößt (in einem Seitentälchen, zirka 800 m von Altmatt entfernt). Im W und N von Einsiedeln tritt diese Zone, wie bekannt, an vielen Stellen zutage, so an der Straße Einsiedeln—Biberbrücke.»

Rote Mergel findet er anstehend beim Alpeinschnitt am Horgenberg in der Nähe von Einsiedeln, wie wir sie heute auch im Rappennest unter dem Hochterrassenschotter finden.

Kaufmann berichtet ferner, daß A. Escher an einigen Stellen seiner Notizen auch Angaben über die Petrefaktensammlung des Klosters Einsiedeln macht. So erwähnt Escher «Korallen aus dem Schrattekalk der Käseralp, Cerithien von Steinbach, den Schädel eines Wiederkäuers (*Capra ibex*) und eines Höhlenbären

aus einer Felshöhle im Hintergrund des Sihltales». Weiter spricht er (Escher) über die Meeresmolassepetrefakten, die bestimmt 10 Minuten südöstlich von Einsiedeln gefunden worden sein sollen.

Kaufmann schreibt hierüber: «Letzteres betreffend bat ich den Konservator der Sammlung, Herrn Professor P. Wilhelm Sidler, brieflich um nähere Auskunft, welcher bereitwillig entsprechend mir hierüber folgendes mitteilte: «Die Notiz des Herrn A. Escher anlangend, ist mir allerdings ein Punkt südöstlich vom Kloster, etwa 10 Minuten entfernt, bekannt, wo sich grünliche bis graublau Mergel finden nebst Sandsteinschichten, zwischen denen sie eingeschlossen sind; auch ist eine ca. 1 Zoll dicke Kohlschicht darin enthalten, welche sich nach unbedeutender Erstreckung wieder auszuweilen scheint. Entschiedene Meerespetrefakten von dieser Stelle sind mir indes nicht bekannt. Überhaupt habe ich in den vielen Steinbrüchen noch keine Meeresversteinerungen entdeckt.»

Und Seite 135 der «Beiträge» heißt es weiter: «Ein ähnliches Profil, wieder ein Kohlschmützchen enthaltend, kennt Herr P. Sidler am nordwestlichen Fuße der Brüscheegg, nahe der Flyschgrenze. Die Gegend heißt Bollern. Zugleich fand er hier Süßwasserkalk und teils in diesem, teils in kohligem Mergeln zahlreiche Planorben und Heliciten.»

Kaufmann berichtet ferner: «Herrn P. Sidler verdanke ich über die neuern Ablagerungen von Einsiedeln folgende Mitteilungen: «Über die Geröll- und Schuttmassen, welche in der Gegend von Einsiedeln zutage treten, habe ich schon seit längerer Zeit einige Notizen gesammelt. Bei Einsiedeln selbst ist es die ganze Brüelebene (nördlich vom Kloster), welche meist über 20 Fuß tief hinab Grienlager aufweist, ebenso der starke Hügelzug, welcher zwischen den Niederungen der Sihl und dem Talkessel der Alp die Wasserscheide darstellt.»

«Mitten in diesen Schuttmassen liegen oft Felsblöcke von sehr namhafter Größe, eckig und kantig, der Gesteinsart nach aus dem Sihltales stammend. Das nämliche wiederholt sich durch den halbkreisförmigen Hügel von Birchli über Horgenberg bis Schlagberg an der Sihl, so daß man hier auf eine Endmoräne des Sihlgletschers schließen möchte. Nahe bis an die durch genannten Hügelzug bezeichnete Grenze reichen die Findlinge des Sernfgesteins.»

«Nebst diesem Gletscherschutt erwähne ich noch einer mächtigen Ablagerung von Letten, als einer der jüngsten Talbildungen

in der Umgegend von Einsiedeln. Diese Ablagerung wird von Fremden meist wenig bemerkt, obwohl der Flecken selbst bis hart an die Front des Klosters auf einer oft über 30 Fuß mächtigen Lettenschicht steht, welche sich südlich in die Wäni, nach Trachslau und zum Kloster Au, westlich bis an den Fuß der Samstägern, Kreuzweid (eigentlich Hundwylern geheißenen), Katzenstrick und Brunnern, nördlich bis zum Schnabelsberg, Rappennest und Horgenberg erstreckt. Die Letten rühren von den ausgewitterten Mergeln am Freiherren- und Wäniberg, an der Samstägern, Kreuzweid usw. her. Sie werden in den Töpferwerkstätten und Ziegeleien benützt. Beachtet man einerseits, daß die Grenzen der Lettenverbreitung ziemlich genau in die Niveaueurve fallen, welche durch die Höhe bestimmt ist, bis zu der die Alp anschwellen mußte, bevor sie sich die tiefen Schluchten durch das Rappennest ausgewaschen hatte, und beachtet man andererseits die überall sehr feine und gleichmäßige Verteilung der Lettenschicht, wie sie aus keinem fließenden, wohl aber aus einem stehenden Wasser sich niederschlagen konnte, so gelangt man zur Überzeugung, daß dieser Talkessel zur Zeit der Lettenbildung einen See umschloß. Ähnliches ließe sich unschwer für die Niederungen der Sihl zwischen Euthal, Groß und Willierzell dartun. Gegenwärtig sind die Lettenschichten an den meisten Stellen durch Torf bedeckt.»

1877 hatte Charles Mayer (1826—1907) im Eozän der Sihltäler die ihm von Escher bezeichneten Fossilfundstätten Steinbach, Stockplangg und andere gründlich durchsucht und eine reichliche Menge von Versteinerungen in die Zürcher Sammlungen gebracht und genaue Bestimmungen wie auch Vergleichen mit andern eozänen Fundstellen, besonders in Paris und Ägypten durchgeführt. Er bestimmte 435 Arten und ordnete sie in einem systematischen Verzeichnis. Leider sind diese Fossilien fast alle nur Steinkerne.

Im Jahre 1877 schuf Professor Rüttimeyer in Basel (1825 bis 1895) einen Prachtsband «Die Rigi». Er gibt darin die Unterscheidung in Kalknagelfluh und bunte Nagelfluh und behandelt sehr gut die erratischen Blöcke an der Rigi, wie auch die Fragen der Talbildung, in die hinein er helles Licht gebracht.

1878 unternimmt Albert Heim in der obern Hälfte des Vierwaldstättersees Tiefseemessungen. Es zeigte sich, daß der Grund des Urnersees ganz flach sich gestaltet und im Querprofil Rütli-Morschach 196—200 m tief liegt. Nach Norden erstreckt sich

das ausgedehnte Muota-Delta, das bis nach Treib hinüberreicht und auf dem Grunde einen Seeboden von Muota-Sand und-Schlamm bis an die Schwelle der Moräne bei Schwibogen aufgeschüttet hat, so daß die Wassertiefe hier nur 120 m beträgt.

1879 publiziert U. Stutz, Dozent der Geologie am Eidgenössischen Polytechnikum, eine Arbeit über die Contorta-Zone aus der Urschweiz und die *Terebratula diphya* von der Axenstrasse. Er schließt seine Veröffentlichung folgendermaßen: «Wir haben also wirklich die Diphyenkalke vor uns. Die Schichten, auf dem Neocom liegend, sind umgekehrt und gehören in die Sohle. Die unterteufenden Schichten des Corallien fehlen. Die folgenden Eozängebilde gehören zum Hangenden des Axenberges. Die letztere Kette ist von derjenigen der Frohnalp durch die große Verwerfung geschieden, welche über das Riemenstaldental, das Muotathal, Prangel und Klöntal verläuft und die obersten Kreide- oder Eozän-schichten ins gleiche Niveau bringt mit den Diphyenkalken. Daß unser ganzes Gewölbe zwischen Brunnen und Sisikon (Sissigen) von der Frohnalp sich losgelöst und in die Tiefe gesenkt habe, hoffe ich später bis zur Evidenz nachzuweisen. Dabei stülpte sich der Südschenkel um, so daß wir jetzt den Kieselkalk auf oberen Neocommergeln und die Diphyenkalke auf Kieselkalken liegen sehen.»

1882 erscheint vom gleichen Autor im Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie die «Geologische Beschreibung der Axenstrasse», worin nicht nur sehr viele und neue Fossilien erwähnt und bestimmt sind, sondern auch die Stratigraphie vom Dogger bis zu den Nummulitenkalken behandelt wird.

1890 legt uns Stutz eine neue und gründliche paläontologisch-stratigraphische Studie vor über: «Das Keuperbecken am Vierwaldstättersee, mit 12 Holzschnitten.»

1885 gibt die Geologische Kommission das Blatt XIV (1:100 000) in geologischer Bearbeitung heraus. Darauf sind die «Hochalpen zwischen Reuß und Rhein» dargestellt und in der NW-Ecke beinahe das ganze Gebiet des Muotathals. Diese Bodenfläche ist von Albert Heim unter Benützung der Reisenotizen von Arnold Escher neu aufgenommen worden. Erst im Jahre 1891 erscheint dazu der Textband als Lieferung XXV (1. Serie), mit Profilen und Abbildungen, so unter anderen Profil 8: vom Köpfenstock zum Glärnisch usw., auf Tafel III die Profile von Ingenbohl bis zum Rophaien und das der Silbern. Die Profile wurden von

Albert Heim selbst in Stein gestochen. Neu ist für die Berge des Kantons Schwyz, daß er in der Silbern eine mehrfache Übereinanderlagerung von Falten der Kreidekalke und Eozänschichten feststellte, und daß die flachliegenden Falten ihre Gewölbeumbiegungen gegen Norden schließen und südlich, nämlich im Rätstal, steil aus ihren Wurzeln heraufsteigen. Die flachen Eozänmulden sind gegen Norden geöffnet. Im allgemeinen sinken die mehrfachen Gesteinsfolgen von SSE gegen NNW in die Tiefe. Malm und Dogger der Schächentaler Windgälle und des Bisistales sinken unter die Kreide des Axenberges und die Schichten des Axenberges unter die der Frohnalp-Drusbergkette.

