

Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 58 (1922)
Heft: 2

Artikel: Beiträge zur Kenntnis der Lokalvergletscherung des Säntisgebirges
Autor: Tappolet, Werner
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834867>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

I.

Beiträge zur Kenntnis der Lokalvergletscherung des Säntisgebirges

von
Werner Tappolet.

Vorwort.

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich meinem hochgeschätzten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Schardt.

Es zeigte sich, dass das vorliegende Thema unmöglich erschöpfend behandelt werden konnte. Die stark wirkende Erosion hat im ganzen innern Säntisgebiet fast alle Moränenablagerungen verwischt, und ob diese überhaupt je beträchtlich waren, steht in Frage. Es ist mir daher nur möglich geworden, einige kleine, neue Beiträge zur Glazial-Geologie des Säntisgebirges zu liefern.

Zur Feldarbeit benützte ich die Exkursionskarte des Ober-Toggenburg 1 : 25,000, und die Blätter Nr. 225, 235, 238 und 239 des Siegfriedatlas.

Die Originalkarte 1 : 25,000, sowie alles übrige Belegmaterial ist im geologischen Institut in Zürich deponiert.

Es ist meine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. Schardt zu danken für das rege Interesse, welches er meiner Arbeit stets entgegenbrachte.

Mit Freude und Dank erinnere ich mich an die braven Sennen, besonders im Obertoggenburg, die mir immer so freundlich entgegengekommen sind.

Besten Dank schulde ich auch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft für die Aufnahme der Arbeit in ihr Jahrbuch.

Einleitung.

Das Säntisgebirge wurde zuerst von Arnold Escher von der Linth begangen und geologisch untersucht (15)*). C. Mösch erhielt den Auftrag, die Escher'schen Notizen, Karte und Profile zu bearbeiten und herauszugeben (17). Die Art und Weise in der dies geschah, wird in der Säntismonographie von Alb. Heim beschrieben (40, S. 4). Ueber die Verbreitung des Säntisgletschers zur Eiszeit hat A. Gutzwiller im Jahre 1871 in eingehender Weise sich geäussert. Im Jahre 1906 erschien die grosse

*) Siehe Lit.-Verzeichnis S. 63

Säntismonographie von Alb. Heim und Mitarbeitern (40). Dieses Werk mit geologischen Karten, Profilen, Panoramen und Photographien, neben vielen Zeichnungen im Textband gibt uns einen gründlichen Einblick in den Bau des Alpsteingebirges. Ich verweise ausdrücklich auf dieses Werk und die dortigen Literaturangaben (40, S. 12—13). In der Churfürsten-Mattstockmonographie von Arn. Heim wird besonders eingehend die Stratigraphie dieses Gebirgszuges behandelt (49). Wir finden dort auch Vergleiche mit der untern Kreide des Säntisgebirges und Angaben über die eiszeitlichen Gletscher des Churfürsten-Nordabhangs und des obern Toggenburges. Im Jahre 1916 erschien eine Dissertation von A. P. Frey, betitelt „Die Vergletscherung des obern Thurgebietes“ (20). Frey streift auch glazialgeologisch den mittleren Teil des Säntisgebirges und das Einzugsgebiet der Lutern. Das grundlegende Werk von Penck und Brückner: „Die Alpen im Eiszeitalter“ gibt uns über allgemeine glazialgeologische Fragen Auskunft; es behandelt ferner den eiszeitlichen Rhein-Linthgletscher als Nachbarn der Säntisgletscher, und auch über die letztern finden wir dort einige Angaben (73). C. Falkner beschrieb 1910 die südlichen Rheingletscherungen von St. Gallen bis Aadorf (18, 19). Wertvolle Daten und Anregungen, ein Gebiet glazialgeologisch zu bearbeiten, finden wir bei Nussbaum in seiner Arbeit über die Vergletscherung des Saanegebietes (64). Es sei hier weiter erwähnt der Abschnitt „Säntisgletscher“ in der „Geologie der Schweiz“ von Alb. Heim (43). Pflanzengeographisch bearbeitete Baumgartner die Churfürsten und das obere Toggenburg (9), und als Manuskript ist im botanischen Institut der Universität Zürich eine Arbeit deponiert von Alb. Koller, betitelt: „Beiträge zur Flora des Kantons Appenzell I. Rh.“ In neuester Zeit hat W. F. Rutishauser ergänzende Bemerkungen zur Stratigraphie der untern Kreide, speziell der südwestlichen Hälfte des Alpsteines und eingehende tektonische Untersuchungen im Gebiet vom Gräppelental bis zum Rotsteinpass publiziert (76).

Geologische Uebersicht.

Die von SSE überschobene Säntisdecke staute sich am Molasse-Nagelfluhgebirge der Zone Speer-Stockberg-Kronberg und hat sich in einen wunderbaren Faltenbau aufgeworfen. Es wurden nur Kreideschichten auf die Flysch- und Molasseunterlage aufgeschoben, während Jura- und ältere Sedimente weiter zurückblieben. Mächtig setzte die pliozäne, prä- und postglaziale Erosion ein. Die hochaufgestauten Faltenbüschel wurden bis auf die untern Kreideschichten hinab erodiert, und die steil gestellten Gewölbeschenkel splitterten ab. Kulminationsketten finden wir heute am Nordweststrand unseres Gebirges und längs der Wasserscheide zwischen Sitter und Thur. Die Faltenachsen streichen alle von SW nach NE. Die Faltenbüschel öffnen sich von SW gegen die Mittelregion des Gebirges und steigen zugleich an. Gegen das Rhein-Durchbruchstal fallen die Faltenachsen und ziehen sich wieder etwas zusammen. Eine auffallende Erscheinung im Alpsteingebirge sind die weit verbreiteten Querbrüche, die in der Mittelregion beginnen und bis zum Rheintal, oft in ganzen

Büschen, die einzelnen Ketten zerschneiden. Geradezu ergreifend ist der fast schnurgerade Sax-Schwendebruch, wenn man zum ersten Male auf die Sixer- oder Bogartenlücke kommt und den tiefen N-S verlaufenden Graben zu beobachten Gelegenheit hat. In der SW-Hälfte unseres Gebirges fehlen die Brüche fast ganz, im Südwestende sogar vollständig. Heim hat die Säntisfalten in sechs Hauptgewölbe und fünf Mulden gegliedert. Durch den Kettenbau sind Längstaler im Alpstein naturgemäß gegeben. Ich unterlasse es hier, näher auf die Beschreibung des allgemeinen geologischen Baues des Säntisgebirges einzugehen, verweise auf das Säntiswerk und sein reiches Illustrationsmaterial (40, 41, 42). (Kurze geologische Uebersicht findet sich bei der Beschreibung der einzelnen Täler.)

Die Stratigraphie der Säntis-Kreideschichten ist in der Säntismonographie eingehend und genau dargestellt (40, S. 15—38, 314—360, 520—529). In der Churfirsten-Mattstockmonographie finden wir vergleichende Beschreibungen zwischen diesem und dem Säntisgebirge (49, S. 480). Ergänzende Bemerkungen, die untere Kreide betreffend, gibt uns Rutishauser in seiner Arbeit (76, S. 3—7). Die Beschreibung von zwei neuen Fundstellen von Nummulitenkalk-Schichten am Nordwestrand des Säntisgebirges findet man am Schluss der Besprechung über die glazialen Ablagerungen des Luterngletschers.

Flüsse und Täler.

Der Verlauf der ehemaligen Eisströme ist im grossen und ganzen heute noch gekennzeichnet durch die Täler. Die grosse Wasserdurchlässigkeit dieses Kalkgebirges hat bewirkt, dass heute viele Täler meist trocken sind. Das Wasser hat sich durch Auslaugung ein eigentliches System von unterirdischen Läufen geschaffen. Es fehlt somit auch nicht an grossen Quellgruppen am Rande des Alpsteingebirges (40, S. 282—285). Nennenswerte Flussläufe finden wir nur in den Tälern, die mit Grundmoräne gut ausgepflastert sind. Im Tale der Säntisthur wird die Unterlage überdies von den Wasser undurchlässigen untern Kreideschichten gebildet (40, S. 269—272). Ein ausgedehntes und reichverzweigtes Flussystem beobachten wir auf dem Molasseboden der Nordwestseite ausserhalb der Kreideketten. — Bei der Besprechung der eiszeitlichen Gletscher des Säntisgebirges folge ich einer Einteilung, die sich aus dem heutigen Flussnetz ergibt. So kommen vier Hauptflussläufe mit ihrem oft verzweigten Einzugsgebiet in Betracht:

- A. Die Thur und ihr Einzugsgebiet.
- B. Die Urnäsch und ihr Einzugsgebiet.
- C. Das Einzugsgebiet der Sitter,
 1. Der Weissbach,
 2. Der Schwendebach,
 3. Der Brülisauerbach.
- D. Zuflüsse zum Rhein.

Nach diesem System habe ich die eiszeitlichen Gletscher eingeteilt und möchte folgende Namen vorschlagen:

Die Gesamtheit aller Gletscher des Alpsteingebirges nennen wir **Säntisgletscher**. Sie zerfallen in:

A. Thurgletscher.

1. Säntisthur-Talgletscher.
 - a) Kargletscher zwischen Hundstein, Gir und Kalbersäntis.
 - b) Hängegletscher an der Nordwestwand von Wildhauser-Schafberg-Nädliger.
 - c) Vergletscherung der Thierwies-Thurwies Trockenkehle.
 - d) Schrenit-Trosenkargletscher.
2. Gräppelen-Talgletscher.
 - a) Neuenalp-Talgletscher.
 - b) Kargletscherchen der Baumgartenalp.
 - c) Kargletscherchen Windenpass-Hintergräppelen.
 - d) Kargletscherchen Seewis-Thal-Farnboden.
 - e) Kargletscherchen Schwarzkopf-Mutteli.
3. Teselalpgletscher und sein Einzugsgebiet.
 - a) Kargletscher der Kraialp.
 - b) Kargletscher Jöchli-Schafboden.
4. Churfirsten-Nordhanggletscher.
5. Vergletscherung der Kehle Riesepass gegen Stein.
6. Luterngletscher.

B. Urnäschgletscher.

1. Schwägalparm (Tossbachgletscher).
2. Kräzerliarm.

C. Sittergletscher.

1. Weissbacharm und seine Rückzugsgletscherchen.
2. Schwendebachgletscher.
 - a) Blauschneearm.
 - b) Großschneearm.
 - c) Rotsteinarm.
 - d) Bötzelarm.
 - e) Altenalp-Hängegletscherchen.
 - f) Mans-Mar-Kargletscher.
3. Vergletscherung der Widderalp - Fählen - Sämbtis ersee - Gegend.
 - a) Widderalparm.
 - b) Fählenalparm.
 - c) Sämbtisergletscher (a + b).

D. Rheingletscher längs dem Säntisgebirge.

E. Rheingletscher-Erratikum im Säntisgebirge (Riss-Eiszeit).

Die Gletscherablagerungen im allgemeinen.

Schon J. C. Deicke schrieb 1859: „Die vielen Findlinge im Diluvium können nicht durch Wasser an den jetzigen Fundort gefördert sein, denn sie kommen in bedeutenden Höhen vor, und sehr grosse Blöcke zeigen zuweilen nicht die geringste Spur einer Abrundung oder Abschleifung. ... Die sich häufig vorfindenden polierten Flächen und eingekritzten Furchen bringen niemals fliessende Gewässer, aber überall die beweglichen Gletscher hervor“ (13).

A. Gutzwiller gibt uns eine kurze geographische Uebersicht der Boden-gestaltung der Säntistäler und beschreibt die verschiedenen Gesteinssorten (32, S. 89—93). Er äussert sich weiter über die Beziehungen zwischen Urnäsch-, Sitter- und Brülisauerbach-Gletscher, über ihr Wachsen und Ab-schmelzen (32, S. 110) und kommt zum Schluss, dass Bildungen, welche auf das Vorhandensein zweier Eiszeiten hinweisen, getrennt durch eine längere Periode mit höherer mittlerer Jahrestemperatur, bis jetzt im Säntis-gebirge nicht nachgewiesen werden können (32, S. 138). Er beschreibt weiter die Endmoräne von Weissbad und betrachtet sie als vom eigentlichen Säntisgletscher herrührend. Für die Entstehung der Kiesmassen, wechs-lagernd mit Sanden, die beim Kirchlein Schwende horizontal abgelagert sind, nimmt er einen See hinter dieser Endmoräne an (32, S. 94—95).

Der Satz von J. Früh: „Der Säntis ist postglazial so stark abgesplittert, dass man versucht sein könnte, die Wirkung der ehemaligen Eisdecke als geringfügig zu taxieren“, stimmt in allen Teilen für dieses Gebirge (29, S. 264, 40, S. 272—278). Ueber die Erhaltungsfähigkeit der verschiedenen Gesteine beim Eistransport spricht sich schon A. Gutzwiller (32, S. 133—134) und auch A. P. Frey (20, S. 45) aus. Der letztere gibt uns nähere geogra-phische, geologische und glazialgeologische Beobachtungen über das Ver-breitungsgebiet des eiszeitlichen Thurgletschers. In der Arbeit von A. Ludwig finden wir folgende Bemerkung: „. . . und eine genauere Untersuchung des verschiedenen Verwitterungszustandes von Blöcken derselben Gesteins-art dürfte hier (Schwägalp) die Unterscheidung von älteren und würm-eiszeitlichen Trümmermassen ermöglichen. Dies gilt auch von der Gegend Wasserauen-Seealpsee. In vielen Alpentälern werden sich bei genauer Nachforschung die interglazialen Trümmermassen als viel bedeutender und zahlreicher herausstellen, als man bisher annahm und ein weiteres, wichtiges Argument gegen die Glazialerosion bilden“ (61, S. 273). Zum ersten Satz muss ich bemerken, dass mit diesem Prinzip, die Gesteinsmassen zu unterscheiden, nur wenig anzufangen ist.

Ueber das viel umstrittene Problem der Glazialerosion (36, 60, S. 161—211, 73, 80), angewendet auf das Säntisgebiet, kann ich mich ebenfalls kurz fassen. Gegen diese Theorie äussert sich Alb. Heim klar und bestimmt (40, S. 287—288, 43): „Die Gletscher im Säntisgebirge haben gewiss auch hier die Felsen abgeschliffen und geglättet, bei tiefer Firngrenze auch etwas ausgeräumt, aber niemals ganze Täler und Mulden ausgekolkkt. Die Täler sind fast alle tektonisch begründet. Die Gletscherwirkungen im grossen sind in unserem Gebirge zur Riss- bis Würmeiszeit entstanden. Die Einzelformen haben die Gletscher der einzelnen Würm-Rückzugsphasen gebildet. Diese Gletscher werden den schon vorgebildeten Weg einge-schlagen haben. Diese geringen Eismassen besassen aber keine bedeutende Formen bildende Macht. An manchen Orten sind typische Rundhöcker-landschaften zu beobachten, Gletscherschliffe aber nur noch sehr selten, verkarre Gletscherlandschaften hingegen häufig.“ „Diese Erscheinungen sind meines Erachtens der wahre Anteil der Eiszeit an der Entstehung der Karren“ (74, S. 20). (Heim hat die Ansicht, dass Gletscher der Karren-bildung gegenüber direkt feindlich sind.) In vielen alten Gletschertälern

unseres Gebirges fehlen Moränenablagerungen gänzlich, und da helfen uns die Oberflächenformen aus. Die verschiedenen Stellen werden in den betreffenden Kapiteln aufgezählt.