1893—96 berichtet Dr. Karl Burkhardt (1869—1935) in den «Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz» (XXXII. Lieferung) über die Kontaktzone der Kreide und des Tertiärs im besondern, mit Rücksicht auf den Kanton Schwyz, wie auch über die Kontaktzone im Rigigebiet, wo vor allem die Rigi-Hochfluhkette, der Vitznauerstock und der Kontakt zwischen Eozän und Rigi-Nagelfluh zur Sprache kommen. Burkhardt hebt klar hervor, daß die Nummulitenzone, die schon von Sarnen, im Süden vom Brisen, im SW vom Bauen kommt und dann sich fortsetzt über Sisikon, Katzenzägel, Muotathal, Prangelpaß, Richisau, Deyenalp, Rautispitz, Näfels, Kerenzen, Bättlis, zum Südabhang der Churfürsten und weiter über Sälisalp, Langegg bis nahe bei Wallenstadt sich zusammenhängend verfolgen läßt. Er gliedert vor allem die mittlere Kreide der Wäggitallerberge, wo er eine nördliche und südliche Fazies unterscheidet. Nach ihm fehlen in der Südfazies Albien und Aptien völlig und das Cenoman transgrediert auf den Requiemenkalk. Die Ketten südlich der eben genannten Linie zeigen viel schwächere Entwicklung der Kreideschichten, besonders des Schrattenkalkes und des Gault, hingegen die nördlich davon gelegene Frohnalp-Drusberg-Churfürstentkette eine stärkere und gegliedertere Entwicklung des Schrattenkalkes, Gaults und Seewerkalkes. Auf dieser Linie stoßen daher zwei Kreidefazies aneinander, die weit voneinander entstanden sind.

Den Deckenbau kennt Karl Burkhardt noch nicht und weist ihn auch später ab. In dieser Arbeit beschäftigt er sich schon mit der Kontaktlinie der Kreideketten und der Molasse, die auf der ganzen Länge von 38 km den Kanton Schwyz durchschneidet, und zwar von Vitznau über Einsiedeln, das Vorderwäggitäl bis südlich vom Hirzli und Weesen. Diese Linie teilt den Kanton

Schwyz in einen südlichen Abschnitt, die Alpen, und in einen nördlichen, die Voralpen. Die Molasse in horizontaler Lagerung findet sich erst nördlich des Kantons Schwyz. Der ganze Kanton liegt demnach im Gebiet der tertiären, alpinen Erdkrustenbewegung. Die ganze Kontaktlinie zeigt überall ältere Erosion an der Molasse, und dann das Anstoßen, zum Teil Überstoßen der Kreideketten.

1893—96 stellte Schardt und später Lugeon, anlehnend an Bertrand die Theorie vom Deckenbau der Alpen auf den Scheffel. 1903 schloß sich auch Albert Heim der neuen Lehre an. Eine Menge von früher Unbegreiflichem wandelte sich plötzlich in Selbstverständliches um. Überwältigend und unbegreiflich schien es, daß unsere helvetischen Kalkgebirgsketten von der Südseite des Tödi-, Urnerloch-Galenstock-Granitmassivs herübergestoßen worden sind, als liegende Falten, eine über die andere. Aber die genau und überall beobachteten Tatsachen sind nicht zu leugnen und beweisen es.

1893 erscheint in den «Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz» die sorgfältige Arbeit eines Schülers von Steinmann in Bonn, Dr. Edmund C. Quereau aus Amerika, nämlich: «Die Klippenregion von Iberg (Sihltal)». Nach ihm sind die couches rouges nicht obere Kreide, sondern Tithon. Quereau glaubt mit Studer, Gümbel und später Rollier an ein Vindelizisches Gebirge. Er bespricht seine Zusammensetzungen, Lage und Ausdehnung. Seiner Arbeit fügt er eine gute geologische Karte von 1:25 000 der Iberger-Klippen und ihrer Umgebung, einschließlich Forstberg, Drusberg und Fiedersberg bei.

1894 veröffentlicht Dr. Casimir Mösch, Zürich, in den «Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz» (XXIV. Lieferung, 3. Abteilung) «Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen Reuß und Kiental». Er behandelt darin 3 Abschnitte, die sich auf den Kanton Schwyz beziehen: 1. Das rechtsseitige Ufer des Vierwaldstättersees zwischen Brunnen und Flüelen (Axenstrasse). 2. Ein Beitrag zur Geologie der NW-Ecke des Kartenblattes XIV innerhalb der Grenzen zwischen dem Linthtal-Urnerboden-Schächental-Reußtal und dem Vierwaldstättersee bis Brunnen, mit Einschluß des Muota-Bisistales bis zur Höhe des Pragelpasses. 3. Der Frohnalpstock.

1904 studieren Fritz Mühlberg, Carl Schmidt und A. Gutzwiller die geologischen Verhältnisse des Stauseegebietes im Hoch-

tal von Einsiedeln, indem sie ihr Augenmerk vor allem auf den Flysch und Nummulitenkalk, die Molasse (Oligozän und Miozän) und auf die Moränen des Diluviums lenkten.

1906 bespricht Louis Rollier, der ausgezeichnete Petrefaktenkennner «Les dislocations orogéniques des Alpes». Er kommt dabei auch auf die Klippen des Kantons Schwyz zu sprechen, die er mit B. Studer und Gümbel als Überreste des Vindelizischen Gebirges deutet.

Die geologischen Kenntnisse des helvetischen Randgebirges haben weitgehende Förderung erfahren durch die Arbeiten von Arnold Heim, sowohl in modern tektonischer, wie in stratigraphischer Hinsicht.

1905—06 erkannte er die Erscheinungen der Längsstreckung und Abquetschung am Alpenrand. Groß- und Klein-Aubrig sind dafür besonders auffallende Beispiele. Seine Auffassung über die «Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge», 1906, hat später A. Jeannet für das Gebiet südlich von Einsiedeln bestätigt. Danach sind die helvetischen Schubmassen auf eine alte Erosionsfläche der Molasse herübergeschoben (Reliefüberschiebung).

Die stratigraphischen Beobachtungen von Arnold Heim, soweit sie den Kt. Schwyz im besondern betreffen, sind in verschiedenen Arbeiten zerstreut. Am Pragelpaß und bei Sisikon erkennt er 1907 die vorher für Berrias gehaltenen Schichten als bathyales Valangien (Pragel), den sogen. Valangienkalk mit Korallen, in der Axenkette dagegen als neritisches Berrias (bei Sisikon). Erst durch diese Umstellungen ist es möglich geworden, den ursprünglichen Fazieszusammenhang zu verstehen.

In der Gegend von Iberg findet er die Leistmergel (Campanien) an der Basis der seit Escher bekannten Wangschichten, die nunmehr endgültig zur obersten Kreide gerechnet werden. — Die von Rollier gefundene Pyritfauna hat diese Auffassung bestätigt. Auch die ersten präzisen Aufzeichnungen über die Stratigraphie der mittleren Kreide (Gault) stammen von Arnold Heim (Forstberg, Illgau, 1909). Das Eozän wird besonders eingehend in seinem reich illustrierten Werk «Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen», 1908, behandelt. Die darin enthaltene stratigraphische Einteilung hat sich teilweise als unrichtig erwiesen und ist später durch ihn selbst berichtigt worden. (Abschnitt «Das helvetische Deckengebirge» in Albert Heim, «Geo-

logie der Schweiz», u. a.). — So hat sich z. B. die Serie der Nummulitenkalke von Euthal, die Arnold Heim früher als verkehrte Serie der Aubrigfalte betrachtet hatte, als eine helvetische Schuppenzone erwiesen (A. Jeannet).

Von bleibendem Wert sind seine Spezialprofile mit der Bearbeitung der dazu gehörenden Nummulitenfauna.

Infolge der neuen Aufschlüsse rings um den kommenden Sihlsee herum hat sich jüngst gezeigt, daß unterhalb der bisher bekannten Gesteinsfolgen der Nummulitenbildungen an Ort und Stelle noch eine tiefergelegene Serie sich findet, die sich dem Paläozän als gleichaltrig erwiesen, die Arnold Heim zum Studium noch nicht zugänglich war. Die Hauptmasse des Nummulitenkalkes von Einsiedeln ist der Fauna und den Transgressionen entsprechend älter als Lutétien. Denn was z. T. tiefer liegt als die Phosphorit-schicht ist Paläozän.

1910 erscheint als Spezialkarte No. 50 im Maßstab von 1:50000 von der Geologischen Kommission herausgegeben: «Die Geologische Karte der Glarneralpen» von Jakob Oberholzer und Albert Heim. Sie zeigt große Teile der anstoßenden Schwyzeralpen, wie das Wäggitäl, die Silbern, die Karrenalp, die Glattalp und das Bisistal bis an den Klausenpaß. Diese Gebiete der Schwyzeralpen sind von den beiden Forschern geologisch eingehend revidiert worden, und die Karte davon bietet mehr als die von 1:100000.

1912 ist für den Kanton Schwyz geologisch sehr fruchtbar geworden. Zuerst gibt die Schweiz. Geolog. Kommission eine Spezialkarte No. 29a heraus, nämlich die geolog. Karte der Rigi-hochfluhkette, 1:25000. A. Buxtorf von Basel ist ihr Autor. Die Karte gilt als ein Muster geologischer Darstellungsweise, die durch den großen Maßstab unterstützt und durch Profilreihen und Text ergänzt wird. Ihr geologisches Bild erstreckt sich von der Nordwestecke des Kantons Schwyz bis Rigi-Kaltbad, südlich bis über das Seelisberger Seeli, östlich über Schwyz und Morschach und westlich bis über Beckenried und die Bürgenstockmasse.

Im großen ganzen bestätigt dieses Werk die ältern Untersuchungen von Frz. Jos. Kaufmann über die Rigi-gruppe vollständig. Das Neue besteht in der Vertiefung und genauern Darstellung der Tatsachen und in der bessern Erkenntnis der Vorgänge, besonders an Hand der Deckentektonik. Außer der Gesteins-

zusammensetzung kommen sehr schön zur Darstellung die Verschiebungen an den Querbrüchen, die alle jünger sind als die Faltung selbst oder, besser gesagt, erst in ihrer letzten Phase eingetreten sind. Für unsern Kt. Schwyz ist besonders hervorzuheben das Abbrechen der Kreidekette an der Nase des Bürgenstocks, um dann nach Osten zum Vitznauerstock aufzusteigen in kräftiger Doppelung der Schichtenreihe, die schon Arnold Escher und Kaufmann verfolgt hatten. Die trennenden Nummulitenkalke reichen bis nahe an den Gipfel. Ausläufer der Pilatusfalten sind hier zu erkennen. Die Westseite des Vitznauerstockes ist eine Querverwerfung, auf der Gersau liegt. Hier steigt die Fortsetzung der Schichtenreihe wieder auf. Auch da besteht die Kreidekette aus zwei übereinandergeschobenen Serien, getrennt durch eine Nummulitenbank der untern Schichtreihe, und auch da verläuft sie südlich des Gipfels der Rigi-hochfluh, der vom untern Schrattenkalk gebildet wird. Die untere Schichtreihe endigt nach oben mit dem Schrattenkalk, oder es sitzt dann nur noch wenig Gault und Seewerkalk darauf. Das ist die «Fortsetzung des Pilatus». Die obere Schichtreihe ist reich an Gault, an vielen Fossilien und an Seewerkalk (Gersau-Seewen). Gegen Nordosten sinkt die Kette durch zahlreiche Querbrüche tiefer und taucht bei Seewen unter Schuttkegel und Flysch. Schon Arnold Escher wußte, daß sie erst unter Iberg in der «Gurgel» wieder an die Oberfläche tritt. Im Waag bei Unteriberg bewundern wir ein sehr schönes Klusental, in das Kreidegewölbe eingeschnitten. Am Fluhbrig steigt sie höher und ragt an dessen Ostseite als prachvolles, liegendes Schlußgewölbe einer Decke in die Luft hinaus. Auf der Ostseite des Wäggitales steigen tiefere Falten auf, wie im Scheinberg und Zindlenspitz.

Um diese Zeit erscheint ein neues Werk, das geologisch den Kt. Schwyz sehr stark berührt, nämlich die «Geologische Karte vom Vierwaldstättersee», 1:50000, aufgenommen in den Jahren 1896—1912 im Auftrag der Schweiz. Geolog. Kommission von A. Tobler, G. Niethammer, A. Buxtorf, E. Baumberger, P. Arbenz und W. Staub. Sie gehört zu den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz, auf Kosten der Eidgenossenschaft herausgegeben von der Schweiz. Geolog. Kommission unter Leitung von Albert Heim in den Jahren 1913—14. Es ist die Spezialkarte No. 66a. Auf ihr sind dargestellt: 1. Alluviale-, 2. diluviale Bildungen, 3. Die Molasse, 4. Die Flysch- und Nummulitenkalk-

bildungen, a) von normal helvetischem Habitus und b) von exotischem Habitus (Wildflysch), 5. Die Kreide der helvetischen Decken: Axen-, Drusbergdecke, 6. Die Sedimente der Klippen und 7. Der Jura der helvetischen Decken. — Als Ergänzung wurde von der gleichen Kommission 1914—15 eine Profiltafel herausgegeben, No. 66b.

Die stratigraphischen Profile der Molasse (a. gefaltete Molasse, b. aufgeschobene Molasse) sind von Baumberger, die über Flysch- und Nummulitenkalkbildungen von Buxtorf, die der Klippen von Tobler und Niethammer, die von der Kreide der helvetischen Decken von Buxtorf, Niethammer, Tobler und Arbenz gezeichnet. Leider ist der einst vorhandene Vorrat dieser Karte, wie auch der Rigihochfluh-, der Glarneralpen- und der Säntiskarte durch den Magazinbrand im Jahre 1922 vernichtet worden.

1912 bringen die *Eclogae*, Vol. XII. No. 2, p. 178, eine Notiz von L. Rollier «Über die oberkretazischen Pyritmergel (Wang- und Seewenermergel) der Schwyzeralpen». An Hand der Fossilien, wie *Micraster*, *Margaritella lensiformis*, *Inoceramus Crispii*, *Mantella*, *Ananchytis ovata*, Lam., *Trochus Studeri*, *Margaritella conoidea* J. Böhm, beweist er, daß der größte Teil des als Flysch zwischen Iberg und Schwyz kartierten Gebietes von oberkretazischen Mergeln eingenommen wird. Weiter macht Rollier aufmerksam, daß die bis jetzt als Flysch kartierte Zone zwischen den Nummulitenkalken von Steinbach-Euthal, Wäggitäl und subalpiner Nagelfluh kein Flysch, sondern pyritischer Kreidemergel, die Zone von Sattellegg, ist. Weiter, sagt er, sei in der Gegend Schwyz-Einsiedeln zwischen Nummulitenkalkbildungen und Molasse eine überschobene, aber normale stratigraphische Schichtenreihe mit dem allmählichen Übergang von dem oberkretazischen Kreidemergel zum Eozän vorhanden.

Am 20. November 1912 veröffentlicht Ernst Ganz, Zürich, in den «Neue Denkschriften der S. N. G.» (Bd. XLVII, Abh. I): «Stratigraphie der mittleren Kreide (Gargasien, Albien) der obern helvetischen Decken in den nördlichen Schweizeralpen». (Mit 20 Textfiguren, 2 Kartenskizzen und 11 Tafeln.)

Ganz gibt zuerst einen geschichtlichen Überblick über die Erforschung der Stratigraphie der mittleren Kreide in den obern helvetischen Decken und stellt dann die Durchschlägischicht über die Niederischicht und faßt die Unter-Niederischicht als obersten Fossilhorizont des Gargasien auf. Ferner verlegt er die Turri-

litenschicht und den obersten Teil der Knollenschicht ins Cenoman und schließt das Albien mit den Basislagen der Knollenschichten oder schon mit der Lochwaldfossilschicht ab. Äußerst wertvoll sind die ausgezeichneten Profile, die Ganz in großer Zahl von der mittleren Kreide entworfen, wie auch seine Übersichtstabellen von der Gliederung der mittleren Kreide in den obern helvetischen Decken.

1912 veröffentlicht Arbenz seinen Vortrag über «Der Gebirgsbau der Zentralschweiz» mit einem Deckenschema der Zentralschweiz und Längsprofilen, den er an der 95. Jahresversammlung der S. N. G. in Altdorf gehalten. Einleitend erwähnt er, daß schon 1884 Marcel Bertrand durch seine Umdeutung der Profile durch die Glarneralpen den Anstoß zur Umwälzung der bisher grundlegenden Vorstellungen über den Bau der Alpen gab. 1901/02 trat Lugeon mit seinem epochemachenden Werk: «Les grandes nappes de recouvrement des alpes du Chablais et de la Suisse» vor die Öffentlichkeit (Bull. Soc. géol. de France I., p. 723).

Arbenz spricht dann über den Aufbau der Zentralschweiz, an dem teilnehmen: das autochthone Aarmassiv, die helvetischen Decken und einige Klippenberge. In der Zentralschweiz finden wir in der Hauptsache zwei helvetische Decken: die Drusbergdecke und die Axendecke, die in ihrer Kreidefazies stark voneinander verschieden sind. Die obere Decke, die Drusbergdecke, ist durch eine mächtige Entwicklung der Kreidesedimente ausgezeichnet, die an Mächtigkeit von N nach S abnimmt. Die Axendecke dagegen zeigt bedeutend geringere Mächtigkeit in der Kreidefazies und ein Überwiegen der kalkigen Fazies, besonders im Valangien. Die Drusbergdecke enthält in der Zentralschweiz nur Kreide und Eozän. Unter der eigentlichen Drusbergdecke erscheinen östlich des Wäggitales zwei tiefere Abzweigungen, nämlich die Räderten- und Wiggis- bzw. Säntisdecke. — Von besonderer Bedeutung ist das Auftreten des Wildflysches mit exotischen Blöcken und Fetzen von Kreideschichten in der parautochthonen Flyschzone in der Zentral- und Ostschweiz. Er enthält Fossilien des Mittel-eozän (Lutétien) und liegt über Obereozän (Priabonien, Bartonien) und Oligozän. Seine Hauptverbreitung liegt in der Umgebung der Klippen. — Der Wildflysch hat seine Heimat nicht in der parautochthonen Zone, sondern ist dorthin lediglich infolge von Einwicklungen im großen Stil gelangt, wie sie, in Anlehnung an Lugeon, auch Arn. Heim, P. Beck und Buxtorf annehmen. Die normale

Lage des Wildflysches ist über den helvetischen Decken. — Aber nicht bloß der Wildflysch, sondern auch Reste der eigentlichen Klippendecke wurden eingewickelt.