Ueber die Moränenablagerungen im allgemeinen ist zu sagen, dass sie im ganzen Säntisgebiet nicht auffallend hervortreten. Es fehlen die typisch gekritzten Gerölle der Grundmoränen infolge kurzen Eistransports und, besonders weil die gut konservierende, lehmige Grundmoräne innerhalb der Säntisketten selten gebildet wurde, fast gänzlich und ausgedehnte Wallmoränenlandschaften ebenfalls. Einzig die Moränenwälle im Gräpelental (Riedegg), im Säntisthurtal (Flis) und Kreuzbühl bei Megglisalp sind deutlich ausgebildet. Sie gehören dem Bühl- und Gschnitzstadium an. Ausgedehnte Glazialablagerungen finden wir nur auf der Nordwestseite des Säntisgebirges. Hier sind auch die höchsten Erhebungen der Ketten, z. B. Lütispitz 1990, Stoss- und Silberplatte ca. 2150, Girespitz und Säntis ca. 2500, Oerlikopf und die Thürme 2000—2200. Die Sonnenscheindauer ist hier viel kürzer als auf der Südseite. Die geographische Lage des Einzugs- und Ablagerungsgebietes eines Gletschers hat naturgemäß auch Einfluss auf seine Mächtigkeit und Ausdehnung. Allgemein ist festzustellen, dass die Schneegrenzen der verschiedenen Eiszeiten grösseren Schwankungen unterworfen waren. Das Säntisgebirge als selbständiges Gletscher-Nährgebiet ist relativ klein; klimatische Schwankungen etc. haben hier auf die eiszeitlichen Gletscher rasch eingewirkt.

Die erhaltene Anweisung, den verschiedenen Gesteinsarten*) der Ablagerungen besondere Aufmerksamkeit zu schenken, da sich auf Grund solcher speziellen Beobachtungen vielleicht weitgehende Schlüsse auf die Herkunft, Richtung und Transportart der verschiedenen Blöcke ergeben, war nur in äusserst seltenen Fällen zu befolgen möglich, denn:

1. Die Faziesausbildung der einzelnen Schichten im ganzen Säntisgebirge ist zu wenig differenziert.
2. Aehnliche Faziesausbildungen kommen in verschiedenen Horizonten vor. So ist es z. B. im Schutt noch viel weniger möglich, gewisse Urgonkalke von Valangien- oder Oerlikalken zu unterscheiden, was ja selbst im „Anstehenden“ grosse Schwierigkeiten bereitet.
3. Die verschiedenen Kreideschichten kommen im Einzugsgebiet eines jeden Gletschers vor (73, S. 258—259).

(In den letzten Jahren [1918 und 1919] wurde in der Schwägalp und im Einzugsgebiet der Lutern sehr viel Wald geschlagen. Ebenso hat der starke Föhnsturm vom 5./6. Januar 1919 sehr viele Tannen entwurzelt: die Uebersicht in diesen einst stark bewaldeten Gegenden ist heute viel besser.)

A. Der Thurgletscher und sein Einzugsgebiet.

Die Thur und ihre Zuflüsse entwässern den st. gallischen Teil des Säntisgebirges. Zum gleichen Einzugsgebiet gehören auch die Churfürsten-Nordhänge, nicht aber die südöstlichsten Säntisketten (Zuflüsse zum Rhein).

*) In dieser Arbeit wird im allg. die Reihenfolge der verschiedenen Gesteinsarten nach der Häufigkeit ihres Vorkommens angegeben.

Die Wasserscheide zwischen Thur und Sitter bildet die Kantonsgrenze, die über Kammhalde-Säntis-Lisengrat-Altmann verläuft. Die Säntisthur entspringt in den Brünnen, SE des Lisengrates und fliesst bis ins Alpli hinunter in SW-Richtung. Im Kessel der Thurwies erhält sie Zuflüsse vom Wildhauser Schafberg und von Felsquellen am Ausgang des breiten Trockentales Tierwies-Gruben-Thurwies. In einem früheren Abschnitt dieser Talgeschichte floss die Säntisthur durch das relativ breite Trockental zwischen Burstel und Laub. Der grosse Schutt- und Schwemmkegel „Gesellen“ hat sie immer mehr nach NE gedrängt. Lawinen aus der St. Verenakehle bringen ihre Schuttmassen auch hieher und werden einmal unserm Gewässer den Abfluss durch ihr altes Stammtal abgeschnitten haben. Schutt und Schwemmungen, unterstützt von Lawinen, haben den Fuss des Gesellen-Schuttkegels immer weiter nach N vorgeschoben; die Säntisthur musste sich eine neue Abflussrinne suchen. Sie fliesst heute durch das enge, relativ junge Erosionstal der „Tentschora“ hinunter. — Unter dem „a“ (Topogr. Atlas [95]) dieses Wortes, auf der Südseite unseres Gewässers, tritt eine Quelle auf ca. 1160 m aus (40, S. 283). Eine andere entspringt im jetzt trockenen Tal zwischen Burstel und Laub auf ca. 1250 m Höhe; sie ist 1901 für die Wasserversorgung von Kühboden und Unterwasser gefasst worden. (Am 20. Juli 1918 hatte ihr Ueberlauf $5,5^{\circ}$ C Temp. und 12° totale Härte [immer in französischen Härtegraden angegeben]). Eine ganze Reihe von Quellen bei Hochwasser und nach Gewittern, bei tiefem Wasserstand aber eine einzige Felskluftquelle, strömt aus dem Valangienkalk des Südschenkels der Burstel-Synklinale (76, S. 27) auf 1090 m hervor. (Am 16. September 1919, kaum einen Tag nach einem heftigen Gewitter, betrug die Gesamtwassermenge dieser Quellen 6—7000 Sek.-L., Temp. $4,2$ — $4,3^{\circ}$ C, 8 — $8,5^{\circ}$ Totalhärte). Dieser Quellbach nimmt das Wasser des Laubbaches*) auf. Vereint fliessen sie im Lauisboden zur Säntisthur. Diese wird nochmals verstärkt durch verschiedene Quellen der Gegend (40, S. 283). Im Türli nimmt unser Gewässer den Abfluss des Gräppelensees, den Seebach, auf und vermag jetzt in S-Richtung den Schwendi-Bilchwaldgrat zu durchbrechen.

Die tektonisch ziemlich komplizierten Täler der Säntisthur und der Gräppelengegend bilden im Streichen eine orographische Einheit (76, S. 49). Ueber das Vorhandensein eines Baches vom Rotsteinpass über Flis-Gräppelental nach Neuenalp-Thurtal vor den Eiszeiten haben wir keine Anhaltpunkte. Wahrscheinlich aber floss einst ein solcher in dieser Richtung während der ersten Interglazialzeiten. Während des Bühlstadiums legte der Säntisthurtalgletscher seine Stirnmoräne quer zum Gräppelental bei der Riedegg ab (40, S. 514—517). Die Schmelzwasser dieser Eismassen, und noch früher diejenigen der kleinen Hängegletscher der Gräppelen-Südhänge, werden nacheinander die Quernischen Bösentritt ca. 1360, Krinn ca. 1340, Kes ca. 1350 und endlich Türli ca. 1150 ausgegraben haben. Die letzte Stelle war hiezu als endgültiges Durchbruchstal besonders geeignet, da sich hier neben wahrscheinlichen tektonischen Störungen auch eine kleine Depression der südlichsten Säntiskette findet.

*) So wird künftig der Bach genannt, der die Gamplütlalp entwässert und über Laub ins Alpli hinunterfliesst.

Wir wandern mit der Säntisthur durch diesen relativ schon breiten Durchpass und verfolgen ihren Lauf weiter talabwärts. Ein alter Flusslauf ist wahrscheinlich die jetzt trockene Rinne vom Büchel aus E des Gaulrückens P. 1053, durch das „e“ des Wortes Plattenholz gegen Stutz, Kämmerlitobel und nach Unterwasser. — Von hier bis Starkenbach fliessst unser Gewässer, jetzt Thur genannt, in einem typischen Längstal (40, S. 509, 20, S. 49 u. S. 114). Es dehnt sich hier eine 4 km lange und kaum 500 m breite Alluvialebene aus (9, S. 21 u. S. 167). Zwischen den tiefer gelegenen alten Flussläufen (40, S. 509—510) beobachten wir Torffelder, besonders von Alt St. Johann an abwärts. — Auch eine ganze Reihe von z. T. sehr beträchtlichen Quellen treffen wir auf der Nordseite dieses Talabschnittes. Sie treten alle, höchstens 20—25 m über der Talsohle, sonnenhalb über undurchlässigem Gault aus den untern Seewerkalkschichten aus. Mehr als die Hälfte, zeitweise sogar bis $\frac{4}{5}$ der Wassermenge der Thur, wird von diesen Quellen geliefert (76, S. 18—21). — Von der breit-offenen Schrattenkalkwand Starkenbacherwald(Häderenberg)-Brockenberg bis gegen Stein hinunter durchwandern wir ein typisches Quertal (40, S. 270 u. 509, 20, S. 49 u. S. 114). Eine Depression aller Säntisketten hat hier der Thur den Durchbruch ins Molasseland ermöglicht. — „Es ist eine auffällige Erscheinung, dass mit der Wendung zum Quertal das Tal nicht enger wird. Aus der Schrattenkalkmauer, die als widerstandsfähige Masse das Säntisfaltenbüschel bei Starkenbach gegen S begrenzt, und aus den Massen des Kernes von Gewölbe III ist ein flacher, mehr als 500 m breiter Talboden ausgeschnitten. Auch nicht eine härtere Rippe unterbricht den Talboden“ (40, S. 509). — Haben wir hier einen altinter- oder präglazialen Erosionskessel vor uns, gebildet von der Säntisthur, als sie noch durchs Gräppelental über Neuenalp hieher floss? — Hier münden jetzt Leist- und Neuenalpbach in die Thur.*). Beide lagern grosse Schutt- und Schwemmkegel im Talboden ab, die dem Haupttalfluss verschiedene Wege weisen und zu folgenden Ueberlegungen Anlass geben:

1. Die Form des Leistbach-Schwemmkegels deutet an, dass dieser Bach einst in der Richtung nach Alt St. Johann abfloss.
2. Die Thur wurde ganz an die Schrattenkalkwand des Brockenberges gedrängt. Im Loch und Vord. Bach wurde ihr vom Schuttkegel des Neuenalpbaches der Weg in den Talboden hinaus gewiesen.
3. Bis zur Verbauung der Thur schnitt sie den flachen Schwemmkegel des Leistbaches und noch mehr den steiler geböschten des Neuenalpbaches an.

Wir wandern durch die wunderbare, junge Erosionsschlucht der Thur und bemerken, besonders bei ihrem Eintritt unter der Burgruine Starkenstein, eine Anzahl halbkugelförmig ausgespülter Erosionskessel. Vor Stein empfängt die Thur die meistens trüben Wasser des Dürrenbaches. Dieser entwässert die Flyschregion zwischen Goggeien-Gulmen und Häderenberg. Sein grosser Schutt- und Schwemmkegel füllt langsam den kleinen Alluvialboden vor Stein auf. Nach dieser Ortschaft nimmt unser Hauptfluss die von

*) Der Bach bewegt heute noch bei Hochwasser bis kopfgrosse Gerölle. Steht man auf der Brücke bei Starkenbach, so hört man gut den dumpfen Ton zusammenschlagender Steine.

SW herkommende Weisse Thur auf. An der gegenüberliegenden Talseite ergiesst sich jetzt der Dietzibach in die Thur. Die erstere kommt aus der Mattstock-Speergegend, der letztere vom Stockberg her. Beide fliessen z. T. längs Nagelfluhrippen auf Molasseboden. Der Schuttkegel des Dietzibaches veranlasste die Thur in grossem Bogen um ihn herum zu fliessen.

Auch diese Gegend war einst vergletschert. Die Moränenablagerungen sind spärlich; die einzelnen Gesteine konnten durch den kurzen Eistransport kaum gerundet und gekritzelt werden (20, S. 86). Zudem haben wir es hier meist mit Obermoräne (38, S. 341 u. f.) zu tun; Grundmoränen-Ablagerungen sind im Innern des Säntisgebirges überhaupt selten (Abschn. E.). Die fortwährend noch andauernde Erosion verschüttet und verwischt die Glazialablagerungen. Bei der Betrachtung der quartären Ablagerungen dieser Gebiete folgen wir dem Lauf der einstigen Gletscher, und um ein abgerundetes Bild zu bekommen, nehmen wir die seitlichen Gletscherzuflüsse jeweilen bei ihrem Eintreffen ins Haupttal mit auf in die BESPRECHUNG dieses Kapitels, das wir in folgende Gruppen einteilen:

1. a) Der Thurgletscher bis Alpli, inkl. Seitengletscher,
Gir-Hundstein,
Tierwies-Thurwies,
Schrenit-Trosen.
- b) Gräppelental-Gletscher, mit den 4 kleinen Kar-Gletschern
am Gräppelen-Südhang.
- c) Die vereinigten Eismassen vom Alpli bis Stein.
2. Der Teselalpgletscher und sein Einzugsgebiet.
3. Churfürsten-Nordhanggletscher, inkl. Vergletscherung
des Leistbachtals.
4. Vergletscherung des Riesepasses gegen Stein.
5. Die Eismassen im Einzugsgebiet der Lutern.

1. Der Thurgletscher.

Der eiszeitliche **Thurgletscher** war schon mehrmals Gegenstand geologischer Erörterungen (40, S. 291 u. 513—517, 20, S. 86—93). Es ist auch hier meine Aufgabe, diese zu ergänzen und zu vervollständigen.

1. a) Der Thurgletscher bis Alpli, inkl. Seitengletscher.

Die Wasserscheide gegen die Sitter, der Lisengrat, macht zwischen Kalbersäntis und Altmann eine kleine bogenförmige Ausbuchtung gegen N.E. Der Oberlauf der Säntisthur und des Kargletschers, der hier in den Brünnen lag, werden diese kleine Verschiebung der Wasserscheide veranlasst haben. — Auf der Südseite des Rotsteinpasses 2124 bis Quote 2090 talabwärts liegen ca. 15 grössere (5—50 m³) Blöcke, hauptsächlich Valangienkalke (40, S. 300). Es mag ein kleiner Felssturz sein, ausgebrochen an der Rotsteinwand. (Einige Blöcke sind wahrscheinlich anlässlich des Wegbaues Altmannsattel-Rotsteinpass abgesprengt worden.) Von den Nordwesthängen Altmann-Nädliger bis ins Tal hinunter reiht sich ein Schuttkegel an den andern (67, S. 10—12). Die grössern Blöcke rollen sogar bis auf den Fuss der Schuttkegel hinunter. — Beidseitig des Weges Rotsteinpass-

Schafboden auf ca. 2060 m Höhe beobachtete ich Gletscherwirkung auf den Schichtflächen der tiefsten Kreidekalke. Auf dem kleinen Absatz (Val.-Gewölbe), ca. 1970 m Höhe, beobachtete ich einen kleinen Wall. Dieser mag von Lawinen gebildet worden sein oder aber von einem kleinen Hängegletscherchen, das während des Daunstadiums (?) zwischen Altmann und P. 2325 lag. — Vom Kieselkalkgewölbe der Schoss (76, S. 27 u. Fig.) stürzte einst eine ganze Platte gegen den Schafboden hinunter. Die Abrißnische dieses Felssturzes ist scharf begrenzt und gut sichtbar. Sie ist beim letzten „s“ des Wortes Schoss. Kurz nach den Schafbodenhütten, neben dem neu auftauchenden Valangiengewölbe liegen im Weg eine Anzahl Seewerkalkblöcke. Es müssen Bergsturzblöcke sein; denn in der Streich- und Fallrichtung stimmen nicht zwei Blöcke überein (40, S. 300). — Ueber einen Schutt- und Schwemmkegel kommen wir in das Moränegebiet Flis-Langenbühl-Gerstein hinunter (40, S. 291).

Machen wir erst einen Abstecher in Aelpli hinauf (Name nicht auf topogr. Karte). So nennen die Sennen das prächtige Kar (40, S. 271), das fast nur in Urgonfelsen eingefressen ist; es wird von folgenden Punkten begrenzt: P. 1848, Gir 2171, P. 2326, Säntisgipfel, P. 2433, Kalbersäntis, P. 2153. Jetzt dehnen sich Schuttkegel und -halden von allen Seiten in dieses Tälchen aus. Direkt N Gir 2171 hat sich einst eine ganze Schrattenkalk-Schichtplatte abgelöst und liegt jetzt zerschlagen auf ca. 1950 m Höhe in diesem Kar. Mitten im Aelpli, von 1860—1840 m hinunter, steht ein undeutlicher Wall. Aus diesem Kar floss einst ein Gletscher heraus, dessen Stirnmoräne im Flis (P. Hüttenruine 1503) liegt. Es scheint, der Aelplikar-gletscher sei nochmals vorgestossen, als der Säntisthurtalgletscher schon zurückgeschmolzen war. (Die Form der Stirnmoräne lässt dies vermuten.)