Daraus schließt Arbenz, daß die Wildflyschdecke und die Decke der Präalpen (Klippendecke) schon an Ort und Stelle, d. h. schon übergeschoben gewesen sein müssen, bevor sich die helvetischen Decken entwickelten. Er unterscheidet drei Phasen: 1. die Überschiebung des Wildflysches und der Präalpen, die im Eozän begonnen und im Oligozän im wesentlichen vollendet war. 2. Die Überschiebung der helvetischen Decken, und zwar: a. zuerst die tiefern, b. später die Beendigung der Bewegung in der Drusbergdecke. 3. Die letzte Aufwölbung des Massivs und die Vertiefung der Absenkungszone. — Vergleiche das von Arbenz ausgearbeitete Deckenschema der Zentralschweiz.

1913 veröffentlicht P. Arbenz aufs neue: «Die Faltenbogen der Zentral- und Ostschweiz» (Sonderabdruck aus dem Jahrgang LVIII der Vierteljahrschrift der N. G. Zürich mit einer tektonischen Karte der Zentralschweiz). In dieser Arbeit kommt Arbenz über die geologischen Verhältnisse des Kt. Schwyz ungefähr zu den gleichen Resultaten wie 1912.

1913 hat Walter Hauswirth aus Gsteig, Berner Oberland, seine Dissertation über die Geologie der Gebirge südlich von Muotathal (Kaiserstock und Wasserberg) der philosophischen Fakultät Zürich vorgelegt; er zeichnete zu dieser Arbeit auch Profile und führte eine Karte 1:50000 aus. Neu sind hier die Gliederungen an der untern Kreide der Wasserberge, besonders im Valangien. Die Festlandsepoche zwischen Schrattekalk und Gault ist größtenteils erkannt, die Natur der Tauchdecke ist durchwegs erwiesen. Die verkehrte Mulde vom Axenmättli geht durch den ganzen Wasserberg bis ins Bisistal.

1914. Der Große Aubrig im Wäggitäl (Kt. Schwyz). Beitrag zum Studium einer Brandungskette. Teildruck. — Inaugural-Dissertation an der Universität Marburg von Heinrich Ahrens aus Frankfurt a. M.

Stratigraphie. Am Aufbau des Großen Aubrig beteiligen sich Schichten der Kreide vom Hauterivien-Kieselkalk bis zu den senonen Amdener-Mergeln und Schichten des Tertiär (Eozän).

Untere Kreide:

1. Hauterivien. Zu unterst in der Aubrigkette trifft er das Hauterivien; Valangien konnte er nicht beobachten.

2. Barrémien. Er unterscheidet: a. Altmansschichten, b. Drusbergschichten. Am Großen Aubrig stehen die Drusbergschichten in einer Höhe zwischen 1300 und 1400 m an.

Oberes Barrémien ist durch den untern Schrattekalk vertreten.

3. Aptien. Aptien inférieur-Bedoulien, supérieur Gargasien. Ob die Orbitulinschichten zum obersten Barrémien oder untersten Aptien gehören, diese Frage läßt er noch offen. — Von den Orbitulinenmergeln hebt sich ziemlich scharf der obere Schrattekalk ab. — Vom Gargasien ist nur die Brisibreccie vorhanden.

Mittlere Kreide:

4. Albien. Hierüber führt er die Spezialprofile von Arnold Heim (1913) und E. Ganz (1912) an. 1. Oberer Schrattekalk, 2. Brisi-Echinodermbreccie, 3. Durchschlägischicht (von Arn. Heim und Ganz nicht im gleichen Sinne aufgefaßt), 4. Niederschicht (Arn. Heim), 5. Fluhbrigschicht (E. Ganz), 6. Twirrenschicht (E. Ganz), 7. Übergangsschicht, verbindet mittleres und oberes Albien, 8a. Knollenschicht (Arn. Heim), 8b. Aubrigschicht (E. Ganz).

Obere Kreide:

5. Cenoman als Übergang zu den Seewerschichten nennt er: a. Turrilitenschicht, b. Überturrilitenschicht.

6. Turon. Seine Vertreter bestehen aus rein marinem, von Foraminiferen erfülltem, außerordentlich dichtem Kalkstein (Seewerkalk).

7. Senon. Leibodenmergel und Leistmergel faßt Ahrens als Amdenerschichten (Arn. Heim) zusammen, nach ihm fehlt das Danien, das als Wangschichten in der höhern Drusbergdecke vorhanden, der ganzen Aubrigkette.

Tertiär:

Als Hauptanteil an der Zusammensetzung des Tertiär gibt er den eozänen Flysch an und verweist dann auf die bereits publizierten Profile von Arn. Heim und J. Boussac, wo die Bürgenschichten, die Globigerinenschiefer oder untere Flyschmergel und der Wildflysch zur Sprache kommen. — Als tektonisches Ergebnis gibt Ahrens bekannt, daß der Aubrig ein Glied der Säntisdecke sei und daß er ihn als Typus einer Brandungskette im Sinne der Deckentheorie auffasse.

Im Sommer 1918/19 hat cand. geol. Smith Sibinga aus Amsterdam die Mythen als Stoff für seine Promotionsarbeit erwählt und seine Resultate 1921 als Dissertation der phil. Fakultät II. der Universität Zürich eingereicht. Zwei seiner beigegebenen Tafeln sind Fliegeraufnahmen von der Mythengruppe, die II. Tafel gibt Profile durch die Mythen-Rotenfluhgruppe und die IV. Tafel stellt eine geologische Karte der Mythen-Rotenfluhgruppe dar im Maßstab 1:10000. Er unterscheidet den Stoff seiner Behandlung in Stratigraphie und Tektonik. Viel Neues scheint die Dissertation nicht zu bringen.

Obwohl in erster Linie Paläontolog publiziert Louis Rollier 1921 im «Naturführer durch die Schweiz» eine «Geologie der Schweiz» mit zahlreichen stratigraphischen Profilen. Nach einer petrographischen Abhandlung bespricht der Verfasser die Gesteinsgruppen der einzelnen Formationen mit ihren organischen Einschlüssen, wobei auch die Kreide der Voralpen, die Klippen und das Tertiär des Kt. Schwyz gewürdigt werden. Am Schluß sind auch die Schotterbildungen des Diluviums behandelt.

1921 tritt die Promotionsarbeit der E. T. H. von Albert Ochsen in die Öffentlichkeit. Den Gegenstand seiner Forschungen bildet die «Geologie des Fluhbrig und der nördlich anschließenden Flyschregion». Er teilt den Stoff seiner Arbeit in: I. Das Fluhbriggebiet und II. die Flyschregion zwischen Fluhbrig und Aubrig. An Hand von ausgezeichneten Profilen und einer klaren geologischen Karte des Fluhbrigmassives bespricht er die Gesteinsfolgen des Valangienkalks, des Kieselkalks, des Schrattenkalks mit den Drusbergschichten, der Grünsandsteinschichten der mittleren Kreide (Gault) und des Seewerkalks und kommt zum Schluß, daß die Fluhbrig-Antiklinale zur obern Falte der Drusberg-Säntisdecke gehört. In der nördlich angrenzenden Flyschregion unterscheidet er Flyschuppen (Wildflysch und helvetische Gesteine, die aus der Drusbergdecke, vielleicht auch aus der Rädertendecke stammen).

Im Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Zürich widmet Albert Heim 1922 der rätselvollen Mythengruppe aufs neue seine Aufmerksamkeit. In klarer und gründlicher Abhandlung schildert er die geheimnisvollen Fremdlinge mit großer Wärme und erläutert seine Ausführungen durch einzigartig schöne Zeichnungen.

1922 erscheint das Standardwerk: «Die Geologie der Schweiz», von Albert Heim. Im II. Band, Seite 589, F. nimmt der Ver-

fasser die ganze, sehr gründliche Studie von Alphons Jeannet über «Das romanische Deckengebirge, Préalpes und Klippen», die er in den Jahren 1919—20 ausgeführt, von Albert Heim ins Deutsche übersetzt, nur wenig gekürzt und ergänzt, in sein Werk auf. Die ausgezeichneten Übersichtstabellen, die Jeannet bis in die Details ausgearbeitet, gelten heute noch wie zur Zeit der Aufnahme.

Zuerst legt uns Jeannet eine «Allgemeine stratigraphische Tabelle der Romanischen Decken in den Préalpes und Klippen, verglichen mit den ostalpinen Decken der östlichen Schweizeralpen» vor. Es kommen dabei zur übersichtlichen Darstellung die Falknis-, Klippen-, Breccien-Simmen(Rhätische)decke, wie auch die ostalpinen Decken, und zwar die Stufen vom Karbon bis zum Tertiär. Die zweite stratigraphische Tabelle (1919) behandelt den Lias der Klippen, vom Rhétien bis zum Alénien, bzw. Bajocien. In Verbindung mit den Terrains und Stufen sind immer die entsprechenden bekannten Leitfossilien vermerkt.

Die dritte stratigraphische Tabelle gibt die Übersicht über den Dogger der Klippendecke (1920), d. h. vom Alénien bis zum Oxfordien und Argovien über die sog. Cephalopodenfazies und die neritische Fazies (Mytilusschichten). Wiederum sind dabei die Leitfossilien der Préalpes, der zentralschweizerischen Klippen und der innern Region der Préalpes verzeichnet.

Die vierte stratigraphische Tabelle stellt uns die Kreide der Klippendecke vor Augen, und zwar die äußere, mittlere und innere Region der Préalpes, wie der Klippen der Zentralschweiz. — Im einzelnen kommen zur Darstellung die Stufen vom Berriasien bis zum Danien über dem liegenden Dogger und besonders Malm unter dem hangenden Tertiär, bzw. Kreideflysch (?). Auch hier sind die Hauptleitfossilien wieder zur bessern Orientierung aufgeführt.