Betrachten wir die Moränenablagerungen im Haupttal. Es lassen sich hier drei weitere Moränenwälle unterscheiden; sie sind durch junge Bach-einschnitte voneinander getrennt worden; ihre einstige Form ist nicht mehr klar ersichtlich. Ich betrachte die Moränenwälle SE des Weges Thurwies-Flis-Schafboden als hauptsächliche Ablagerungen eines Hängegletschers, der von der Nordwestwand des Wildhauser Schafberges herunter floss (76, S. 22). Diese ganze Wand bis zum Altmann hinauf muss einst von einem fast zusammenhängenden Eis- und Firnpanzer bedeckt gewesen sein. Das Material besteht fast ausschliesslich aus Urgonblöcken. Gault-, Seewer- und Kieselkalkblöcke treten an Zahl stark zurück. Wären diese Ablagerungen vom Haupttalgletscher, so müssten sich vorwiegend Kalke der untern Kreide vorfinden. — Oberhalb der Hütten von Loch 1580—1500 m zieht sich ein Wall in der Falllinie des Hanges hinunter. Der nächst tiefere Wall geht durch die Alphütten Langenbühl (1490—1450 m), und der dritte erstreckt sich von 1425 m unter „a“ (95) des Wortes Langenbühl bis zum „s“ des Wortes Gerstein. Diese letzte Moräne ist von relativ vielen Seewerkalkblöcken überstreut, doch treffen wir auch Schratten- und Kieselkalke an, letztere besonders im obersten Wall gegen die Bachrunse hinunter. — NW des Säntisweges hat die Säntisthur die Moränenablagerungen durchschnitten und sich eine scharfe Rinne in die weichen Gesteine der untern Kreide eingefressen. Durch die Anlage eines neuen Weges von Flis an

die Südhänge des Hundstein sind gute Aufschlüsse entstanden. Die Wiesen hier sind überstreut mit Schrattenkalkblöcken, besonders vom „p“ des Wortes Flisalp bis zur Höhenkurve 1530 m hinauf. — Im ganzen Ab-lagerungsgebiet fehlen gut gerundete und gekritzte Gerölle. Deutlich sieht man, wie der Schwemmkegel, der von Schafboden herkommt und durch das Wort Flis geht, in die Moränenblöcke hineinfloss. (Oberhalb der Hütten Flis, ca. 1540 m, brachen einst einige Kieselkalkblöcke aus der nahen Wand heraus.)

Die Moränenablagerungen in dieser Gegend veranlassen uns anzunehmen, dass hier der Gletscher einige Zeit stationär gewesen sein muss (20, S. 92); die vereinigten Eismassen haben sich auf ihrem eigenen Moränensockel gehoben. Liegen hier nicht vielleicht auch Ablagerungen der Risseiszeit verborgen, wurde ev. der Säntisthurtal-Gletscher vereint mit dem Hängegletscher des Wildhauser Schafberg vom Riss-Rheingletscherarm gestaut? (Vergl. Abschn. E.)

Im folgenden Talabschnitt, in der Thurwies, mündet von N her die breite Trockenkehle von Tierwies. Diese ist begrenzt durch folgende Punkte: Stoss 2114, Silberplatte 2160, Grenzkopf 2192, Graukopf 2212, Säntis 2504 (89 A.*), Taf. 21), Gir 2171 und Hundstein 1908. Sie ist ein typisches, altes Gletschertal. Betrachtet man dasselbe vom gegenüberliegenden Hang, so sieht man eine ausgedehnte Rundhöckerlandschaft (Glazialerosion!). Mächtig hat die Karrenbildung eingesetzt und tiefe Schlotte und Klüfte eingefressen und ausgelaugt (89 A., Taf. 22—24). — Nördlich der Hütte Neienflo beobachtete ich nahe beisammen drei parallele Wälle, die in EW-Richtung zwischen „F“ und „l“ des Wortes Flisalp verlaufen. Die Alphütte steht auf dem südlichsten Wall. Es sind dies vielleicht nur Bodenwellen durch kleine Bäche entstanden, vielleicht aber Seitenmoränen dieses Kargletschers. — Von Ueberknorren aufwärts, am Nordfuss des schönen Stossgewölbes (89 A., Taf. 25) vorbeigehend, beobachten wir von 1750—1830 m einen kleinen Urgonbergsturz (40, S. 300). Die Oberfläche der grossen Blöcke ist fein verkarrt. Wir kommen in eine ausgedehnte Karrenlandschaft von Seewerkalk.**) Die Berge Stoss, P. 2094, und Silberplatte begrenzen diesen Felszirkus. Wir wenden uns gegen Tierwies und beobachten am Grat zwischen P. 2071 und P. 2192 eine relativ frische, ca. 30 m breite Abrissnische im steilgestellten Kieselkalk. Die grossen Blöcke sind nur wenige Meter bis zu einer vorstehenden Rippe nach S abgerutscht (40, S. 300). — Von Tierwies aus wandern wir weiter ins Thurtal hinunter. Vom Hundstein gegen die Hütten von „Unter den Platten“ liegt ein Schuttkegel und dort, wo „Plat“ des Wortes Platten (95) steht, beobachtet man einen kleinen Urgonbergsturz (40, S. 300). Ueber Klus, Wannen steigen wir in den Kessel der Thurwies hinunter und begeben uns auf den Burstel P. 1230. Von hier aus in E-Richtung begegnet man erst grossen Schratten-, dann Kiesel- und Seewerkalkblöcken. Von 1210 m bis zum Wegweiser des Weges Alpli Thurwies, geht man auf anstehendem Valangienkalk. Darauf liegen fast alle Säntisgesteine durcheinander zerstreut umher. Die einen sind wohl von Lawinen aus der

*) Atlas zur Säntismonogr.

**) Etwas nördl. P. 1959 fand ich auf anstehendem Seewerkalk einen (?) Ptychoduszahn.

St. Verenakehle, die andern durch den Talgletscher hieher gebracht worden. Auf der Südseite des Gesellenschuttkegels ist deutlich ein ca. 100 m breiter Lawinenzug sichtbar.

Da, wo der Säntisweg den Laubbach schneidet, liegen eine Anzahl z. T. hausgroße Blöcke, und oberhalb, beidseitig dieses Weges, treffen wir Moränenlagerungen bis 1060 m hinauf. — „Unmittelbar hinter den Hütten vom Alpli lassen sich am Bache, der von der Gamplütlalp herunterkommt, einige parallel dem Bache streichende wallförmige Erhebungen feststellen (20, S. 86).“ Mit dem besten Willen konnte ich hier nur einen Wall E-W streichend, S des Säntisweges, auffinden. Dieser verflacht sich auf der Höhe der Kurve 1080 gegen den Nordhang des Bilchwaldes. Der Laubbach hat von 1050—1080 m Höhe anstehende Schichten der untersten Kreide aufgeschlossen.

In dieser Gegend nahm unser Hauptgletscher einen Seitenarm des Tesel-Gamplütgletschers auf. (Abschn. 2 dieses Kap.)

Wir wandern in die Alluvialebene des Alpli hinunter. Hier erhielten die Eismassen des Talgletschers wiederum Verstärkung durch den Kar-Hängegletscher (65, S. 42), der, begrenzt von Grenzkopf und Stoss, über die Alpen Schrenit und Trosen hinunterfloss.

S der Mittagwand von Kurve 1750—1700 beobachten wir eine wallförmige Erhebung. Ich sehe sie als Mittelmoräne zweier kleiner Gletscherchen an, die während des Gschnitzstadiums (?) hier oben noch vorhanden waren. Die Moränenbedeckung ist dünn; die anstehenden Kreideschichten sind unmittelbar daneben sichtbar. — Der kleine Kargletscher, der zwischen Schwarzkopf, Gamskopf und Lauchwies (1835 m) lag, zog sich ganz zurück. Der grössere, zwischen Schrenit, Mittagwand und Stoss, lagerte seine rechte Seitenmoräne von den Alphütten Schrenit P. 1643 längs des Weges nach Mutteli bis Quote 1590 ab (40, S. 291). — Dieser kleine Gletscher hat die Schrattenkalkwände zwischen Schrenit und Trosen glatt geschliffen. Jetzt beobachten wir hier auf den Schliffoberflächen sehr schöne Karrenbildungen: tiefe Rinnen und annähernd parallele Karrenfurchen laufen in der Richtung des fliessenden Wassers. — Wir kommen zum reizenden Alphüttendörfchen Trosen hinunter (76, S. 26). Dieses steht lawinensicher auf einem Moränenwall. Der neu angelegte Fahrweg hat gute Aufschlüsse erzeugt. Den Wall können wir von Kehre 1350 bis zur untersten Alphütte verfolgen. Eine starke Quelle ist auf Schrenit gefasst und hieher geleitet worden. (Am 20. Juli 1918 hatte sie 14° C. Temp. und 18° Totalhärte; genau 1 Jahr später waren beim gleichen Brunnen gleiche Temperatur aber 13° Totalhärte zu konstatieren.) Steigen wir gegen das Alpli hinunter, so beobachten wir ein Gelände, das übersät ist mit Obermoränen- und Bergsturzblöcken aller Art aus oberer Kreide. Auf ca. 1200 m Höhe fand ich einen Aufschluss in lehmiger Grundmoräne.

Folgen wir dem Lauf der Säntisthur, so fällt uns unmittelbar nach den ersten Alphütten ein kleiner, grobblockiger Bergsturz auf. Es liegt hier eine zusammenhängende, nicht auf die Südostseite der Säntisthur hinüberreichende Urgon-Bergsturzmasse, deren Abrissnische an der nahen Wand des Gitziberges zu suchen ist (40, S. 300). — Im Lauisboden treten eine

Anzahl Quellen über Grundmoräne aus dem Gehängeschutt hervor. Hier mündete einst der rückläufig gewordene Arm des Säntisthurtal-Gletschers.

1. b) Gräppelentalgletscher mit den vier kleinen Kargletschern.

Das Gräppelental gehört auch zu dem Fluss-System der Thur (76, S. 7—21). Der Neuenalpbach entwässert die Neuenalp und den SW-Teil dieser Gegend. Die unterirdischen Wasser laufen hier mit den einsinkenden Falten und Schichten gegen die Thur. Im Trichter des Gräppelen-Ried finden die Wasser des mittleren Teiles des Tales eine Abflußstelle. Der Seebach entwässert den Gräppelensee und den übrigen Teil des Tales.

Die geologischen Verhältnisse dieses Tales waren schon vielfach Gegenstand der Bearbeitung und der Diskussion (15, 40, S. 17—18, S. 517 u. Atlas, 2, S. 107—109, 20, S. 102). — In jüngster Zeit wurde dieses Tal von W. Rutishauser nochmals neu kartiert und beschrieben (76, S. 7—21 u. Profile Taf. I.). Ich verweise auf diese Arbeiten.

Ueber die glazial-geologischen Verhältnisse finden wir auch einige Angaben (65, S. 42). Die grosse Moränenbarrière P. 1411 zwischen Neuenalp und Hintergräppelen wird als Endmoräne eines Armes des „Rotstein-gletschers“ aufgefasst und dem Bühlstadium zugerechnet (40, S. 516—517).

Wir haben hier, ähnlich wie im Tal des Weissbaches, folgende Erscheinungen:

1. Die kleinen Kargletscher, die in den Nischen NW des Gräppelen-Neuenalptales (Gewölbe und Mulden II—III) (89 A., Prof. 6—9, Taf. II.) lagen, nährten den einen Arm des Säntisthurtalgletschers, den Gräppelen- und Neuenalpgletscher. Die gesamten Eismassen bildeten ein einziges Gletschersystem (Bühlstadium).

2. Die Gletscher schmolzen zurück, vielleicht ganz, somit wurde der Tal-gletscher rückläufig. Darauf konnten die kleinen Nebengletscher selbständig werden (Gschnitzstadium). Waren die Eismassen der Kargletscher beträchtlich (Anhaltspunkte fehlen), so bildete sich wieder ein Talgletscher, der sicher von der Riedegg Richtung Alpl fliessen musste.

3. Möglicherweise waren die Kar-Nebengletscher in einer Zeit vor Fall 1 und 2 schon selbständig. In diesem Fall vermochten die Kargletscher, unterstützt von ihren Schmelzwässern, die Nischen Bösentritt, Krinn, Kes auszugraben.

Die Ablagerungen des Gräppelentalgletschers sind spärlich und äusserst undeutlich. Es ist mir hier unmöglich, lokale Grundmoräne von Bergsturz- und Gehängeschuttmaterial und angeschwemmte Alluvialmassen von verschwemmten Moränenablagerungen auseinanderzuhalten.

Wandern wir von der Riedegg durch das Gräppelental ins Alpl hinunter, so machen wir folgende Beobachtungen: Zwischen Gupf und Schweinstofel (Name nur auf geolog. Karte) wurden im Herbst 1919 Drainierungsarbeiten ausgeführt, die unter der Humus-Torfdecke blaue, zähe Lehme freilegten (Grundmoränenschlamm, verwitterter Flysch oder Senon). Weiter sehen wir am neuen Weg Türlisboden-Riese (direkt S der Hütten von Schnekkentöbeli) einige Aufschlüsse, die zur Schottergewinnung gemacht wurden. Es liegen hier gut gekritzte Geschiebe in wenig Sand und Humus

verborgen. Der Weg vor der Riesehütte wurde verbreitert; einige grosse, gerundete und geschrammte Blöcke sind dadurch freigelegt worden. — Wir kommen zum idyllisch gelegenen Gräppelensee. Eine kaum 1 m hohe Endmoräne hat den Seebach abgedämmt und so einen See entstehen lassen. Zwischen diesem und den Türlisbodenhütten liegen beträchtliche Moränenablagerungen. Auffallend sind die vielen Kieselkalkblöcke, die da und dort aus dem Weidboden hervorgucken. Sind es durch Bergsturz oder durch Eis verfrachtete Blöcke? Sicher lässt sich das nicht entscheiden. Es lag auch ein kleiner Kargletscher hier am Gräppelen-Südhang; die Ablagerungen können auch als Obermoräne gedeutet werden. — Weiter talabwärts kommen wir in einen gut 1 km langen, aber kaum 100 m breiten Ried-Alluvialboden. Hier in der Lauialp reiht sich ein Schuttkegel an den andern; sie sind aber bewachsen und bilden den Alpboden. Viele Lawinenzüge enden hier. Sie sind kenntlich an den Walparzellen, die oft in der Fallrichtung des Hanges zerschnitten sind. Ein noch deutlicheres Merkmal für Lawinengegenden sind in den Alpen die „Ebenhöch-Hütten“. Eine solche wurde S Altstofel am Ausgang des Gräppelentales gebaut. — Die Schuttmassen, die hier abgelagert werden, verschmälern die Alluvialebene immer mehr. — Am Ausgang des Haupttales finden wir wieder Moränenablagerungen; sie sind durch Rutschungen infolge Erosion des Seebaches entstanden. Die Aufschlüsse liegen von Kurve 1200 an längs des Baches und dehnen sich von hier nordwärts auf dem Höhenzug nach Gitziberg bis 1230 m hinauf aus. Die Ablagerungen längs dieser Linie müssen wir als gemischte Moränenablagerungen des Säntisthur- und Gräppelengletschers auffassen. Weitere „Beiträge“ haben auch noch der Kargletscher, der aus dem Mutteli herausfloss und der Rheingletscherarm geliefert.

Wir gehen zurück zur Riedegg und folgen dem Lauf des Neuenalpbaches gegen Starkenbach hinunter. Auch hier wird einst ein Gletscher geflossen sein; die Beweise dafür sind aber sehr spärlich. Ein grosser Teil der Schuttablagerungen im Gebiet der Neuenalp-Unterstofel und noch weiter talabwärts wird verschwemmte Moräne und auch Ablagerungen des Uebergangkegels der Riedegg-Endmoräne sein (Abschnitt E.). Nach der Maximal-Würmeiszeit, ev. noch während des Bühlstadiums, war hier kein Gletscher mehr. (NE Unterstofel treffen wir einen Quellbrunnen von ca. 5 Minutenliter auf ca. 1350 m an. Sein Wasser tritt über Grundmoräne aus und hatte am 20. Juli 1918 eine Temperatur von $7,2^{\circ}$ C und 15° Totalhärte.) Nach Unterstofel, beim Grenzmäuerchen auf ca. 1380 m Höhe, hat der Neuenalpbach einen undeutlichen, kleinen Moränenwall angeschnitten. Es finden sich hier schwach gerundete Säntisgesteine aller Art. Folgen wir dem Weg weiter talabwärts, so finden wir von 1170—1120 m Höhe eine Anzahl z. T. gut gerundeter Säntisblöcke von ca. $1/2$ m³ Inhalt. Ich betrachte sie erratische Blöcke, nicht als Bergsturzblöcke (91, 92).

Zum Einzugsgebiet dieses Gletscherarmes rechne ich auch den kleinen Kargletscher, der einst NW der Baumgartenalp lag. Dieser und die folgenden Kare am Südabhang des Gräppelentales sind nicht typische Gletscherkare, wie sie in den Urgebirgsalpen zu sehen sind. Deutliche

Gletscherschliffe, Karseen und Kargletscher-Stirnmoränen fehlen. Die Rückwand des Kars ist meist der Erosion zum Opfer gefallen. — Das Gletscherchen, das einst hier lag, war begrenzt von Neuenalpspitz 1820, P. 1793, P. 1824 und Wänneli 1723. Auf der S-Gaultruppe der Neuenalp-Wänneli-Synklinale liegt etwas Moränenmaterial (89 A., Taf. 26). Parallel, etwas N dieser Rippe, sieht man einen kleinen Wall und einen dritten im Hintergrund dieses Talkessels. Ueber die Hütten Thal begeben wir uns in die Baumgartenalp hinunter. Wir haben hier eine deutliche Endmoränenlandschaft „en miniature“ vor uns. Es lassen sich hier vier Wälle unterscheiden. Die Hüttenruine unter dem ersten „a“ des Wortes Baumgarten steht auf einem solchen Wall. Das Moränenmaterial ist hauptsächlich Seewerkalk; Drusberg-, Urgon- und Gaultgesteine sind seltener. Das Zungenbecken dieses Gletscherchens ist heute charakterisiert durch den ca. 80 m breiten und ca. 180 m langen, ebenen Alluvialboden. Wandern wir von hier gegen die Neuenalp hinunter, so beobachten wir ein Gelände, das übersät ist mit Moränenblöcken.

Nun betrachten wir den Gräppelen-Südabhang in bezug auf glaziale Erscheinungen in der Richtung von W nach E. — Vom Windenpass über Hinterwinden gegen den Gupf hinunter beobachten wir ein treppenförmiges Kar, quer zum Streichen der Schichten verlaufend (65, S. 42). (Der Gräppelenbergsturz fällt nach den neuesten Untersuchungen weg) (89 A., Prof. 6, Taf. II, 76, S. 11, 84).

Das nächste Kar wird begrenzt vom Schwarzkopf 1801, Lütispitz 1990, Oberwieskopf, Stöllen 1979 und den SW-Hängen der Schafwies. Einige Valangien-Felsrippen, die noch Spuren von Gletscherwirkung zeigen, umgeben die Hütte Seewis. Der Gletscher, der in dieser Nische lag, hat von der Hütte Thal P. 1645, nordwärts bis 1760 eine rechte Seitenmoräne abgelagert. Zum Teil wird diese auch von Blöcken, die über die Schneehalden der Lütispitz-Schwarzkopf-Ostwand abstürzten, genährt worden sein. Grössere Schuttkegel begleiten den Wall aufwärts, und nicht selten trifft man Blöcke verschiedener Gesteinssorten von 5 m und mehr Durchmesser an. Die Hütte Seewis (ca. 1715 m Höhe) steht auf einem Rundhöcker. E der Farnbodenhütte bis zur Hüttenruine (am Weg zum Mutteli) und etwas N von hier verlaufen zwei Wälle. Sie sind aus Schratten- und Kieselkalkblöcken zusammengesetzt. Es werden kleine Moränenwälle sein; Schneehalden- oder Lawinen-Moränen sind in dieser Gegend auch möglich. In der Mulde oberhalb der Hütten „Aufm Stein“ 1490 m sind einige undeutliche wallartige Erhebungen zu konstatieren; auch finden wir eine Anzahl Kiesel- und Schrattenkalkblöcke, die keine Bergsturz-, sondern durch Eistransport hieher gebrachte Blöcke sein müssen.

Wir kommen zum letzten Kar dieser Alpen. Seine Nische wird begrenzt von den Punkten: 1859 W Schafwies, Schwarzkopf, Rossegg. Der Gletscher floss über Mutteli gegen die Lauialp hinunter. Zwischen Schattenwand P. 1824 und P. 1859 ist ein kleiner Wall auf ca. 1700 m Höhe sichtbar. Bei den Muttelihütten (Ebenhöch, Lawinengegend) und von diesen Hütten 1540—1500 m hinunter, beobachten wir einige kleine Wälle. Zwischen Gitziberg und Altstofel, von 1340 bis zum Seebach

hinunter, wandern wir auf bewachsenen Schutthalden, die von Blöcken aller Art übersät sind. Der Urgonklotz P. 1824 der Schattenwand muss dieses Gletscherchen zeitweise in zwei Arme getrennt haben.

1. c) Die vereinigten Eismassen vom Alpli bis Stein.

Die Alpli- und Thurwieskessel wurden von Schottern angefüllt, nachdem der Thurgletscher schon zurückgeschmolzen war. Nach der Alluvialebene Alpli bis in den Kühboden hinaus beobachten wir eine Menge z. T. sehr grosser Blöcke. Es müssen Moränenablagerungen sein, denn es sind fast alle Säntisgesteine vertreten. Als vorherrschend notierte ich Urgon- und Neokomblöcke. Zwei undeutliche Wälle streichen von Lauisboden-Hütten gegen die Säntisthur und den Doppel-Quellbach hin. — Wir wandern in den Durchpass von Gewölbe V. Hier im Türli schwemmt der Seebach immer noch sein Geschiebe an. Sehr schön sind die beiden Moränenwälle, besonders derjenige, der von P. 1050 S des Alpliweges gegen das Haus (bei der Brücke über die Säntisthur) hinstreicht (20, S. 86). Im „Zungenbecken“ Dicket und Büchel finden wir bis hausgrosse Blöcke aller Art. Auf der Ostseite der Säntisthur sehen wir einen kleinen Moränenwall zwischen dem anstehenden Seewerkalk und der Strasse Kühboden-Lisighaus. Er hat der Säntisthur ihren heutigen Weg gewiesen. Die undeutlichen Wälle, die am Ausgang dieses fruchtbaren Talbodens von P. 1035 gegen Muren (Vorder Burst) hinaufstreichen, möchte ich auch noch erwähnen, ebenso diejenigen, die weiter talabwärts zwischen Plattenholz, Stutz, Nesselhalden, Haltweg und oben beim Kurhaus „Halde“ zu sehen sind. Moränenaufschlüsse finden wir an der Strasse Alpli-Unterwasser bei P. 1050, gegenüber der Säge ca. 1030 m*) und auf ca. 980—990 m Höhe. Weitere liegen oberhalb dem Halden-Kurhaus an der Strasse Kühboden-Hinter Burst. Hier beobachten wir bis kürbisgrosse, runde und gekritzte Gerölle in feinem und gröbem Sandkies eingebettet. — Folgen wir dem Strässchen, so fällt uns bei Scharten ein guter Moränenaufschluss auf. Es wird hier Kies zur Strassenbeschotterung ausgebeutet. Sehr deutlich gekritzte, oft ganz runde, kleine und bis 1 m³ grosse Blöcke sind hier freigelegt worden. Vorwiegend notierte ich Urgongesteine.

Der Abhang zwischen dieser Strasse und dem Thurtalboden ist stellenweise mit schwacher Moränenablagerung bedeckt; Grundmoränenaufschlüsse fehlen nicht (92).

Wir wandern auf dem Alluvialboden von Unterwasser bis in die Thurschlucht hinauf. Baumgartner und Heim sehen diesen Boden an als entstanden aus reinen Alluvialanschwemmungen (9, S. 167). Es ist ein kalkreicher, phosphatiger Tonboden von grosser Fruchtbarkeit. Kulturelle Massnahmen haben den Riedstreueboden bis auf kleine Parzellen in Wiesenboden umgewandelt. Diese grosse Ebene wird aber doch einmal, ev. in früheren Interglazialzeiten, ein See gewesen sein; direkte Beweise (Seekreide etc.) habe ich bis jetzt keine gefunden (50). Zwischen Alt St. Johann

*) Durch Strassenbau wurde hier anstehender Seewerkalk angeschnitten, der wahrscheinlich zur Mulde V gehört. In diesem Fall wäre Gault des Kühbodens zu ausgedehnt kartiert worden.

und Burg Starkenstein wird an manchen Orten Torf ausgebeutet (25a). Bei Horb (40, S. 510) im Steg notierte ich erst 60 cm bis 1 m hellbraun-rote Torfschichten mit vielen Wurzeln von Birken etc. (Hier lag ein Baumstamm von $1/2$ m Durchmesser 2 m unter der Oberfläche.) Darunter folgt ca. 2 m guter, schwarzer Torf (49, S. 657). Die Totalmächtigkeit dieser Schichten wurde bei Sondierbohrungen auf 5 m bestimmt. Das Liegende bilden grau-blaue, zähe Lehme.

Den Schwemmkegel des Neuenalpbaches schneidet die Thur an. Ich fand in diesem Abriss neben Geröllen von Säntisgesteinen:

faustgrosse, feine Augengneise,
kleine, runde Grünschiefer,
einen Nummulitenkalkblock von ca. $1/2$ m³ Inhalt,
Flyschsandsteine von Kopfgrösse (92, 40, S. 513).

Die Blöcke sind vollständig gerundet, viele weisen durch Wassertransport entstandene Schlagfiguren auf (Säntiskalke).

Seit Winter 1920 wird am Osteingang in die Thurschlucht, unterhalb der Burgruine Starkenstein, anstehender Kieselkalk abgebaut. Auf diesen harten Felsen hatte ich Gelegenheit, die schönsten Gletscherschliffe zu beobachten.* (April 1920.) Die schwarzen Schichtköpfe waren glatt geschliffen, die Kanten und Ecken abgerundet. Gletscherschliffe und kleine Kritze bis zu einigen Dezimeter Länge waren häufig. Je nach der Oberflächenform des Anstehenden war darüber $1/2$ bis $1 \frac{1}{2}$ m dicke, sandige Moräne abgelagert. Diese undeutlich geschichteten und schwach nach NW fallenden Kalksande sind zusammengesetzt aus feinem, zerriebenem Material der Säntisgesteine; Quarzsandkörner und kristalline Gesteine sind selten. Die Korngrösse dieser Moräne nimmt von unten nach oben zu; auch liegen hier bis 1 m³ grosse, kantengerundete Säntisblöcke (ev. auch Churfürsten-Material). Kalkiges Bindemittel habe ich nirgends gesehen. An kristallinen Gesteinen notierte ich:

Albula-Granit (kopfgross, mit starker Verwitterungsrinde), Hornblendegranit, Stark gepresster Grünschiefer,	Dunkler Phyllit, Diabas, Stark serizitisierter Gneis.
--	---

Die Findlinge dieser zwei letzten Aufschlüsse sind einst vom Rheingletscher hergebracht worden. Die Eismassen der Säntis-Churfürstengletscher werden sie übernommen und weiter Thurtal abwärts verfrachtet haben. Im Steinbruch bei der Burg lagen sie ca. 10 m über dem Ende der Ebene Unterwasser-Starkenbach.

2. Der Teselalpgletscher und sein Einzugsgebiet.

Das Einzugsgebiet dieses Gletschers ist begrenzt durch folgende Punkte: Wildhauser Schafberg, Nädlicher, P. 2325, Altmann 2438, Kraialppass, Kraialpfirst, Mutschen, Gatterifirst und Gulmen. Diese Gegend ist ohne nennenswerte Gewässer. Alle Wasser müssen unterirdische Abläufe haben. Sie

^{*}) Den roten Pfeil (Gletscherschliff) der Walensee-Churfürstenkarte sollte man in obigen Aufschluss verlegen.

treten als Quellen (40, S. 282—284) am Südrand dieses Gebirges wieder aus; 2—3 Quellen sind gefasst im Bannwald-Querbruch, eine weitere im Hag (Bodenalp), und in der Schnurweid und an andern Orten fliessen starke, gute Brunnen.

Der geologische Bau dieser Gegend ist aus der Karte und den Profilen (89 A., Prof. 10—15, 76, Prof. 8—10) zu ersehen. Die Mulde V, das Teselalptal, ist ein Längstal und wies dem eiszeitlichen Gletscher seinen Weg. Dieser wurde genährt von zwei Seitengletschern: einer kam vom Altmann her und floss über die Kraialp, der andere hatte sein Einzugsgebiet zwischen Wildhauser Schafberg-Nädliger und bewegte sich über Schafboden ins Teseltal hinunter. Die vereinigten Eismassen müssen einerseits über Rossegg und Bodenalp nach dem obern Toggenburg, anderseits durch die Gamplütlalp gegen das Alpli hinunter geflossen sein.

Als Längskar im Streichen der Schichten wird Gruben hinten im Teseltal angegeben (65, S. 42). Kare, quer zum Streichen der Ketten, dürfte man die beiden alten Gletschertäler Kraialp und Schafboden nennen. Der Gletscher hatte im Teseltal keine Moränen zurückgelassen, oder die postglaziale Erosion hat diese wieder umgelagert oder weggeführt. — Das alte Gletschertal der Kraialp können wir umgrenzen mit folgenden Punkten: Tristen P. 1927, Girespitz, Nädliger P. 2270, Altmann, Kraialppass, Ruchbühl und P. 1992 von „Auf der Wand“. Die schönsten verkarren Gletscherschliffe des Säntisgebirges finden wir im Fleckli, S des Altmann. Diese wellenförmigen Furchen, die annähernd parallel hangabwärts verlaufen, sprechen deutlich für ein ehemals vergletschert gewesenes Tal. Moränenablagerungen habe ich nirgends gefunden.

Schafbergalp P. 2191, Wildhauser Schafberg, Jöchli P. 2304 und Moor begrenzen eine weitere deutliche Karnische. Ueber drei Querschwellen muss einst dieser Gletscher geflossen sein, bis er das Längstal der Teselalp erreichte. Vergeblich suchte ich in diesen Nischen und Hohlkehlen Moränenablagerungen. Der Gletscher wird sich nach Ablagerung der Stirnmoräne gegenüber dem Schafboden P. 1682 (40, S. 291, 20, S. 101) (S des Weges Frosalp-Teselhütten) rasch zurückgezogen haben. Auf den Abbrüchen: 2100—2000, 1910—1800, 1610—1450 sind undeutliche Gletscherwirkungen sichtbar.

Wir wandern gegen die Frosalp hinauf. Am Ausgang des Teseltales liegt eine Schwelle quer zum Talweg. Ist hier eine Stirnmoräne des Teselalpgletschers vor uns? Erwähnung verdient noch der ca. 100 m lange Moränenwall zwischen Frosalp und Unter-Stofel (Gamplütlalp) auf Kurve 1340. Er öffnet sich hangaufwärts. — NW der Hütten Hag und N Rossegg bis Hütte P. 1327 beobachten wir einen weiteren flachen Wall. Flysch ist am Weg Dreihtüten-P. 1327 anstehend, ebenso Seewerkalk in der Umgebung der Rossegg. Nach der äussern Form müsste dieser Wall als Moräne kartiert werden; Aufschlüsse fehlen. Auf jeden Fall floss hier zur Zeit des Bühlstadiums der Teselgletscher gegen Wildhaus und Unterwasser hinunter. Moränenaufschlüsse mit gekritzten Geröllen finden wir an der Strasse Kühboden-Lisighaus bei P. 1126 und dort, wo die Kurve 1090 diese Strasse schneidet. Beide Aufschlüsse sind entstanden durch den

Strassenbau. Ein dritter Wall streicht vom Strässchen gegen das alte Hotel Acker und bildet die dortige Terrasse. Zur Zeit des Gschnitzstadiums bewegte sich noch ein Arm durch die Gamplütlalp. Die drei Moränenwälle (20, S. 86 u. 101—102, 76, S. 25), die quer zum Weg und Laubbach am Nordwestausgang dieses Talabschnittes liegen, können aber auch von einem Gletscher abgelagert worden sein, der vom Wildhauser Schafberg über die Schafbergalp herunterfloss. Die Entstehung dieses Talabschnittes denke ich mir folgendermassen: Der Laubbach entwässerte einst das ganze Talstück. Der grosse Schutt- und Schwemmkegel, der aus der Grosskehle seine Nahrung (Verwitterung und Lawinengänge) erhält, verschloss dem Laubbach den Oberlauf bis zu den Dreihtüten. Es bildete sich direkt W der Hütten ein Versickerungstrichter im Seewerkalk und hiedurch wird dieser sumpfige Talboden jetzt entwässert.