Die veröffentlichten, epochemachenden Werke der Schweizergeologen, wie die «Geologie der Schweiz», 1922, von Albert Heim, der «Bau der Alpen», 1922—24, von Rud. Staub und der «Bau der Schweizeralpen», 1926, von Joos Cadisch behandeln mehr oder weniger einläßlich auch die geologischen Verhältnisse des Kt. Schwyz. So bespricht Albert Heim in seinem Werk die alpine Nagelfluh im größten Gerölldelta der Rigi-Roßberggruppe, die Moränen, die interglazialen Ablagerungen, die Bergstürze, die diluvialen Aufschüttungen, die Flußverlegungen durch Erosion und Vergletscherung, die helvetischen ostalpinen, romanischen Deckengebirge (Préalpes) und die Klippen usw.

Rud. Staub befaßt sich geologisch mit dem Kt. Schwyz, soweit Beispiele für den Bau der Alpen in Frage kommen.

Joos Cadisch behandelt in seinem Bau der Schweizeralpen die Gesteinsfolgen der Ibergerklippen (Roggenstock, Mördergrube, Schyen und Zwecken), ferner die Gesteinsfolgen der Trias, des Lias, des Dogger und Malm, soweit sie in den Gebirgen des Kt. Schwyz vorkommen.

Als Beitrag zur geologischen Karte der Schweiz wurde in den Jahren 1918—1923 im Auftrag der A. G. K-W Wäggitale die «Geologische Karte des Wäggitales und seiner Umgebung» nach den Aufnahmen von Schardt, Meyer und Ochsner erstellt. Auf dem geologischen Forum erscheint sie 1925 als Spezialkarte Nr. 108a, im Maßstab von 1:25000 in den *Eclogae geol. Helvet. Vol. XVIII* als Taf. XIX, nachdem im Jahre zuvor in der gleichen Zeitschrift von Schardt der Text dazu «Die geologischen Verhältnisse des Kraft- und Stauwerkes Wäggitale» verfaßt wurde.

Die Arbeit bringt manche Ergänzungen zu den frühern geologischen Kenntnissen dieser Scholle. Beachtenswert sind die Zerreißungen in der Aubrigkette und das plötzliche Auftauchen der Köpfenstockkette, die keinen Zusammenhang mit den Aubrigen hat. Zuerst behandelte Arnold Heim die Aubrige und erkannte sie als abgeschürfte Teile der Säntisdecke (siehe oben Arnold Heim). Die Köpfenstock-Wagetenkette sei ein abgerissenes Stück der parautochthonen Kammlidecke, wie das Ernst Blumer, J. Oberholzer und Arnold Heim dargetan. Alle diese Ketten wurzeln nicht nach unten, sondern sind ganz in Flysch eingewickelt.

1925. «100 Jahre Molasseforschung» (1825—1925) von E. Brandenberger, Zürich. Die Arbeit schließt an die klassischen «Beiträge zu einer Monographie der Molasse» von Bernhard Studer und behandelt nicht die Molasseuntersuchungen der letzten 100 Jahre, sondern erwähnt nur die Arbeitsmethoden der Molasseforschung, die je nach den einzelnen Autoren eine andere ist. Besondere Angaben über die Erforschung der geologischen Formationen im Kt. Schwyz werden nicht gemacht.

1928. Bemerkungen über die Frage der Deckenzugehörigkeit der Wageten-Köpflerkette. Der geologische Bau der Claridenkette. Dissert. von Pierre von Schuhmacher aus Luzern. Bern 1928.

Von mehreren Geologen (Alb. Heim, Oberholzer, H. Meyer u. a.) ist die Frage erörtert worden, ob die Wagetendecke als ab-

geschürfte Stirn der Kammlistockkette zu betrachten sei? Aus den Untersuchungen Schuhmachers geht hervor, daß die Wagetendecke nicht die Stirn der Kammlistockkette sein kann, weil vor allem fazielle Unterschiede dagegen sprechen.

1. Der typische hellgraue Korallenkalk des Thitons, der an der Wageten eine große Mächtigkeit erreicht, ist in der Kammlistockkette gar nicht oder nur in geringer Mächtigkeit und wenig typischer Ausbildung zu finden. Dafür sind die Zementschichten, die in der Kammlistockkette durchschnittlich etwa 100 m mächtig sind, in der Wageten-Köpflerkette höchstens 25 m mächtig und keilen nach H. Meyer und Arn. Heim gegen E ganz aus.

2. Die Gesamtmächtigkeit der Kreide ist in der Kammlistockkette erheblich größer als an der Wageten usw.

3. Während in der Kammlistockkette der Oehrlikalk im allgemeinen ca. 100 m mächtig ist und sich in den untern Oolithenkalk, den Oehrliemergel und den obern Nerineenkalk gliedern läßt, scheint nach H. Meyer und G. Freuler in der Wagetendecke nur der obere 20—30 m mächtige Oehrlikalk mit Nerineen abgelagert worden zu sein. (Freulers mittlerer Oehrlikalk).

4. An der Wageten sind die Orbitulinamergel nur ausnahmsweise in schwachen Resten vorhanden, und der obere Schrattealk fehlt sogar ganz. In der Kammlistockdecke dagegen sind diese beiden Schichtglieder sehr gut ausgebildet und erreichen eine Gesamtmächtigkeit von 30—40 m.

5. Der Taveyannazsandstein, der an der Wageten in typischer Ausbildung die Globigerinenmergel überlagert, ist weder in der Kammlistockdecke noch in irgendeiner andern helvetischen Decke der Ost- oder Zentralschweiz mit entsprechender südlicher Malm- und Kreidefazies je gefunden worden.

Es besteht eine viel größere Faziesverwandtschaft der Wagetendecke mit der Griesstockdecke.

Auch die Ausbildung der Altmanns- und Nummulitenschichten der Wageten zeigt, daß größere Verwandtschaft zur Griesstockkette besteht.

1930. Einführung zur geologischen Wandkarte der Schweiz im Maßstab 1:200000 zusammengestellt von Dr. W. Staub P. D. in Bern.

W. Staub kommt in dieser Einführung auch auf die Klippen von Iberg zu sprechen unter dem Titel: Das romanische Decken-

gebirge: die Préalpes médianes (Voralpen) und die Klippen. Hierin betont er: «Als Klippen ist das romanische Deckengebirge zwischen Aaretal und Rheintal erhalten in den Giswilerstöcken, dem Stanserhorn und Buochserhorn, den Mythen, den Klippen bei Iberg und bei Grabs.»

Zum erstenmal sind auf dieser geologischen Karte der Wildflysch und die obere kretazische Mergel zwischen Minster und Alptal nach den Aufnahmen von A. Jeannet eingezeichnet worden.

1932. «Über den Schweizer Flysch», von E. Kraus (Riga).

Unter dem Titel «Wildflyschdecke» sagt Kraus, daß bis heute (1932) in bezug auf die eingetretenen Vorgänge und die damalige Paläogeographie im ultrahelvetischen Bildungsgebiet des Flysches die größte Unklarheit herrsche. Der Flysch bedeckt die helvetischen Decken, Falten und Sedimente. Besonders klare Aufschlüsse zeigt die Wildflyschdecke zwischen Rhone und Thun, wo sie das ganze Helvetikum einhüllt, einwickelt. Von da zieht sie mit viel größeren Unterbrechungen durch die mittlere und östliche Schweiz, wo sie südlich von Einsiedeln und im Glarnerland gewaltige Verbreitung hat und die Glarnerdecke um mehr als 30 km einwickelt. — Weiter hebt Kraus hervor, daß zwischen dem Fluhbrig, diesem prächtigen Gewölbe am obersten Teillappen der Drusbergdecke, und dem (wohl abgerissenen) helvetischen Keilgewölbe des Großen Aubrig (Säntisdecke) im W des künstlich gestauten Wäggitalsees mächtige Flyschmassen liegen. Sie lassen sich unschwer durch eine Ostwestlinie, welche in der Höhe 1190 m den Anfang des eigentlichen Schlierenbachtals schneidet, in einen südlichen Wildflysch und einen nördlichen Flysch gliedern, der seinerseits wieder mit schmalen Wildflysch auf dem helvetischen Aubrig liegt.

Aus seinen Untersuchungen zieht Kraus folgende Schlüsse:

1. Der Vorgang, welcher den Wildflysch im allgemeinen und seine Blöcke im besondern schuf, ist nicht etwa an die unterostalpine Klippendecke gebunden, er muß viel allgemeinere Ursachen haben.

2. Die Ausbildung des Klippenflysches hängt aber im Westen irgendwie ursächlich mit der Bewegung der Klippendecke zusammen.

3. Die unterostalpinen Deckenreste waren am Alpennordrand auch ursprünglich nicht bis an den Rhein oder noch weiter östlich verbreitet, um dort nur durch Erosion beseitigt zu werden. Sie

fehlten im Osten schon von vorneherein. Dies stimmt mit der heutigen Verbreitung.

Als weiteres Resultat seiner Forschungen erwähnt Kraus: «Also sowohl nach der tektonischen Lage wie nach Gestein und Alter haben Hauptflyschsandstein und Schlierensandstein nichts gemein. Im W vom Wäggitalflysch kenne ich keine Gesteine und Vertretungen der Sigiswanger Flyschdecke mehr, im O des Vierwaldstättersees aber gibt es keinen Schlierenflysch mehr.» Anlehnend an die Untersuchungen von F. J. Kaufmann und Arn. Heim sagt Kraus: «Somit kam der Vorgang der Wildflyschbildung selbst während der jüngeren Oberkreide in den SO-helvetischen Bildungsraum herein. Dieser Wildflysch ist jedenfalls jung-oberkretazisch.» Schließlich bemerkt er: «Daß dies für allen Wildflysch der Schweiz zutrifft, ist natürlich nicht zu behaupten.»

In bezug auf die Blöcke des Wildflysches äußert sich Kraus folgendermaßen: «Die ganze Zusammensetzung des mächtigen Flysches mit seinem überwiegend von kristallinen Küsten entweder unmittelbar oder nach Umlagerung mittelbar herstammenden Gesteinsschutt beweist ja ganz allgemein, daß im Wildflyschmeer zahlreiche kristalline Inselformen aufgeragt haben müssen.»

Als Resultat der Wildflyschbildung gibt er an: «Die großen Decken haben daher ihre Flysch-, meist ihre Wildflyschhülle. Das gehört zu ihrem Wesen, zum Wesen ihres Bildungsmechanismus.»

In seiner Zusammenfassung hebt Kraus hervor: «In der Zone Fluhbrig-Einsiedeln liegt über der Wildflyschdecke wohl noch der westlichste Ausläufer der ultrahelvetischen Sigiswanger Flyschdecke von Südbayern-Vorarlberg.»

In den *Eclogae geologicae Helvetiae* erscheint 1933 von W. Leupold, Bern, die Arbeit: «Neue mikropaläontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen».

Leupold zitiert u. a. De la Harpe, dem die große Verbreitung der Nummulitenkombination *N. distans-tchihatcheffi*, *N. irregularis*, *N. biarritzensis* (= *N. atacicus*)-*guettardi*, *Ass. granulosa*, *Ass. spira* aufgefallen, der er jedoch in seinem Nummulitenschema keinen festen Platz anzuweisen wußte. Er zitiert für diese Fauna Sebastopol, Bagtchisarai und Simferopol in der Krim und parallelisiert damit von schweizerischen Fundpunkten Stöcken, Stöckweid, Euthal, Iberg und Flybach.

Leupold sagt hierüber: «Es handelt sich hier vielleicht um ein Niveau, für das uns noch eine stratigraphische Bezeichnung fehlt, da es in epikontinentalen Gebieten, wie dem Pariserbecken, wegen der transgressiven Natur des Lutétien zwischen Cuisien und Unter-Lutétien vielleicht fehlt und nur in geosynklinalen Gebieten mit vollständiger Schichtreihe als ein selbständigeres Schichtglied in Erscheinung tritt. Viele Bänke des Einsiedler Flyschs und des Glarner Wildflyschs gehören gerade diesem Niveau an, und es bleibt zu untersuchen, inwiefern die damit vorkommenden Makrofaunen eine Abtrennung vom Unter-Lutétien gestatten. Hinsichtlich der letztern ist zu bemerken, daß die Faunen der zahlreichen einzelnen fossilhaltigen Bänke im Einsiedlerflysch für Altersbetrachtungen meistens zusammengeworfen wurden, wie dies z. B. in der von Boussac gegebenen Seeigelliste der Fall ist. So kommt man zu einer überwiegenden Mehrheit von Lutétienarten, während dies bei einzelner Betrachtung der Fundstellen wohl viel weniger eindeutig der Fall sein dürfte. Insofern wäre eine Revision der Einsiedler Fauna nach einzelnen Fundstellen sehr erwünscht, da, nach den Nummulitenfaunen zu schließen, sehr verschiedene Niveaux vertreten sind.»

In den allgemeinen Ergebnissen führt Leupold an: «Vom Helvetikum nach dem Ultrahelvetikum hin schalten sich im ursprünglichen Ablagerungsraume, ähnlich wie dies bereits innerhalb des Helvetikums schon lange bekannt ist, noch stets ältere Niveaux des Alttertiärs ein, d. h. nach dem Lutétien das Paläozän. In der Ostschweiz liegt die Nordgrenze des Jungpaläozäns bereits im S-Helvetikum (Einsiedlerflysch = südl. Drusbergdecke), in der Westschweiz erst südlich der Wildhornkette. An Stelle der südhelvetischen Senonmergel und Wangschichten entwickelt sich offenbar auch bei uns südwärts der Komplex von Leimernschichten und kretazischem Anteil des Wildflyschs, ganz ähnlich dem für das Allgäu behaupteten Ersatz der Wangschichten durch Wildflysch. Auf das Helvetikum folgt also vorerst eine Fazieszone mit einer série compréhensive von Oberkreide und Alttertiär.»

1934 beschreibt A. Jeannet im «Geologischer Führer der Schweiz» (Fasz. X. Exkursionen Nr. 53—60) die Exkursion von Einsiedeln über Iberg nach den Mythen. Er behandelt hierbei die Stratigraphie, die Tektonik, die Morphologie der Klippen und ihr Liegendes, die Nummulitenkalkbänke, von Einsiedeln, nämlich im Kalch, im Steinbach und Euthal, ferner den Flysch und

den Wildflysch, die Stirnfalte der Drusbergdecke mit den oberen Stufen der Säntisdecke, nämlich die des Fluhbrig, von Unterberg, den Nummulitenkalk der Stockfluh, die Falten der Drusbergdecke, den helvetischen Sockel des Roggenstockes, den Wildflysch mit den eingeschlossenen exotischen Blöcken bei Roggenegg, weiter die eigentlichen Schwyzerklippen, wie den Roggenstock, die Lauchern, die Mördergrube, den großen und den kleinen Schyen, die Rotenfluh und die Mythengruppe, endlich die Wangschichten, den Nummulitenkalk von Fuderegg, der treppenartig untertaucht, die Porphyrite, Radiolarite, den Biancone vom Buoffenwald, das Eisentobel, die exotischen Blöcke vom Brünnelistock und von der Zweckenalp.

Im gleichen Faszikel behandelt P. Arbenz die Stratigraphie und Tektonik der Drusbergdecke und verweist dabei auf seine frühere Arbeit über den Frohnalpstock (Beitr. N. F. 18, 1905). Auf der Strecke Brunnen-Sisikon entwickelt er die Schichten des Kreidesystems an Hand der Frohnalpprofile.

Anschließend an die Exkursion von P. Arbenz zeigt uns A. Buxtorf von Sisikon bis Flüelen die Stratigraphie der untern Kreide, vom Berriasien bis Urgon (Schrattenkalk) und des Eocäns, wie auch die Tektonik der steil eintauchenden Stirne der Axendecke. Zum leichtern Verständnis gibt der Autor ein «Geologisches Profil durch die Axenkette zwischen Flüelen und Sisikon» bei. — Besondere Aufmerksamkeit schenkt A. Buxtorf in seiner Arbeit über den Vierwaldstättersee (im gleichen Faszikel) dem Vitznauerstock, der Rigihochfluhkette und dem Becken von Gersau.

Auf der Exkursion «Umgebung von Luzern-Rigi» gibt uns E. Baumberger eine Einführung in die Geologie der subalpinen Molasse am Vierwaldstättersee. (Siehe Exkursion Nr. 54, Fasz. X.)

In den Jahren 1934 und 35 wenden sich A. Jeannet, Leupold und der Verfasser aufs neue dem Studium der tiefsten Eozänbildungen und den obersten kretazischen zu, herausgefordert durch die neuen künstlichen Aufschlüsse, die die Straßenbauten um den werdenden Sihlsee herum mit sich gebracht. Seine Arbeit gilt daher vor allem andern der alpinen Randzone, der Überschiebung des Alpenrandes auf die Molasse und der Stirnfalte der Drusbergdecke, dem Fluhbriggewölbe, nämlich dem sog. Einsiedler Flysch.

Die betreffenden Geologen unterscheiden in diesem Gebiet drei tektonische Einheiten:

1. Als Frontalteil einer tiefergelegenen helvetischen Decke: das Aubriggewölbe mit den dazugehörigen Nummulitenkalkschichten und dem Flysch. Hierzu gehören vorerst die echten Assilinengrünsande mit *Assilina exponens*, die Schuppen bei der Steinbachrunds.

2. Der Komplex der südhelvetischen Flyschbildungen. Dieser Einsiedler Flysch im Kalch, Steinbach und Hagelfluh usw. ist aufgebaut aus: a. oberkretazischen Mergeln der südhelvetischen Fazies (Amdenermergel), b. einer kompliziert gegliederten Schichtenfolge von Nummulitenkalk und Grünsand, und c. leimernähnlichen Fleckenmergeln mit Fucoiden und Globigerinen. Die stratigraphische Schichtfolge a—c ist beinahe überall in mehreren Schuppen übereinandergetürmt, deren Schichtenreihen eine aufrechte Stellung zeigen.

Die Schuppenmasse des Einsiedler Flysches gliedert sich außerdem regional in drei hintereinanderliegende Streifen:

- A. Die Zone des Einsiedler Flysches s. s.: Trittalp, Wassersprung, Kalchfluh und die Zone zwischen Groß und Steinbach, zwischen Willerzell und Euthal und Sattellegg und Hirzegg.
- B. Die Zone der Schuppen unmittelbar vor der Stirnfalte der tiefen Kreide der Drusbergdecke, nämlich des Fluhbriggewölbes: Gschwendstock, die Berge im W der Minster zwischen Unter- und Oberiberg, Stockfluh, Mutzenstein-Rotwand.
- C. Die Überreste des Schichtenkomplexes a—c in unmittelbarer, normal stratigraphischer Auflagerung auf den Kreidebildungen des Rückens der Drusbergdecke: Fiedersberg, Unterlage des Roggenstockes und Spierstockes. In der Fortsetzung liegt das Tertiär des Frohnalstockes.

Man muß annehmen, daß die ursprüngliche, stratigraphische Unterlage der Einsiedler Flyschmasse in nördlicheren Partien der Drusbergdecke zu suchen ist, für die Zone B noch auf dem Rücken der Fluhbriggfalte, für die Zone A vielleicht schon im Muldensack zwischen Fluhbrig und Räderten.

3. Der Wildflysch. Den Zonen A und B sind außerdem Flyschmassen (Sandsteine, Schiefer, Fucoidenkalke) aufgelagert und am Alpenrand der Zone A auch untergelagert. Ihre genaue Abgrenzung und Unterscheidung ist noch nicht völlig durchstudiert. Es bleibt einstweilen eine offene Frage, inwieweit es sich vielleicht um den der Schichtreihe dieser Zone normal angehörenden Flysch

handelt, der ein jüngeres eozänes Schichtglied über dem Globigerinenmergel bilden würde.