3. Churfirsten-Nordabhang-Gletscher inkl. Vergletscherung des Leistbachtales.

Ueber diese Gegend wurde schon viel und recht ausführlich geschrieben (32, 9, 40, S. 513—517, 49, S. 655—656, 20, S. 99—101, 30, S. 118). Wir betrachten sie, indem wir von der Schwendi in W Richtung wandern.

Im halbkreisförmigen Hintergrund des Schwendi-Hinterseebeckens beobachtet man einige wallförmige Erhebungen, die bis in den vertorften Talboden hinunterstreichen. Zwischen Schwendi und Hinterseen erhebt sich eine ca. 20 m hohe Rippe, EW streichend. Sie ist auf der topographischen Karte nicht eingezeichnet. Auf der Ostseite erkennt man undeutlich ca. 20° Nordfallen der Schichten. Möglicherweise liegt hier ein abgerutschtes Schichtpaket vor, vielleicht nur Moränenmaterial. — Ein schöner Moränenwall dämmte den See ab. Gegenüber der Einmündung der Strasse von Unterwasser in die Strasse Winkelweid-Lisighaus-Wildhaus ist ein guter Moränenaufschluss. Es liegen dort wundervoll gekritzte und kantengerundete $1/2$ —3 m³ grosse Blöcke von Gault-, Seewer- und Schrattenkalk. In der Wiese zwischen obigen Strassen und der Säge tauchen da und dort 1—2 m³ grosse Gault- und seltener Urgonblöcke hervor. Zwischen Schwendibach und Strasse nach Unterwasser ist in 1110 m Höhe eine Kiesgrube eröffnet, in der man bis $3/4$ m³ grosse Schratten- und Gaultgesteine findet. Auch Seewerkalk und andere Churfirstengesteine liegen hier, alle sind deutlich gekritz und gerundet.

In der Schwendi beobachtet man eine Anzahl Moränenwälle z. B. von Hägis über Höhe P. 1164 bis Tannenbühl (92, 49, S. 655—656), einen kleineren parallel diesem, E des Schwendibaches und einen dritten Wall von Obergut (Kurve 1200—1100) auf der Westseite des gleichen Baches.

Wir wandern in die Moränenlandschaft des Tarenbaches. Ein deutlicher Moränenwall streicht vom Kessler über Egg gegen Klostobel hinunter. Die rechte Seitenmoräne ist E des Tarenbaches vom Talboden gegen die Hütten vom Bauernwald zu sehen (40, S. 512).

Von hier bis gegen Alt St. Johann wandert man ununterbrochen auf Moränenboden. Eine Moränenterrasse dehnt sich von Herrenwald gegen

Rütiboden aus; vom „n“ dieses Wortes beobachten wir einen gut 150 m langen Moränenwall, der in S-Richtung auf ca. 1035 m Höhe am Hang verschwindet. — Weiter W fiel mir bei Espel und Gatter eine deutliche MoränenTerrasse und bei Stutz eine prächtige kleine Stirnmoräne auf.

Wir kommen in die Moränenlandschaft vom Hummersboden. Die Moränenwälle sind auf der Churfürstenkarte eingezeichnet. Es sei nur noch der Wall auf der Westseite des Baches von Kurve 1000—900 m Höhe erwähnt.

Die vierte Endmoränenlandschaft hat man Gelegenheit im Entenberg und Loch zu beobachten. Der Breitenalpbach zerschneidet die Stirnmoräne von Aldern-Sandloch und die innere von Haus Entenberg S Loch (940—980 m).

Im Bühl*) und W des Krinnbaches sah ich weitere Moränenwälle und Ablagerungen; es sind jene fruchtbaren, grünen Hügel.

Vor dem Austritt des Leistbaches in die Thurebene bei Starkenbach lagerte der Thurgletscher und wahrscheinlich auch der Leistbachgletscher Moränenmaterial ab. Quer zum Alpweg Starkenbach-Langenegg-Amdenerhöhe auf 1000—1100 m schneidet dieser drei parallel hangabwärts streichende Moränenwälle an. Im groben Sande und auch auf den Wiesen liegen zerstreut, vorwiegend Gault-, aber auch Schratten-, Seewer- und Kieselkalkblöcke umher. Sie sind meist gut gerundet und z. T. deutlich gekritzelt, einige sind 30—50 m³ gross. (Die Kieselkalke müssen vom Thurgletscher hergebracht worden sein.) — Auf der Weid Strick treffen wir Grundmoränen und erratische Blöcke bis 1200 m Höhe an. — Auch in der Hofstattalp und gegen den Leistbach hinunter beobachteten wir Moränenmaterial, stellenweise vom genannten Bache gut aufgeschlossen.

4. Vergletscherung des Riesepasses gegen Stein.

Am Nordwestrand des Säntisgebirges, zwischen der ersten Nagelfluhzone des Stockberges und den äussersten Kreideketten, führt ein Weg über Riese ins Tal der Lutern. Wir betrachten den Abhang Riesepass-Stein in bezug auf seine glazialen Erscheinungen (40, S. 512, 89 A., Prof. 5, Taf. I, 91, 20, S. 98—99). Die mittlere Höhe dieser Gegend ist 1340 m; es konnten sich somit hier nur zur Zeit des Bühlstadiums (Schneegrenze 1300—1400 m) Gletscher bilden.

Der Abhang zwischen Dietzisbach und Weg Riesepass-Ahorn-Ruhboden ist übersät mit Urgon-, Valangien- und Kieselkalkblöcken. Ich betrachte sie als Obermoräne, nur z. T. als Bergstürze, die über Firn- und Schneehalden abgerutscht sind. Kleine Bergsturztrümmer liegen nur am Fuss der Kreideketten, z. B. beim Lauiboden. Bewachsene Lawinen- und Schneehaldenschuttkegel lehnen sich zwischen dem Rieseweg an den Schindelnberg. Lokalmoränenwälle, oft unterbrochen, streichen hangabwärts z. B. parallel dem Dietzisbach von 1460—1300 m, dann von P. 1501 bis zur Hütte P. 1408 und zwei weitere von 1350—1300 und 1310 Richtung

*) Die Einwohner dieser Gebiete kennen den Namen „Bühl“ nicht, der überall in den topogr. Karten des Säntisgebietes eingetragen ist, wohl aber den Namen „Büchel“.

Geissbütteli. Ein langer Moränenwall geht durch das erste „s“ des Wortes Riesepass NW Riesehütte, macht eine Ausbuchtung gegen die Kniehütten und endet am Weg zwischen Ahorn und Geissbütteli auf ca. 1300 m Höhe. Der südöstlichste Wall ist dreimal unterbrochen; er verläuft ungefähr parallel auf der Nordwestseite des Weges Riese-Ahorn in 100—150 m Entfernung von diesem und endet bei Kurve 1310. Auf Muggenboden, Haube und Ruhboden beobachten wir einige Terrassen; sie werden gebildet von Moränen, die parallel den Höhenkurven verlaufen, und dürfen als Stirnmoränen dieses Gletschers aufgefasst werden. — Bemerkenswert ist das Profil auf dem Kamm Rueschtel - Riesepass - Molassepunkt 1501 (89 A., Prof. 5, Taf. I). Nach den Kreidekalken treffen wir hier einige Nummulitenkalkblöcke an, deren Anstehendes ganz in der Nähe unter Schutt begraben liegt. Darauf folgen eocäne Oelquarzite. Die Passhöhe wird von Flyschmergeln gebildet; weiter wandern wir auf grünen und roten Molassemergelschichten, die von Moränenablagerungen, besonders Kieselkalkblöcken, bedeckt sind. Auf P. 1501 liegen Urgon- und wohl auch Valangienblöcke; das Anstehende darunter bilden die Nagelfluhschichten des Stockberges.

5. Die Eismassen im Einzugsgebiet der Lutern.

Die Lutern und ihre Zuflüsse entwässern die Lütis-, Säntis- und Wideralp. Ein recht ausgedehntes und vielfach verzweigtes Bachsystem vereinigt sich im Wurzwald (Bernhalde). Eine ganze Reihe von Quellen, immer ca. 1300 m hoch, fliessen aus dem Schutt über Flysch und Molasse am Nordwestabhang der Säntis-Kreideketten.

Zeichnet man ein Profil quer zum Streichen der Schichten, so muss man überall nach den Kreideschichten unter Schutt und Moräne erst Flysch, dann rote und grüne Molassemergel, darauf Molassenagelfluh, unterbrochen von Sandstein- und Mergelschichten, eintragen.

Flysch ist aufgeschlossen am Riesepass, N der Hütten Leser, in der Lütisalp, Huffert; er bildet den Untergrund des grossen Hochmoores zwischen Huffert, Dacheggwald und Unt.-Hohfeld; stellenweise treffen wir Flyschmergel im Hintergrund der Säntis- und Wideralp.

Rote und grüne Mergel und Nagelfluhrippen sind aufgeschlossen im Tobel des Katzenbaches, im Dacheggwald; sie bilden die steile Böschung zwischen Bumoo, Letz und den Abhang zwischen Bächli Wideralp, Dreckloch und dem Weg von hier nach Hinter-Stelzenboden.

„Der Thureisstrom des Bazenheimerstadiums überdeckte die 850 m hoch gelegene Mündung des Lutertales noch vollständig“ (20, S. 97). Mit dem Rückzug des Thurgletschers wurde der Lutergletscher selbständig. Die mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes ist 1350—1450 m. Die weitaus meisten Moränemassen wurden während des Bühlstadiums abgelagert. Während des Gschnitzstadiums lagen nur noch kleine Rückzugsgletscherchen bei Ob.-Hohfeld und Schlipf (Schneehöhe ca. 1650 m) und wohl auch noch anderswo; Schutt- und Lawinenkegel haben die Zungenbecken dieser Gletscherchen ausgefüllt und verschüttet.

Wir betrachten nun diese Moränenablagerungen, indem wir vom Riesepss in NE-Richtung gegen die Wideralp wandern (32, S. 120, 20, S. 96—99).

Die Fortsetzung der breiten Kehle Stein-Riesepss bildet die Lütisalp. Der Katzenbach sammelt sein Wasser aus dem sumpfigen Flysch-, Moor- und Moränenboden einerseits, aus dem Molasseboden der Niederstockalp anderseits.

Vom Nordwesthang der Kreideketten Gemeinenwies P. 1824-Alpl-Windenpass und Lütispitz 1990 bewegte sich ein zusammenhängender Firn- und Gletschermantel gegen N ins Tal des Katzenbaches und gegen die Bernhalde hinaus (40, S. 288 u. 513—517). Die linken Seitenmoränen der verschiedenen, sich kurz aufeinander folgenden Rückzugsphasen darf man z. T. als Stirnmoränen dieses Hängegletschers auffassen. Ein deutslicher Wall streicht von Kurve 1420 NE des Riesepsses bis Kurve 1300; er geht durch das „l“ des Wortes Niederstockalp; der nächste liegt auf der Südostseite des Weges Riese-Lutertannen; er beginnt bei Kurve 1430 und endet beim Hochmoor auf ca. 1400 m Höhe. Genau in seiner Verlängerung ist ein weiterer Moränenwall auf dem von 1380—1350 m der Weg angelegt ist. Dieser Wall endet beim „z“ des Wortes Langenzimmer. Zwischen dem Weg, dem Hochmoor und Kurve 1340 streichen zwei weitere Wälle hangabwärts, und ein dritter verläuft von Kurve 1360 gegen Dohlen P. 1335, Ried und von hier in N-Richtung bis zum Katzenbach. Von P. 1361 und Hütte P. 1252 ziehen deutliche Moränenwälle nordwärts; der Katzenbach hat gute Aufschlüsse erzeugt und tilgt jeden Zweifel an der Natur dieser Ablagerungen (Grundmoränen aufschlüsse) (91, 40, S. 288).

Blöcke aller Art, besonders Urgon-, Valangien- und Kieselkalke, bedecken die Weiden, selten fand ich Seewerkalke. Bei Langenzimmer liegt ein kleiner Nagelfluhbergsturz. Zwischen Leser und Riesepss, bei Dohlen, Bühl (Büchel) und Dreckloch-Hütte P. 1252 liegen eine Menge Kieselkalkblöcke, die wahrscheinlich nach dem Rückzug der Gletscher hieher abgestürzt sind. NE der Linie Dreckloch-Bühl-Katzenbach treten die Seewerkalkblöcke besonders stark in den Vordergrund und erreichen in den Ablagerungen der Säntisalp die überwiegende Mehrheit. — Zwischen Huffert und Latten sieht man deutlich, wie der Flyschboden jetzt noch in fliessender Bewegung ist. Beim „p“ des Wortes Lütisalp stehen wir wieder auf Moräne. — Wir wandern über das Hochmoor und betreten bei Ob.-Hohfeld das Gebiet der Säntisalp.

Es war mir lange nicht klar, wie die Trümmermassen zwischen Unt.-Hohfeld, Ob.-Schottenloch und Bumoos kartiert werden müssen. Sicher ist, dass hier beträchtliche Bergsturzmassen liegen, die nach dem Rückzug dieses Gletschers abgebrochen sind (40, S. 295—299). Betrachtet man aber die ganze Gegend und besonders die vielen konzentrischen Wälle zwischen Hüttenwald, Letz und Lutertannen, so muss man hier unbedingt Moränenablagerungen annehmen. „Begeben wir uns nach der Säntisalp, so treffen wir auf eine ungeheure Menge von Kalkblöcken, die hin und wieder einzelne Wälle bilden. Man möchte glauben, es wären diese Blöcke von den Felswänden der nächstliegenden Ketten des Säntisgebirges heruntergestürzt; es mag dies für einzelne, besonders für die höchstliegenden,

der Fall sein; doch weitaus die Mehrzahl ist wohl am Schlusse der Eisperiode durch den Gletscher, der von der Nordseite des Silberblattes ausging, sowie von einem Arme, der zwischen dem Lütispitz und dem Stockberg lag, hieher transportiert worden“ (32, S. 120). Heute würde ich nur zwischen Bumoos, Unt.- und Ob.-Schottenloch Bergsturz vermischt mit Obermoräne eintragen. Die Blockzüge von Unt. Hohfeld-Bumoos und diejenigen NE des Weges Dunkelboden-Lutertannen betrachte ich als Seiten- und Stirnmoränen. Es liegen hier, z. T. schon fein verkarrt, Seewerkalk-, Urgon-, Valangien- und Oehrlikalke; Kieselkalke habe ich ganz selten und nur am Rande der Alp, längs des Weges Bumoos-Lutertannen gesehen. Zwischen Wideralp (40, S. 298), Luternbach und Dunkelboden bis gegen die Bernhalden hinaus ist ohne Zweifel alles als Obermoräne zu kartieren, besonders wenn man die heute gut sichtbaren Moränenwälle von Hinter-Stelzenboden bis Lutertannen aus einiger Entfernung betrachtet. (Die starken Föhnstürme seit Januar 1918 haben hier ganze Waldkomplexe umgeworfen: die Uebersicht ist jetzt bedeutend besser.) Ich unterlasse, die vielen Moränenwälle dieser Gegend einzeln anzuführen.

Die Moränenablagerungen gehen nicht weiter nordwestwärts als bis zur Linie Surbühl (Bernhalde)-Schiltmoos-Wideralpried-Beieregg (östlich Schwägalp). Der Luterngletscher wird mit dem Urnäschgletscher-Westarm in Zusammenhang gewesen sein. Zur Zeit des Bühlstadiums bewegte sich unser Gletscher bis nach Ennetbühl und lagerte dort die grosse Moräne von Nüsslisbühl ab. Nach seinem Rückzug stürzten vom Gwelber, Neuschwendi und Laui beträchtliche Nagelfluhblöcke ins Tal hinunter und stauten die Lutern (32, S. 120–121). Es bildete sich die Alluvialebene zwischen Sonnen- und Schattenhalbriet. Weiter talaufwärts treffen wir längs dem Strässchen Grundmoränenaufschlüsse, z. B. bei Langboden. (Beim „e“ und „n“ des Wortes Bruderschwendi ist eine Baumschule von lauter Kieselkalkblöcken ummauert.) Im Wurzwald beobachten wir erratische Blöcke von bis 70 m³ Inhalt. Kalkblöcke von bis 600 m³ Inhalt finden sich im Bernhaldenwald am Strässchen Rietbad-Kräzerli (32, S. 120) und besonders gut gerundete im Hochmoor Schiltmoos.

Besondere Erwähnung verdienen die schön ausgebildeten kleinen Moränenwälle von Schlipf*) und Ob.-Hohfeld (Säntisalp). Sie sind während des Gschnitzstadiums hier abgelagert worden; natürlich haben auch Lawinen vom Stöllen und Oberwieskopf ihr Material hieher gebracht (40, S. 292–293). Am Fuss der grossen Schuttkegel im Hintergrund der Säntisalp kann man Lawinenmoränen eintragen. Es lassen sich ab und zu kleine, wallförmige Erhebungen feststellen.

Verschiedene gewölbte Hochmoore mit Sphagnum treffen wir NE des Riesepasses, in der Lütisalp, N des Dacheggwaldes, S und W Bumoos, zwischen Bächli Säntisalp und Bächli Wideralp, in der Wideralp und in den Waldlichtungen zwischen Siebenbrunnen (Schwägalp), Wideralpried, Schiltmoos und Stelzenboden an.

*) Schlipfhütte steht wahrscheinlich beim „S“ und nicht beim „a“ des Wortes Säntisalp.

Eine Menge guter Quellen fliessen über Flysch- und Molasseboden aus Schutt- und Moränenbedeckung aus. Der Bach, der durch Unt. Hohfeld, Ried P. 1208 fliessst, verschwindet z. T. am Nordrand dieses Hochmoores (Moränenblockzug), tritt aber wenige Meter N des Trichters wieder hervor, verschwindet abermals und kommt als Quelle ca. 20 m N der Hütten von Bumoos endgültig an die Oberfläche. Am 13. September 1919 hatte das Wasser bei der Quellfassung von Ob.-Schottenloch eine Temperatur von $5,2^{\circ}$ C, Totalhärte (Th.) $12,5^{\circ}$ (franz. Gr.) und 40 Minutenliter (Ml.). Die Quelle Bächli Säntisalp, ca. 1315 m hoch, wies $5,6^{\circ}$ C, 11° Th. und 200 Ml. auf. Die Quelle Bächli Wideralp (Milchkeller) wurde zu $4,6^{\circ}$ C, 12° Th. und 30 Ml. bestimmt. Im Quellbrunnen Dreckloch (Wideralp) fanden wir $5,6^{\circ}$ C, 10° Th. und 12 Ml. (Alle diese Wasserbestimmungen beziehen sich auf das oben angegebene Datum.)

Zum Schlusse führe ich hier die in der Einleitung erwähnten Nummulitenkalkschichten noch an. Alb. Heim schrieb (40, S. 16): „Am Nordrande der Säntiskette in dem schmalen Flyschstreifen zwischen der Molasse und Kreide habe ich wie Escher vergeblich nach Nummulitengesteinen gesucht.“ Arn. Heim erwähnt bei den Hütten Leser 1464 m in der Lütisalp Grünsande des Lutétien und belegt diese Stufe mit Fossilien (40, S. 315, 49 a). Als ich die E-Umgrenzung der Säntisalp-Schuttablagerungen beging, fiel mir der kleine Wasserfall auf, den der Bach bei Kurve 1250 bildet (Bächli, Säntisalp). Dort ist eine gut sichtbare Rippe von Nummulitenkalk anstehend, die flach SE gegen den Hang einfällt. Auf der Ostseite des Baches sind gute Moränenaufschlüsse; sie überlagern die Nummulitenkalkbänke. — Durch den Bau des neuen Weges von der NW-Hütte Bächli (Säntisalp) Richtung Dunkelboden, sind bei 1170 m Höhe gut gerundete, vom Gletscher geglättete und nachher unter der Humusdecke herauspräparierte Nummulitenkalke abgedeckt worden. Ich bestimmte von dieser Fundstelle folgende Fossilien:

Nummulina complanata Lamarck, var. minor n. Arn. Heim.

Nummulina distans Desh.

Assilina granulosa d'Arch. var. minor.

Assilina Leymeriei d'Arch. et H.

Der Nummulitenkalk ist von hell gelb-brauner Farbe, die Anwitterungsfarbe ist etwas dunkler. Die Nummuliten sind scharf herausgewittert mit oft bis 5 cm Durchmesser. (Obige Bestimmungen sind mit Vorbehalt gegeben, da sie nur mit Schliffen nach verschiedenen Richtungen einwandfrei möglich sind. Auch ist es notwendig, die ganze Oberfläche herauspräparierter Fossilien zur Bestimmung betrachten zu können, was in vorliegendem Fall ebenfalls nicht zutraf.) (Betrifft auch Foraminiferen in Abschnitt E.)

B. Der Urnäschgletscher.

Die Urnäsch entwässert die Schwägalp. Zwei Quellbäche, getrennt durch den Molasserücken, P. 1405 — Grosswald P. 1301 — vereinigen sich unterhalb der Steinfluh. Der östliche, der Tossbach, wird von einer ganzen

Reihe von Quellen gespiesen, die über Grundmoräne und undurchlässiger Molasse hervortreten. Den westlichen Arm nenne ich Kräzerlibach. Seine Quellen liegen bei Siebenbrunnen. Zum Einzugsgebiet dieser beträchtlichen Quellen muss man den ausserrhodischen Teil des Säntisgebirges rechnen (Silberplatte, Tierwies, Säntis). Die Niederschläge fliessen unterirdisch ab und treten 700—1000 m NW der Kreideketten an die Oberfläche (40, S. 282). — Das Bett der Urnäsch verläuft quer zum Streichen der Molasse.

Im Gebiet des Tossbaches (40, S. 289) finden wir in der Hauptsache zweierlei Schuttablagerungen:

1. Echte Grund-, Seiten- und Obermoräne.
2. Bergstürze, Schutt- und Schwemmkegel (inkl. Lawinenablagerungen).

Grundmoräne ist aufgeschlossen.

Am Strässchen direkt oberhalb der Tossegghütten 1294 m. Die Gesteine sind schwach gerundet, nur die Ecken und Kanten sind abgeschliffen. Vorherrschend treffen wir hier Urgon- und Valangiengesteine neben etwas Neokom an, ganz selten Seewerkalke. — Am gleichen Fahrweg, auf 1200—1090 m Höhe, ist ein guter Aufschluss in Grundmoräne. Ich notierte hier Urgon-, Nagelfluh-, Seewer-, Neokom- und selten Pygurusgesteine. Sie sind klein bis kopfgross und oft vollständig gerundet, Gletscherkratze fehlen nicht. — Der Tossbach hat, von Kurve 1150 bis zu P. 1072 hinunter, eine ganze Reihe Aufschlüsse geschaffen. Ich glaube nicht, dass dieser in $1\frac{1}{2}$ km langem Laufe diese Gesteine so gut gerundet hat. Ich fand verschiedene gut gekritzte Kalksteine, was nicht auf fluvioglaziale, sondern Grundmoränengerölle hindeutet. — Gegenüber der Punktzahl 1072 sind zwei grosse Anrisse, und zwischen Strässchen und Tossbach liegen Moränenaufschlüsse direkt N des Walles P. 1064 und noch drei auf 1020, 1000 und 900 m Höhe, von welchen der letzte an der Strasse Urnäsch-Kräzerli liegt. Die Ablagerungen in diesen letzten Aufschlässen betrachte ich als Schotter des Uebergangskegels, als das Ende des Schwägalpgletschers bei P. 1072 stand (84).

Seiten- und Stirnmoränen.

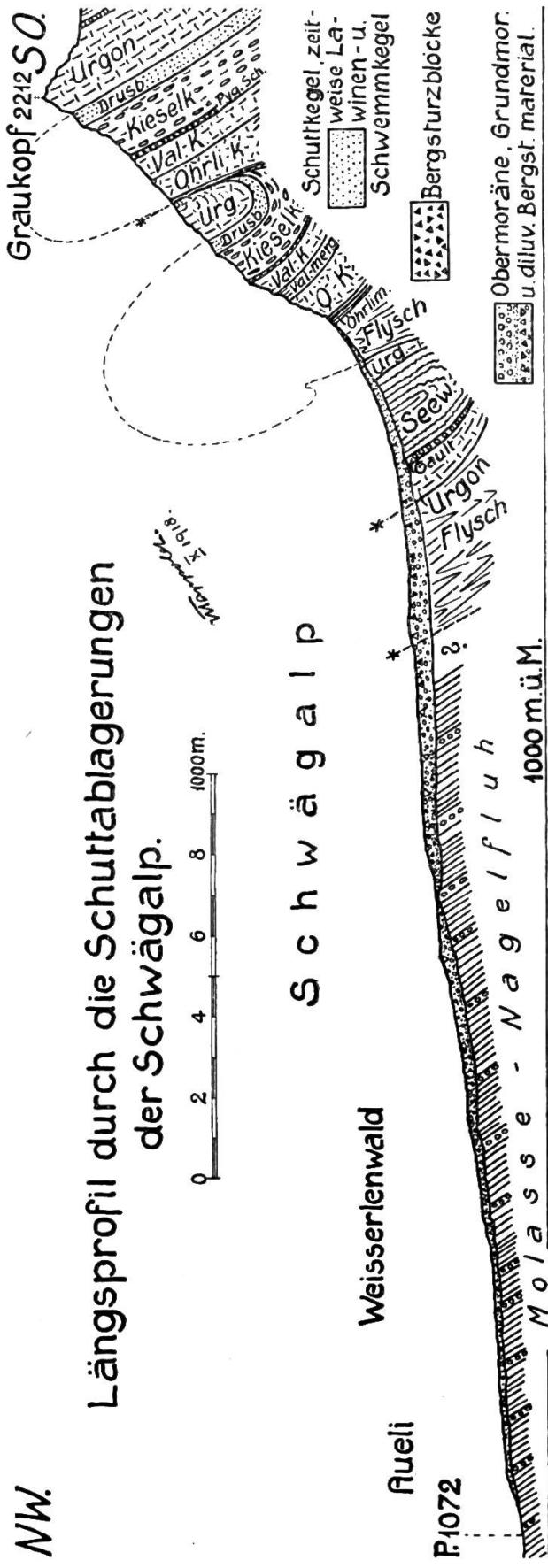
Die Kammhalde bildet die rechtseitige Moräne dieses Gletschers. Vom Sattel 1400 bis zu den Hütten 1263 der Kleinen Schwägalp ist keine Spur eines Moränenwalles zu sehen. Nur da und dort gucken Säntisblöcke aus dem sumpfigen Molasseboden.

Auf der O- und W-Seite des Molassepunktes 1405 (40, S. 289) (Schwägalp) sind Nagelfluhrippen anstehend; direkt N davon beobachtet man ein kleines Hochmoor. Die W Rippe lässt sich bis Kurve 1300 N des Wortes „Siebenbrunnen“ verfolgen. An diesem Punkte teilten sich die Eismassen des Schwägalpgletschers (84) in den

Schwägalp- und Kräzerliarm.

Auf der ganzen Nordwestseite des Säntisgebirges, wenn Moräne direkt auf Molasse liegt, ist letztere schlecht erhalten. Das kommt:

1. Von der Zersetzung der Kalke durch Humussäuren; die Gesteine versinken im Mergelsumpfboden.



2. Von Rutschungen des Bodens und Abrollen z. B. auf den Schichtflächen der Nagelfluhplatten.
3. Von der Erosion (Bäche).

1. Der Schwägalparm.

Die linksseitige Begrenzung des Schwägalparmes ist auffallend schlecht erhalten. Auf P. 1405 notierte ich Urgon-, Kieselkalk-, Valangien-, sehr selten Seewerkalkblöcke. Wandert man von hier aus nordwärts, so begegnet man N und NE P. 1405 bis Kurve 1380 wiederum Urgon-, Kieselkalk-, Valangien- und ab und zu auch Seewerkalkblöcken. Weiter N kommen wir in zwei Sumpfe, in ersterem liegen zwei grosse Valangienblöcke. Zwischen den beiden Mooren, direkt N P. 1361 (nur auf geol. Karte) wird der Höhenrücken von einem ca. 100 m langen Moränenwall gebildet. (Unter P. 1361 ist Nagelfluh anstehend, weiter E 1310 bis 1290 sind zwei weitere Rippen sichtbar.) Auf 1335 m NE P. 1361 liegen zwei ehemals mindestens 50—60 m³ gross gewesene Blöcke. Sie zerfallen in viele kleine polyedrische Stücke. Der Kalk ist hellgrau angewittert, die Bruchflächen dunkelbraun und stark echinodermisch (Valangienkalk) (61, S. 53). N P. 1361 (zwischen zwei Hochmooren) streicht ein deutlicher Moränenwall nordwärts bis Kurve 1320. — Begeben wir uns von hier aus durch den Kohlwald ins Aueli hinunter, so treffen wir auf dem Rücken bis 1250 m eine Anzahl erratischer Blöcke an. Diese sind grob oolithisch, weiß angewittert, im Bruch graubraun, andere voll zerschla-

gener Austernschalen, wieder andere mit weniger Oolithen und ganz feinem, dunkelbrauem Bruch (Oehrligesteine). Ihre Grösse schwankt von $\frac{1}{2}$ —1 m³; die äussere Form ist rund-oval bis eckig-kantig.

Von Kurve 1200 über Hütten 1182 bis 1155, N. des Wortes Grossgarten, liegen zwischen vereinzelten Tannengruppen erratische Blöcke. Der unterste ist ein verschleppter Nagelfluhblock. — Am Waldrand, zwischen Kohlwald und Aueli, ist eine deutliche Seitenmoräne von Kurve 1180 bis 1150 m Höhe; sie wird vom „Kohlwaldbach“ durchschnitten. Zwischen diesen, dem Wald und Aueli, sind noch zwei weitere Moränenwälle sichtbar. — Jedem dieser Wälle entspringt auf der N-Seite des Tossbaches wieder ein Moränenwall. Der äusserste endet auf der Nagelfluhrippe, die zwischen Klein-Gerstengschwend und Kleine Schwägalp herunterkommt. Der nächst innere Wall beginnt ca. 50 m W P. 1072 und streicht hangaufwärts N der Hütten 1180 vorbei bis gegen die Hütten 1263 der Kleinen Schwägalp. Der innerste Wall beginnt genau bei P. 1072 und verläuft ungefähr parallel letzterem bis Kurve 1180. Die Moränendecke ist von den Hütten 1263 gegen den Tossbach hinunter etwas abgerutscht. Urgon-, Valangien- und Kieselkalke sind hier vorherrschend.

Ausserhalb dieser Stirnmoränen (Bühlstadium) treffen wir Moränenablagerungen, event. gleich alt wie die Thurgletscher-Stirnmoräne bei Bazenheid oder nur von einer Schwankung der Bühleis-Oberfläche herührend, bei Klein- und Gross-Gerstengschwend und zwischen der Mündung des „Betternwaldbaches“ in den Tossbach. Hier haben wir es wahrscheinlich mit Schottern des Uebergangskegels zu tun (40, S. 289).

Die Schuttablagerungen im Talboden der Schwägalp kann man als:
Obermoräne,
Bergsturz oder
auf Gletscher gefallenen Bergsturz betrachten.