In der Zone B handelt es sich z. T. um typischen Wildflysch, reich an Exotica, z. B. am Gschwendstock bis Ibergereg, also eventuell um überschobenes Ultrahelvetikum, das mit dem südhelvetischen Einsiedler Flysch nachträglich verfaltet worden ist. Als oberstes Schichtglied findet man unmittelbar unter der Auflagerung der Klippen typischen, kleine Nummuliten führenden Schiefersandstein.

Jeannet und Leupold beschäftigen sich dann zur Hauptsache mit der stratigraphischen Gliederung der Ablagerungen der Zone A, d. h. mit dem Einsiedler Flysch s. s. Der Wechsel von Amdenermergeln, Fleckenmergeln und zahlreichen Nummulitenkalkbänken, die den Komplex aufbauen, wurde in verschiedener Weise gedeutet:

1. als einheitliche Flyschschichtreihe mit mehreren stratigraphisch eingeschalteten Nummulitenkalkbänken.
2. als eine Reihe liegender Falten der obern Kreide mit den Nummulitenkalkbänken als trennenden Synklinalen. Nach den Beobachtungen handelt es sich ausschließlich um die mehrfache Aufeinanderlagerung der gleichen aufrechten Schichtreihe der kretazischen Mergel, der Nummulitenkalkbänke und des Fleckenmergels in Form von Schuppen.

Verwirrend wirkt der Umstand, daß die einzelnen Schuppen durch die Schuppungsflächen in verschiedener Weise aus der Schichtreihe herausgeschnitten sind, doch hat die genaue Beobachtung der stratigraphischen Gliederung innerhalb der Nummulitenkalkbänke ergeben, daß es sich stets um ein und dieselbe Bank handelt.

Die Tatsachen erläutern vier Profile auf einer Tafel und im Text dargestellt und publiziert in den «Berichte der Schwyz. N. G.» (Seite 44):

1. Profil der Rippe von Kalch, längs der neuen Straße Euthal-Groß (Taf. I, Prof. 1).
2. Profil der «Fluh» bei Fluhhof-Steinbach, entlang der neuen Straße Euthal-Groß über Steinbach und Kalch.
3. Profil Hagelfluh, W Euthal, entlang der neuen Straße Euthal-Willerzell.
4. Profil Fiedersberg, Ostflanke, gegenüber dem Schülberg.

Zur Altersfrage der verschiedenen Komplexe innerhalb der Nummulitenkalkbänke möchten Jeannet und Leupold, um weitem, auf genauern faunistischen Untersuchungen der Foraminiferen beruhenden Studien nicht vorzugreifen, nur kurz bemerken, daß sie den untern Komplex für älteres Paläozän, den darauf transgredierenden mittlern für jüngeres Paläozän halten. Sie kommen dadurch nicht in Konflikt mit der bisherigen Bestimmung der Einsiedler Nummulitenkalkbänke als Lutétien, auf Grund der altbekannten von Mayer-Eymar bearbeiteten Parisienfauna, denn diese stammt ausschließlich aus der Phosphoritschicht des transgredierenden obersten Komplexes, der auch ohne Zweifel Lutétien darstellt. Die darunterliegenden Komplexe sind durch eine, mitunter zwei, ausgesprochene Transgressionsflächen mit siderolithischen Infiltrationen, die offenbar mit Emersionen verknüpft waren, von dem als Lutétien bestimmten, obersten Horizont getrennt und können beträchtlich älter sein. Auch die, wenigstens an einer Stelle kaum zu leugnende, Kontinuität der Sedimentation von den Amdenerschichten zum Nummulitenkalk läßt auf die Anwesenheit größerer Teile des Paläozäns schließen.

1935. Die Arbeit von Albert Ochsner, Zürich, «Über die subalpine Molasse zwischen Wäggitäl und Speer» (erschieden in den *Eclogae geologicae Helvetiae*, Vol. 28, No. 2) berührt die geologischen Verhältnisse des Kt. Schwyz in seiner äußersten Nordostecke. Ochsner bemerkt, daß die in Frage stehenden Molasseschichten früher teils zum Aquitan, teils zum Miozän gerechnet worden seien. Die Untersuchungen von Baumberger und Stehlin bewiesen die Zugehörigkeit zum Stampien.

Ochsner stellt von unten nach oben folgende Schichtengruppen auf:

1. Die Horwerschichten (Grisigermergel, für die Gegend von Bilten auch «Biltenermergel» genannt): Rupélien,
2. Eine Sandstein-Mergel-Serie, resp. Nagelfluh-Mergel-(Sandstein-)Serie: Chattien.
3. Die granitische Molasse: Aquitan.

Mit Rücksicht auf die Tektonik dieser Gesteinsschichten behandelt A. Ochsner folgende Punkte:

1. Synklinale der granitischen Molasse,
2. Aufschiebung der stampischen Molasse (Hauptaufschiebung),

3. Pfiffegg-Schuppe,
4. Rempen-Aufschiebung,
5. Zone Rempen-Vorderthal,
6. Synklinale von Ruobenschwend,
7. «Dritte» Molasseantiklinale,
8. Tektonische Verhältnisse östlich der Linthebene.

Im gleichen Jahre, 1935, hält Jeannet, anlässlich der 116. Jahresversammlung der S. N. G. in Einsiedeln, einen Hauptvortrag: «Avec un géologue à travers le canton de Schwyz», worin er die alten und neuesten Forschungsergebnisse über die geologischen Verhältnisse im Kt. Schwyz an Hand einwandfreier Lichtbilder den Zuhörern vor Augen führt.

Er faßt darin die gesamten Kenntnisse über die Schwyzergeologie zusammen. Nachdem er eine Übersicht von den durchforschten Gegenden gegeben, beschreibt er die tektonischen Einheiten und behandelt mit Gründlichkeit die Klippen, von den Mythen bis zum Roggenstock, indem er sie als große transversale Mulde der höhern helvetischen Decken mit Verwerfungen nach verschiedenen Richtungen schildert.

Über die Exkursion, die sich an die 116. Jahresversammlung der S. N. G. in Einsiedeln, anschloß und an der die berühmtesten Geologen der Schweiz teilnahmen, gibt A. Jeannet als Leiter Rechenschaft in den *Eclogae geol. Helvet.* 1935, vol. 28. — Seit 25 Jahren widmet Jeannet seine Studien der Geologie des Kt. Schwyz und schon 1923 veröffentlicht er «Le Crétacé supérieur de la Région du Drusberg, Ct. de Schwytz» (*Eclogae geol. Helvet.*, vol. 18, p. 227—31, 1 fig.). — In dem Rechenschaftsbericht über die stattgehabte Exkursion beschreibt er ein Profil vom Spierstock, das eine ganz andere Serie der Nummulitenkalkbildungen aufweist, als die übrigen eozänen Gesteinsfolgen von Iberg zeigen. — Zuerst findet sich eine Sandsteinfolge mit kleinen Nummuliten. In der Mitte sieht man graubraune Mergel mit kretazischen und tertiären Geröllen aus der helvetischen Fazies. Der Gipfel zeigt wieder grobe Sandsteine und Breccien. Als Gerölle erkennt man verschiedene Nummulitenkalke, besonders die von Steinbach, wieder.

Diese Schichten sind also jünger als das Lutétien und entsprechen vielleicht, wie Rollier meinte, dem Bartonien. Die obern Sandsteine können ins Priabonien gehören. — Dieses Profil ist

einzig in seiner Art und scheint ein Bindeglied zwischen Helvetikum und Ultrahelvetikum zu sein.

Wenn wir all die aufreibenden Arbeiten der Geologen, die im Kanton Schwyz geforscht, ins Auge fassen, so müssen wir bekennen: sie haben Großartiges geleistet. Wir wollen hier die Resultate kurz zusammenfassen und überschauen. Sie haben folgende Glieder gefunden, die die schwyzerischen Gebirge von S nach N aufbauen:

1. Die Axendecke: Sie kommt vom S über den Tödi-Klariden-Scheerhornrücken herab und setzt am Klausenpaß ein. Ortstock, Glattalp, Karrenalp und Schächentaler Windgälle sind aus ihrem Jurakern modelliert. Nach Süden, gegen den Klausenpaß hin, reicht sie auf ganz ebener Rutschfläche hinauf und bricht am Paß durch Verwitterung und Erosion ab. Gegen NNW wird dieser gewaltige Faltenkern dünner. 2 km südlich von Flüelen, am Axen, in etwa 1200 m Meereshöhe, endet er mit scharfer, nach N gekehrter Umbiegung. Das gleiche findet gegen NE am Deyenstock, nördlich des Klöntalersees, in etwa 1500 m Meereshöhe statt. Es ist das gegen NNW gekehrte Umbiegungsknie der Malm-schichten des Deckenkernes. Nirgends wurzelt er nach der Tiefe. Die ganze Gesteinsmasse schwimmt auf den jüngern Eozänschichten und ist an ihrem N-Ende von diesen umwickelt. Das ganze Bisistal ist in die Lias-, Dogger- und Malmschichten der Axendecke eingeschnitten.

Um die Malmschichten schließen sich die Kreideschichten. Sie fallen ab vom Axenrat, Wasserberg und der Silbernen, mit vielen untergeordneten Komplikationen. Alle die Kreideschichten tauchen an der Eozänzone Sisikon-Katzenzägel-Muotatal-Pragelpaß nach N tief ein und biegen sich in der Versenkung rückwärts um den Malmkern herum. Diese Verhältnisse sind am Querschnitt des Urnerseetales, am Axen, und das andere Ende am Deyenstock im Klöntal deutlich zu beobachten. Die Kreide dieser Ketten schlägt auch hier nach der Tiefe keine Wurzeln, sondern steckt als umgekehrter Umbiegungskopf im Flysch. So gestaltet sich der Verlauf einer sogenannten Tauchdecke.