Sicher ist, das zur Zeit des Bühlstadiums sich noch ein Gletscher durch das Tal des Tossbaches hinausbewegte. Dieser hat viel Schutt und grosse Blöcke gebracht, die hauptsächlich von den Nordwänden des Girespitzes, Grau- und Grenzkopfes auf das Eis abgestürzt sind. Der Gletscher hat sich relativ rasch zurückgezogen; einen neuen Vorstoss (Gschnitzstadium) kann ich nicht nachweisen. — Die meisten Blöcke betrachte ich als Obermoräne, gemischt mit Bergsturzablagerungen auf diesem Gletscher. — Will man die Schwägalp-Schuttmassen als reinen Bergsturz ansehen, so müsste dieser kurz nach dem Rückzug des Gletschers zu Tal gefahren sein. Viele, besonders die untern Blöcke, sind schon fein verkarrt. — Die regelmässige Anordnung der Schuttmassen, die durchgehend geringe und gleiche Mächtigkeit lässt mich aber entschieden auf gemischte Obermoränenablagerungen schliessen (40, S. 289).

Die einzelnen Blöcke sind im Mittel alle bis 1 m³, doch fehlen solche von 10—20 m³ Inhalt nicht. Wir treffen oft schwach gerundete Kieselkalkblöcke an, besonders am untern und NW-Ende des Schuttstromes. Die obere und die E-Hälfte, vom Tossegg an, besteht vorwiegend aus Urgon-, Valangien- und wahrscheinlich auch Oehrligesteinen; in der Mitte und

am Westrand sind hier wieder vorwiegend Kieselkalkblöcke abgelagert worden. Seewerkalke fehlen fast ganz; ich habe solche nur in der Gegend des Molassepunktes 1405 gesehen.

Im Hintergrund dieser Alp reiht sich ein Schuttkegel an den andern. Viele werden zur Schneeschmelze von Schwemmbächen verflacht und sekundär gefurcht. Das Strässchen Gemeinen-Wesen-Siebenhütten ist auf dem Fuss dieser meist trockenen Schwemmkegel angelegt. Am Aussenrande dieser Kegel, z. B. zwischen den Gemmihütten 1332 und Siebenhütten, darf man Lawinenmoränen eintragen. Die vielen Runsen zwischen Ofen und Tierwiesweg sind typische Lawinenzüge.

N der Kühshütten ist eine starke Quelle gefasst; wir bestimmten am 14. September 1919: 6,7° C, Th. 15°.

2. Der Kräzerliarm.

Die Alphütten Gemeinen-Wesen stehen auf zwei Moränensockeln, Lawinenmoränen scheinen mir ausgeschlossen (Alphüttendörfchen). Heute hat man von hier aus eine gute Uebersicht über die grossen Block-Moränenwälle von Siebenbrunnen, indem der Wald grösstenteils geschlagen worden ist. Ein Wall streicht längs der Kantonsgrenze von Kurve 1315 bis 1300, biegt dann nordwärts ab, geht durch die beiden „b“ des Wortes Siebenbrunnen (95) und endet auf Kurve 1330. Er umschliesst konzentrisch einen inneren Wall. In diesen hinein fliest der grosse Schwemmkegel auf dem der Weg Kräzerli-Tierwies angelegt ist. Ein anderer Moränenwall (auf Molasse) zieht sich vom „p“ des Wortes Wideralp in WNW-Richtung ca. 300 m weit gegen das Hochmoor S der Beieregg hin. (Dieser Wall ist durch die Kurve 1315 genau vorgezeichnet.) — Wir wandern an der idyllisch gelegenen Quellgruppe von Siebenbrunnen vorbei und kommen wiederum in Moränenablagerungen. Von der Ferienhütte, E Beieregg-Sägen, sind ebenfalls Moränenblöcke zu beobachten. Es streicht ein Moränenblockzug ca. 200 m lang in N-Richtung von der Ferienhütte aus. Nun folgen wir dem Weg nach Grosswald-Kleinwäldli. Vor den Hütten Grosswald auf ca. 1250—70 m Höhe liegen etwas Moräne und grosse erratische Blöcke umher. Der P. 1234 ist ein Trichter, und 50 m SE von diesem ist ein zweiter im Molasseboden sichtbar. Wir steigen gegen Kräzerli hinunter. Zwischen dem Kräzerlibach, Höhenkurve 1170, Grossgarten 1163 und der Nagelfluhrippe P. 1239 - Unghürflühli liegen zerstreut meist Urgon-, Valangien-, Nagelfluh- und Kieselkalkblöcke umher (40, S. 289). — Das Ende dieses Gletscherarmes stand einst zwischen Böheli und Steinfluh. Es streichen hier deutlich zwei bis drei parallele Wälle quer zum Kräzerlibach. Die Hütten Böheli 1025 und Steinfluh stehen auf einem solchen. — Zwischen Toss- und Kräzerlibach dehnen sich z. T. beträchtliche Hochmoore aus.

Die Kammhalde.

„Die erste grosse Moräne, deren Bildung nicht bloss postglazial ist, treffen wir in dem auffallenden Hügel der Kammhalde“ (40, S. 289 u. 89 A, Taf. 8). Der höchste Punkt des Wallscheitels liegt 1579 m, der tiefste

1400 m ü. M. (Eine Nagelfluhrippe streicht in ungefähr WE-Richtung unter P. 1406 durch.) Der Kern dieses Walles wird von Molasse und Flysch gebildet, und darauf erst ist die Moränendecke geschüttet worden. Es ist anzunehmen, dass schon vor und während der Würmvergletscherung hier Moränenmaterial abgelagert wurde. Zur Zeit des Bühlstadiums war die Kammhalde unter der Firnlinie begraben. Ihre jetzige Gestalt hat sie während der Rückzugsstadien der letzten Eiszeit erhalten. Die Schneegrenze hob sich konstant, und Weissbach- und Schwägalparm des Urnäschgletschers haben fortwährend ihr Seitenmoränenmaterial darauf geschüttet. Der Schwägalparm zog sich nach Ablagerung der Stirnmoränen von Aueli und Kleine Schwägalp kontinuierlich zurück. Vom „a“ der Kammhütte (95) zwischen den beiden „m“ des Wortes Kammhalde durch, nach dem „d“ des gleichen Wortes beobachtet man eine undeutliche Kante. Es wird dies die linke Seitenmoräne sein, zur Zeit als der Potersalpgletscher die Endmoräne von Egg ablagerte.

C. Der Sittergletscher.

Die Sitter und ihre Zuflüsse entwässern den innerrhodischen Teil des Säntisgebirges (55, 32, S. 85—89). Unterhalb des Weissbades nimmt sie den Weissbach auf. Der Brühlbach vereinigt sich mit dem Schwendibach in der Loosmühle. Letzterer entwässert den Seealpsee. Ueber die unterirdischen Wasserläufe fehlen mir genaue Beobachtungen. Dieses Gebiet war einst vergletschert. Ich teile es, von W nach O wandernd, folgendermassen ein:

1. Weissbachgletscher und seine Rückzugsgletscherchen.
2. Haupt- oder Schwendebachgletscher.
 - a) Blauschneearm.
 - b) Großschneearm.
 - c) Rotsteinarm.
 - d) Bötzelarm.
 - e) Altenalp-Hängegletscherchen.
 - f) Mans-Mar-Hängegletscherchen.
3. Vergletscherung der Widderalp-Fählen-Sämbtisersee.

1. Der Weissbachgletscher.

Der Weissbach hat sein Bett in die Molasse (20, S. 52, 78, S. 239, 33) eingeschnitten. Sein Gefälle ist fast ganz ausgeglichen, nur im Oberlauf wird er sich noch weiter rückwärts einschneiden. In diesem ersten Viertel seines Laufes fällt er auf 2 km Länge um ca. 300—400 m. Der übrige Lauf (ca. 6 km) bis zum Zusammenfluss mit dem Schwendibach bei Weissbad hat ein Gefälle von nur noch 180 m.

Die Molassemergel (43, S. 185—187, dort. Lit.-Angabe u. Tafel 5, 49, S. 1—23), unterbrochen von Nagelfluhrippen, streichen 15—20° mehr ENE als die überschobenen Säntisketten und fallen mit 30—40° nach SSE ein. Das Profil von Gutzwiller, ergänzt von Albert Heim (43, Taf. 6), geht durch Oehrli-Potersalp-Kronberg und gibt im ganzen 3 Antiklinalen und 2 Syn-

kinalen an. Längs des Weissbaches ist eine Ueberschiebungsfläche eingetragen. Es ist dort Kalknagelfluh der Potersalp auf polygene Nagelfluh des Kronberges überschoben. Der Weissbach hat sich längs dieser Ueberschiebungsfläche auf den Schichtköpfen eingeschnitten und wird sein Bett immer weiter auf diesen nach SSE verschieben.

Der ganze Nordwesthang der äussersten Säntiskette wird einst von einem zusammenhängenden Firn- und Gletschermantel bedeckt gewesen sein. Beim Rückzug dieses Gletschers löste er sich in verschiedene kleine Gletscherzungen auf, die dann selbständig wurden (gleich wie im Gräppelental) (Petersalp-, Berndl-, Hundsladen-, Neuenalpgletscherchen). Die Höhe Wartegg-Kronberg 1666-Petersalp-Spitzli bildeten ein selbständiges Firngebiet. Die Schneegrenze der Würmeiszeit lag hier ca. 1000—1100 m (73, 374), diejenige des Bühlstadiums schon 1300—1400 m hoch. Unter diesen Verhältnissen ist eine räumlich unbedeutende Firnbedeckung mit event. selbständigen kleinen Gletscherzungen möglich.*)

Das fast vollständige Fehlen von Säntiserratikum auf der Nordseite des Weissbaches erklärt sich folgendermassen:

1. Der Bühl-Weissbachgletscher erfüllte einst dieses Tal, erreichte nie bedeutende Mächtigkeit, lagerte keine Endmoräne beim Weissbad ab, und die Hänge N des Weissbaches waren 100 m über der jetzigen Bachsohle eisfrei.

2. An isolierten Gipfeln im Ablagerungsgebiet eines Haupttalgletschers steigt die Erratikumsgrenze dieses Gletschers; sind diese Berge selbst Nährgebiete selbständiger Gletscher, so drücken sie die Erratikumsgrenze des Haupttalgletschers herab.**)

3. Auf den glatten Schichtflächen dieses Molassehanges fand das Säntiserratikum wenig Halt, und der fortwährend erodierende Weissbach wird auch noch manchen Block zerrieben und weggespült haben.

Die einstige Ausdehnung des Weissbach-Gletschers ist schwer anzugeben; das stark bewaldete Gebiet erschwert die Uebersicht. Die linksseitige Begrenzung (nach A. Ludwig) geht ungefähr folgender Linie nach: Kammhalde, zwischen Egg und Bruggerwald, Sek 1135, Gross-Wederegg und auf ca. 1100 m Höhe über Ahorn durch nach Unter-Sönderli 1040 m.

Im Hintergrund der Potersalp (89 A, Taf. 40) reiht sich ein Schuttkegel an den andern.***) Die Hütten Luser und Rain stehen auf Moränenablagerungen, die sich noch ca. 500 m nach N ausdehnen bis zu einem grössern Hochmoor. Man beobachtet hier deutlich die Ueberlagerung von Moräne auf anstehender Molasse (z. T. Nagelfluh) (40, S. 289, 88). N dieses Torffeldes beginnt auf 1300 m Höhe ein schön ausgebildeter Moränenwall, auf dem die Hütten Egg 1297 stehen. Er zieht sich in N-NE-Richtung bis zur Höhenkurve 1250 und biegt dann im Herzwald in prächtigem

*) Zu gleichen Schlüssen kam A. Ludwig, der mir eine kleine, noch nicht veröffentlichte Arbeit (abgeschlossen Sept. 1918) über die Verbreitung des Säntiserratikums und die Vergletscherung dieses Gebietes freundlichst zur Verfügung stellte.

**) Allgemeine Tatsache, von Penck aufgestellt u. von E. Blumer unt. a. im Säntis-Ostende nachgewiesen (40, S. 617—18).

***) Quellbrunnen Dreihtüten, Potersalp, 14. Sept. 1919: 5,5° C, 14° Th.

Bogen NE- und dann SE-wärts ab. Der unterste Punkt liegt auf Kurve 1230. Oberhalb dem Potersalperfall bei 1235 m ist ein neuer Weg und eine Brücke über diesen Bach gebaut worden. Auf seiner E-Seite sind 2 Wälle sichtbar, sie ziehen in S-Richtung gegen die Nordweid 1297 hinauf. Zwei weitere Stirnmoränen sind im Zungenbecken dieser Endmoräne undeutlich sichtbar. Alles Moränenmaterial ist vorwiegend Seewerkalk, doch trifft man auch hin und wieder Schrattenkalke und Neokomgesteine an. Im Herbst 1918 wurde bei Egg eine neue Alphütte errichtet; es entstand ein Aufschluss, in dem kleine und bis kopfgrosse, gut gerundete Seewerkalkgesteine sichtbar wurden.

Von der Nordweid südwärts treffen wir auch auf Obermoräne, die in ihrem obersten Teil stark mit Gehängeschutt vermischt ist; es sind fast ausschliesslich Seewerkalkblöcke.*)

Der Abhang von Unter-Borstbühl 1237 bis zur Höhenkurvenzahl 1300 ist von Moränenblöcken überstreut. Den Blockzug unter Aelpli 1324 über Gross- nach Herrenberndli hat Heim schon erwähnt (40, S. 289). Auch dieser biegt im untersten Teil ostwärts ab und erreicht bei Kurve 1100 beinahe den Bach, der diese Gegend entwässert.**) Auf seiner Westseite (zwischen den drei obersten Zuflüssen) liegen Seewer- und Urgonblöcke auf dem sumpfigen Gelände umher.

Wulstige Erdrutschungen, oft seitlich deutlich begrenzt, sind in dieser Gegend häufig, eine von Oberborstbühl (N der Hütten 1370) bis Dunkelberndli, eine andere zwischen Ober- und Unter-Borstbühl gegen Wort Grossberndli, und deren zwei von Kurve 1200 gegen den Alpweg (Nordweid-Güllenkopf) hinunter.

Von hier aus machen wir einen Abstecher in die Oehrligegend (89 A, Taf. 8 u. 18). Stellt man einen horizontal abgeschnittenen Kegel von ca. 20—30° Neigung der Mantellinien auf den Kopf, so hat man das ungefähre Modell der hintern Oehrligrube. Den Mantel bilden die zirkusförmigen Schutthalden aus den Mergelschichten der tiefsten Kreidegesteine; die abgeschnittene Spitze ist die kleine Alluvialebene P. 2069. Nach N muss man den Kegel bis fast zur Spitze hinunter aufbrechen. — Ein kleines Gletscherchen floss einst hier aus und über die Wände nach Aufgang (95), Richtung Dunkelberndli (89 A, Taf. 40, 88).

In der „Vorderen Oehrligrube“ beobachtet man zwei deutliche, ca. 60—100 m lange Moränenwälle, P. 1965 ist auf dem äussern, der innere Wall streicht von der Hängetenwand aus nach diesem in NE-Richtung (40, S. 279). Lawinenmoränen und solche des Daunstadiums sind, meiner Ansicht nach, hier nicht zu unterscheiden von Gehänge- und Bergsturz-Ablagerungen (40, S. 293).

Wir steigen wieder in den Elber hinunter.

Die Hänge von Elber über Grossleu-Leustöckli bis Vorderleu 1054 sind übersät mit Säntiserratikum.

*) Diese Blöcke sind event. abgeknickte Schichtköpfe; die Verwerfung scheint mir ca. 200 m zu weit nach N gezeichnet; anstehenden Seewerkalk fand ich erst von 1430 m an. Quelle bei Nordweid, 14. Sept. 1919: 5,8° C, 13,5° Th. u. 30 Ml.

**) Quellgruppe oberhalb Dunkelberndli, 14. Sept. 1919: 4,2° C, 8,5° Th. Total: 3—4000 Ml.

Eine schöne Stirnmoräne zieht sich von P. 1309 (Hundslanden) nach N und wird bei Kurve 1230 von einem Bach durchschnitten, dessen Quelle in der Hütte von Unterhundslanden ist.*). Die rechte Seitenmoräne ist undeutlicher, sie fällt zusammen mit der östlichsten Mantellinie eines Schutt- und Schwemmkegels, der von den Filderbetten herunterkommt (40, S. 289).

Es ist auffallend, dass die rechten Seitenmoränen in allen diesen Fällen nicht oder doch nur undeutlich erhalten sind. Ich erkläre mir das folgendermassen: die Stossrichtung dieser kleinen Gletscher verläuft nach N; die linken Seitenmoränen darf man auch z. T. als Stirnwälle auffassen; die rechte Begrenzung hingegen verliert sich an den Hängen, wahrscheinlich infolge Verschwemmung und Ueberdeckung mit Gehängeschutt (Berndligletscher).