2. Die Drusbergdecke ist im Kanton Schwyz nur in den Schichten des Kreidesystems vorhanden. Ein Jurakern ist nirgends zu finden, die innerste Füllung über der Überschiebungsfläche besteht aus Valangienkalk (Valangien-schichten). Die Sekundärfalten entwickeln sich nach oben sehr schön mit den Kieselkalk-, Schrat-

tenkalk-, Gault- und Seewerkalkschichten. Die volle Mächtigkeit des Kreidekomplexes ist durchwegs entblößt an dem nördlichen Gehänge des Riemenstaldentales und setzt dann beim Dorf Muotathal auf die N-Seite des Muota-Prageltales über. Wiederum findet Abfallen des Kopfbruches nach Süden und im allgemeinen Absinken der Schichten nach NNW statt. Die Drusbergdecke dehnt sich nach N mächtig aus, sie wird zur Säntisdecke und spaltet sich schon im schwyzerischen Gebiet in einige Zweige, die sich nach N in prachtvollen Umbiegungen abschließen. Solche sind: die Säntisdecke, Rädertendecke und Drusbergdecke in s. s. Diese Deckenzweige zeigen ihre nördliche Frontumwendung wie folgt:

| <i>Hauptdecke:</i> | <i>Teile:</i> | <i>Regionale Ausdehnung:</i> |
|----------------------|---|--|
| Säntis-Drusbergdecke | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Drusbergdecke s. s.} \\ \text{Räderten- und} \\ \text{Säntisdecke s. s.} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Fluhbrig—Drusberg—} \\ \text{Tierberg—Räderten-} \\ \text{stock} \\ \text{Wiggis—Aubrig?} \end{array} \right.$ |
| Axendecke: | Griesstock | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Silbernen—Bächistock—} \\ \text{Axenberg—Klausen—} \\ \text{Köpfler—Wageten} \end{array} \right.$ |

An vielen Stellen finden wir unter den ältesten Schichten einer Decke oder Teildecke eine ziemlich ebene Rutschfläche oder manchmal auch Fetzen verkehrter Schichten in verkehrter Reihenfolge übereinander liegen, ein sogenannter «verkehrter Mittelschenkel». Der obere normale Schenkel einer Decke oder Teildecke weist schöne kleinere Falten mit der ursprünglichen Mächtigkeit der Schichten auf.

3. Das ausgedehnte Flyschland. Im Flysch stecken einige von den Kreidefalten abgerissene Fetzen (Aubrige, Köpfenstock) und an andern Stellen liegen Klippen auf dem Flysch. Bekanntlich bestehen die Klippen aus fremdartigen Gesteinen, abgetrennt vom Ursprungsort. Sie enthalten Fetzen basischer Eruptivgesteine, ferner Trias-, Jura- und Kreideschichten. Zu den Schwyzklippen gehören die Mythenstöcke, die Rotenfluh, die beiden Schyen, die Lauchernstöcke mit der Mördergrube und der Roggenstock. Klippen mit gleicher Gesteinsart und gleichen Fossilien finden sich auch in der Stockhornkette, in den Préalpes romandes und in Savoyen. Nur wenige Klippen finden wir im Osten,

wohl aber im Rhätikon, der gegen Süden umbiegend in die ostalpinen Decken des Oberengadins übergeht. Im W wie im E liegen die Klippengesteine auf dem Flysch oder andern neuern Bildungen aufgeschoben. Sie sind Reste der obersten ostalpinen Decken, am Südrand der Ostalpen wurzelnd. Die abgewitterten und abgespülten Teile der Klippendecken liegen größtenteils als Gerölle in der Nagelfluh. Die Klippen finden ihre Erklärung in den Decken.

4. Nördlich des ausgedehnten Flyschlandes folgt die Molasse. Wir erkennen an der Kontaktlinie von Vitznau über den Lowerzersee — Biberegg — Sattellegg — Vorderwäggital — nördlich vom Köpfenstock — Niederurnen — Weesen verschiedene Variationen. Manchmal verläuft das Streichen der Molassebänke schief oder ganz quer zum Flysch, meistens ist die Grenze der Nagelfluh-, der Sandstein- und Mergelschichten ganz unabhängig von der Schichtlage. Es handelt sich hier um die tektonische Kontaktzone zweier Gebirgsmassen von verschiedener Entwicklungsgeschichte. Nahe am Kontakt fällt die Molasse meist ziemlich steil nach SE unter das Alpenland ab. In einer Entfernung von 3 und mehr km, nördlich der Flyschgrenze, stehen die Molasseschichten senkrecht (Ägerisee bis Schübelbach), die Schichtlage schwankt um die Vertikale. Von Feusisberg bis Schmerikon verläuft eine Antiklinale. Die marine Molasse bis Bäch—Freienbach—Wollerau fällt nach NNW ein.

Eine durchgehende genaue Untersuchung des Molassegebietes ist heute noch nicht abgeschlossen. Wohl hat E. Baumberger, gest. 1935, in den *Eclogae geol. Helv.* vol. 24, Nr. 2, in neuester Zeit, 1931, einen wesentlichen Beitrag zur Aufklärung publiziert, nämlich «Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpenrand». Er ist überzeugt, daß am ganzen schweizerischen Alpenrand die Lagerungsverhältnisse der Molasse durch das alpine Deckengebirge bestimmt worden sind. Die subalpine Molasse ist in ihrem alpennähern Teil eine Überschiebungszone mit ausgesprochener Schuppenstruktur. Die Schuppen enthalten nur stampische Sedimente. Weiter bemerkt er: «Noch steht der Untersuchung ein weites Feld offen. Es tauchen immer wieder neue Fragen auf. Es braucht noch viel gründliche Arbeit im Felde und eine seriöse Auswertung der paläontologischen Belege, um die Schwierigkeiten zu überwinden, die das Problem der subalpinen Molasse noch immer in überreichem Maße bietet. In den

Alpen ruhen die helvetischen Decken stets auf der stampischen Molasse und nicht auf der obern Molasse.»

5. Quartärgebilde sind im Sihlgebiet des Kantons Schwyz reichlich vorhanden. Der Talverschluß durch die große Linthgletscher-Randmoräne bei Schindellegi hat das hohe Niveau des obern Sihltales festgelegt. Gewaltige Moränenwälle umranden das Einsiedler Moor und gestalten den Talgrund bei Bennau und Altenberg bis zur Teufelsbrücke hinaus. Unterhalb Einsiedeln findet man die Spuren früherer Flußläufe, die heute quellenführend sind. Die Schlagbühlchlucht ist entstanden durch eine Verstopfung des etwas weiter links gelegenen Sihllaufes. Das Material dazu stammt aus der großen Einsiedlermoor-Endmoräne. Dadurch wurde die Sihl nach rechts abgelenkt und schnitt sich in den dortigen Molassesporn (Schlagen) ein, wodurch vor Zeiten ein See entstand, der durch den neuen Stausee zum Teil wiederhergestellt wird.

Auch in der Linthebene, am untern Buchberg (Wangen), sind schon vor langer Zeit interglaziale Ablagerungen entdeckt worden (Schieferkohle).

Wie aus den vorliegenden Ausführungen zu ersehen ist, starrten vor 200 Jahren die gewaltigen Felstürme und Felszinnen unseres Alpenkörpers den ersten geologischen Schweizer Pionieren noch stumm und trotzig ins Antlitz. Die Gebirge gaben ihnen auf all die hundert Fragen, die sie an sie stellten, nicht die geringste Antwort. — Erst allmählich, nach ungezählten Bergfahrten der Wißbegierigen, fingen sie langsam an, leise ihren Mund zu öffnen, und heute, nach hundert- und zweihundertjähriger Bestürmung, halten sie mit unsern Geologen intime Zwiesprache.

Die satirische Bemerkung, die Leclerc de Buffon (1707 bis 1788) von den Geologen seiner Zeit machte, hätte heute, auf die Schweizer Geologen angewendet, keine Berechtigung mehr. Er sagte nämlich: Die Geologen können, den römischen Auguren gleich, auf der Straße sich nicht begegnen, ohne zu lachen.

Dank des vieljährigen, unermüdlichen und tiefgehenden Studiums unserer besten Schweizergeologen über die helvetischen Decken und die Klippendecke, wie auch über die einzelnen Klippenberge ist man in der Erkenntnis der schwyzerischen, geologischen Verhältnisse tatsächlich weit vorangeschritten, aber die Forschungen sind keineswegs abgeschlossen. Mag auch gegenwärtig die Tektonik der Decken, die das Relief des Kt. Schwyz bilden, ziem-

lich vollständig erforscht sein, so bleibt der Detailausarbeitung der tertiären Stratigraphie noch ein weites Arbeitsfeld übrig.

Heute gehört nicht nur der Kanton Schwyz, sondern die ganze Schweiz glücklicherweise, trotz ihrer verworrenen, schwer erschließbaren tektonischen Verhältnisse, zu den geologisch besterforschten Ländern, was für sie in wirtschaftlicher, technischer und wissenschaftlicher Hinsicht von unschätzbarem Werte ist.

Aber gerade im Angesichte dieser Tatsache müssen wir dankbar unserer ersten geologischen Schweizer Pioniere gedenken, die keine Mühe scheuten, Quaderstein um Quaderstein aus den Felsen herauszubringen zum Fundamente des heutigen petrographischen, stratigraphischen und tektonischen Kolosseums, das achtunggebietend vor uns steht.