Aus der 400 m breiten Abrissnische Nöggern (40, S. 297) kam ein Rutsch, aus Seewerkalk-, Urgon-Kieselkalk und auch Molasseblöcken bestehend, herunter. (Es muss im ganzen Einzugsgebiet des Weissbachgletschers auf Kosten der Molasse viel mehr Moräne kartiert werden. Erstere ist in einigen Bachrinnen gut aufgeschlossen (40, S. 289).)

Recht gering und doch deutlich sind die Moränen im Gebiet der Neuenalp. Ueber den Erosionsnischen beidseitig des Baches P. 1266 sind zwei kleine Moränenwälle sichtbar. Die Hütte P. 1196 steht auf Moräne, und direkt NW davon ist ein kaum 100 m langer Wall. Ein vierter liegt bei der W.-Hütte dieser Alp und verläuft ungefähr in SW-NE-Richtung. Die kleine Hütte bei P. 1152 steht auf Moräne, oberhalb eines verwischten Walles. Von hier aus führt ein neuer Waldweg durch den Lehmenwald zur Fahrstrasse hinunter. Bis 1 m³ grosse, vollständig ovale und gerundete erratische Blöcke deuten auf Grundmoräne hin. Sie werden vor oder während der maximalen Würmvergletscherung hier abgelagert worden sein (61, S. 237). — Längs der Strasse, zwischen den verschiedenen Bacheinschnitten, von Vorderleu bis Lehmen 971, treffen wir Grundmoränenaufschlüsse und -ablagerungen, ebenso auf den Wiesen von Lehmen und Eugst 951. Verbindet man die beiden Hügel (Quote 945) N Eugst, so erhält man einen deutlichen Moränenwall; Molasse ist hier nicht aufgeschlossen. Grundmoränenaufschlüsse notierte ich weiter bei den Höhenpunkten 951 und 940, sie sind durch Bacherosion entstanden.

Wir wandern in die Gartenalp (40, S. 298) hinauf. Diese Alp ist ein prächtiger Felszirkus (Kar), im Urgon eingeschnitten, so dass das Neokom den fruchtbaren Alpboden bilden kann. Ein kleiner Gletscher wird noch während des Bühlstadiums hier gelegen haben. Die Beweise sind sehr mangelhaft. Nur hinter den Hütten 1570 und ca. 1640 (gegen Klus) sind einige Felsen glatt geschliffen, die jetzt Karrenbildung zeigen. Ein kleiner Wall liegt auf Kurve 1400, der vom Alpweg Ernsthüll-Garten schiefl angeschnitten wird. Es sind Schrattenkalkblöcke, die, wie das anstehende Urgon daneben, fein verkarrt sind. Ist hier vielleicht die Spur einer Stirnmoräne, gleich alt wie die kleinen Gletscherchen im Einzugsgebiet des Weissbaches?

*) Quelle von Unterhundslanden, 15. Sept. 1919: 4,9° C, 11° Th. 120 Ml.

Die Wildkirchli-Höhle ist von hier aus den Menschen und Tieren zugänglich gewesen (6, S. 415—417, 4, S. 239—306, 7, S. 35, 40, S. 280—281 u. 643—644).

2. Haupt- oder Schwendebachgletscher.

a) Blauschneearm.

Zwischen den beiden nach NW überliegenden Gewölben Ia und IIb (89 A, Prof. 11—15) ist die Mulde I des Blauschnee-Fehlalptales eingesenkt. Im Hintergrund dieses Tales liegt der einzige bis auf den heutigen Tag übrig gebliebene Gletscher des Säntisgebirges, der Blaue Schnee (89 A, Taf. 9—11, 40, S. 76 u. 285—286).

Die Karnische E Girespitz-Säntisgipfel öffnet sich nach E, sie ist ein typisches Windschattenloch, und darum ist uns hier der letzte Rest des einst mächtigen Sittergletschers noch erhalten geblieben. Im Jahre 1820 soll der Blauschnee bei Kurve 2050 gestanden und die dortige Moräne abgelagert haben. Der Urgonfelsen P. 2258 war ein Nunataker. Die Gletscherzunge schmolz kontinuierlich zurück. Für die Jahre 1870—80 wird das untere Gletscherende bei 2160 m angegeben; der N- und der S-Lappen werden sich gerade noch vereinigt haben. Als minimaler Stand der unteren Gletscherzunge bezeichnet man die Jahre 1895—1900. Der N-Lappen wird Kurve 2220, der S Kurve 2230 noch erreicht haben. Seither hat auch der Blauschnee, wie die meisten Gletscher der Alpen, wieder zugenommen. Am 4. und 10. September 1918 habe ich mit Höhenbarometer die N-Firnzunge auf 2210 m gefunden. Eine kaum 2 m breite Schneebrücke verband dieses Ende mit einem Firnfeld, das bis Kurve 2150 hinunterreichte. Die drei kleinen Teillappen des Blauschnee-Südgletschers standen bei 2180, 2190 und 2165 m. Unter diesen Gletscherenden war da und dort noch Eis (fossiles Eis) unter der Moränendecke begraben. Schneeflecken lagen in den Nischen der Nordwand des Säntis-Wagenluckengrates noch bis 2140, 2100 und 2170 m hinunter. In der Synklinale von Lochtem notierte ich Schneeflecken von 2030—1960 und von 1955—1910 m hinunter und weitere auf der Nordseite der Wagenlücke.

Im Tale zwischen Grünbühl und P. 2258, auf 2150 m Höhe, liegen bis 20 m³ grosse Blöcke sehr grob oolithischen Kalkes mit versteinerten Korallenresten. Das Moränenmaterial des Blauschneesüdlappens besteht von N nach S aus Urgon-, Seewer- und Neokomkalken; die einzelnen Gerölle haben im Mittel 1/2 m³ Inhalt. Auf dem Moränensockel liegen Schrattenkalkblöcke von 10 und mehr m³ Inhalt.

Wir wandern durch dieses Tal hinaus, steigen über die Schwelle ca. 1800 m und kommen in den fast ganz mit Schutt erfüllten Kessel der Fehlalp (65, S. 42) hinunter.

Kurz vor dem Ausgang dieses Talabschnittes beobachten wir bei den Hütten von Unt.-Mesmer 1609 Moränenreste (89 A, Taf. 37). Diese entsprechen ihrer Höhe nach den Moränen von Kreuzbühl-Da, sind aber ganz unbedeutend und kaum sichtbar: die Verwitterung wirkt auch hier sehr stark. Event. einst grössere Moränenablagerungen wurden verwischt und vom Gehängeschutt verdeckt, z. T. auch ins Seealpseetal hinausgeschwemmt.

Durch den Bau eines neuen Stalles wurde ein Aufschluss geschaffen. Die einzelnen Gesteine, kleine bis faustgrosse, sind gut gerundet und gekritzelt. Wir treffen hier Urgon-, Gault- und seltener Kieselkalke an. Von der Agathenplatte und P. 1983 des Kammes (Rossmad) stürzten grosse Urgonblöcke ab und lagerten sich auf dem Schuttkegel gegen die Hütten Unt.-Mesmer ab. Auf der andern Talseite liegen einige Gaultblöcke bis 1650 m hoch zerstreut am Hang, einige sind schwach gerundet und werden erratische Blöcke sein. Die Südwestabhänge vom Grat Hühnerberg-Hängeten sind bis zum Talboden hinunter überstreut mit erratischen Blöcken der unteren Kreide. Die Gesteine sind nicht weit von ihrer „Heimat“ auf Schneehalden, Lawinen und der Firneisdecke an ihren heutigen Ort gebracht worden. Die anstehenden Felsen, besonders die Urgonwand zwischen Grünbühl und Messmer, zeigen deutliche Glättung durch den einstigen Blauschneearm des Sittergletschers. — Von Unt.-Mesmer nach Ofen-Klusen-Seealp finden wir von 1530 m an Schutt bis 1480 m. Es ist zerstreute Grundmoräne dieses Gletschers und besteht aus Schrattenkalk und Gault. Am Weg Ofen-Klusen treffen wir auf eine Menge faustgrosse, jetzt fein verkarrte Urgonbrocken.

Wir kommen in den Seealpboden hinunter. Die Hütten von Ob-Stofel 1183 stehen z. T. auf Bergsturzmaterial. Es scheint, als ob hier einst ein Urgonsturz auf den Gletscher gefallen und nach dem Rückzug des Eises abgelagert worden wäre. Viele Blöcke sind gesprengt und zu Hütten-, Weg- und Mauerbauten verwendet worden. Für einen echten Bergsturz spricht die deutliche Umgrenzung der Blockablagerung, dagegen aber das Fehlen eines Schuttstromes. Die Blöcke, kleine bis 50 und mehr m^3 grosse, sind scharfkantig, eckig und liegen auf einem grossen Schwemmkegel, der hier nur $3-5^\circ$ Neigung hat.

b) **Großschneearm.**

Die Mulde II (89 A, Taf. 2—3) lässt sich vom SW-Säntis her über Kalbersäntis-Grosserschnee-Karren-Meggisalp bis nach dem Da hinaus verfolgen. Den Muldenkern bilden die Seewerkalke. Dieses Längstal wird beidseitig vom schmalen Gaultband und den Urgonfelsen begleitet; auf der SE-Talseite folgen darauf die Kalke der untern Kreide von G. IIIa.

Im Hintergrund dieser Synklinale liegen die Schnee- und Firnmassen des **Großschnee** (89 A, Taf. 11, 40, S. 285—287). Dieser zeigte gleiche Schwankungen wie der Blauschnee. Bei kleinem Schneestand tauchen prächtig geglättete und unter der Schneedecke schon verkarrte Rundhöcker an die Oberfläche (40, S. 286). — Durch dieses Tal hinauswandernd, kann man ferner an den Schichtflächen der Urgon- und Seewerkalkwände auf der NW-Talseite eine Menge verkarrter, einst vom Gletscher geschliffener Flächen beobachten. Man sieht jetzt noch gut erhaltene horizontale Schrammen, aber deutlicher, senkrecht zu diesen, gehen die Karrenfurchen in der Abflussrichtung des Wassers. Auf der gegenüberliegenden SE-Talseite sind die Gletscherwirkungen nicht erhalten, da dort die Schichten bergwärts eingefallen. Diese untern Kreidegesteine verwittern infolge ihrer Lage rascher und bilden eine ganze Reihe von Schuttkegeln. Beim „K“ und

„a“ des Wortes Karren liegen auf der NW-Talseite und am Hang, hinauf bis 1720 m, bräunlich angewitterte Valangienblöcke. Es ist möglich, dass von der Gegend des P. 1942 am Horstrücken einst ein kleiner Bergsturz abgebrochen ist, als der Hang noch mit Lawinen- und Firnschnee bedeckt war. Die oberen Blöcke können auch vom Lisengrat herstammen. Weiter talaußwärts, vor den Hütten Wies, liegen einzelne bis 500 m³ grosse Bergsturzblöcke von Urgon-, weniger von Seewer- und Kieselkalken.

c) Rotsteinarm.

Die Fortsetzung des tektonisch ziemlich komplizierten Tales der Säntisthur ist das Tal vom Rotsteinpass nach Oberkellen (89 A, Taf. 3). Es werden hier zwei Antikinalen in der untern Kreide angegeben. (G. III a und b).

Auch hier floss einst ein Gletscher über Oberkellen-Spitzigstein nach der Megglisalp hinunter. Gleichzeitig war auch der Nordwesthang des Kammes Rotstein-Altmann-Fählen-Türme-Freiheit ein wahrscheinlich zusammenhängender Firnhalden- und Hängegletscher. Die intensive Absplitterung hat aber auch hier fast alle Spuren ehemaliger Gletscherablagerungen verwischt und zugedeckt. Das Tal von Oberkellen ist wirklich erfüllt von fast unentwirrbaren Trümmermassen (40, S. 293 u. 301–302).

Folgen wir dem Weg vom Rotsteinpass nach Oberkellen hinunter, so sieht man auf verkarrten, einst vom Gletscher geschliffenen Schichtplatten und -köpfen anstehender Valangienkalke, eine Menge grosser Kieselkalkblöcke umherliegen. Diese sind vom Altmann-Rotstein auf dem Firn oder Gletscher heruntergerollt, event. von diesem hieher transportiert worden. Links des Weges, am Hang gegen P. 1942 und Horst P. 1857, treffen wir diese und seltener auch Urgon- und Valangienblöcke an.*). Bei ca. 1990 m ist eine wunderbar verkarrte Valangienplatte von ca. 30 m² Grösse zu beobachten, und von 1970–1900 erstreckt sich ein kleiner Moränenwall. Er mag z. T. von Lawinen oder von einem Gletscherende gebildet worden sein. Die Gesteine sind noch scharfkantig und eckig. Am gleichen Weg bei 1850 m Höhe fallen uns schöne Karren auf hellen Valangienkalken auf. Der anstehende Valangienrücken 1700–1670 m im Kessel von Oberkellen (65, S. 42) zeigt noch deutliche Gletscherspuren: es sind verkarrte Rundhöcker. Hinter den zerfallenen Hütten von Spitzigstein bis zum „k“ von Oberkellen (auf dem kleinen Höhenzug mitten im Tal) treffen wir 3–4 Moränenwälle an. Ich betrachte sie als Stirnmoräne des Fählen-Schafberg-Hängegletschers. Natürlich bringen hier die Lawinen auch Schutt und Blöcke mit, solche rollen auch über die dortigen Schneefirnhalden und durch die Steinschlagrinnen und über die Schuttkegel hinunter. Um die Hütten 1637 herum liegen vorwiegend Kieselkalkblöcke, weiter talaußwärts Valangien- und weniger Urgonblöcke. Von den Hütten 1673 südwestwärts sind stellenweise zwei Wälle sichtbar, wahrscheinlich wurde einer vom Hängegletscher, der andere vom Talgletscher abgelagert. Von der zerfallenen Hütte hinter Spitzigstein zieht sich ein kleiner Mo-

*) Auf der Karte ist noch der alte Weg eingezeichnet; der neue geht von ca. 1800 m an mehr NW (im Sinne des Aufstieges) bis auf den Kamm 1990 m hinaus und dann gegen den Rotsteinpass.

ränenwall quer durchs Tal zum Ausläufer des Höhenzuges Horst-P. 1753. Dieser wird kurz nach den Kreuzbühl-Da-Moränen abgelagert worden sein. — Die kleine Alluvialebene N der Zahl 1673 wurde gebildet von der Quelle, die beim „1“ der Zahl 1673 an die Oberfläche tritt. Ihr Wasser hatte am 16. September 1919 eine Temp. von $1,8^{\circ}$ C, 8° Th. und ca. 60 Ml.

Wir kommen ins Bergsturzgebiet von **Borsthalde-Meggisalp** (40, S. 301). Die Trümmer bestehen vorwiegend aus Kieselkalk, etwas Pygurusschicht, Valangien-, Schratten- und event. Oehrlikalk. Zwischen Bötzekopf P. 1913 und Borsthalde, aus der Lücke P. 1866, floss einst ein Gletscher in die Megglisalp hinunter. Dieser lagerte zwei prächtige Stirnmoränen ab. Der äussere Wall liegt quer zum heutigen Säntisweg und schneidet ihn bei 1540 m Höhe. Hier ist ein Aufschluss: die Gesteine, meist Kiesel-, Valangien- und Schrattenkalk sind oft gut gerundet, ihre Dimensionen bis faustgross. Etwas tiefer folgt eine kleine ca. 50 m breite Terrasse und bei 1530 m Höhe ein zweiter Absatz, einem flachen Moränenwall entsprechend. Zwischen Spitzigstein und Lücke 1866 sind einige undeutliche Absätze sichtbar (event. Moränenstufen?).

Nach dem vollständigen Rückzuge dieses Gletschers wird der **Meggisalpbergsturz** abgebrochen sein. Dieser hat hinter dem Gasthaus Megglisalp bis zu den Alphütten Wies einst einen kleinen See abgedämmt, der heute zu einer sumpfigen Alluvialebene geworden ist.

d) **Bötzelarm.**

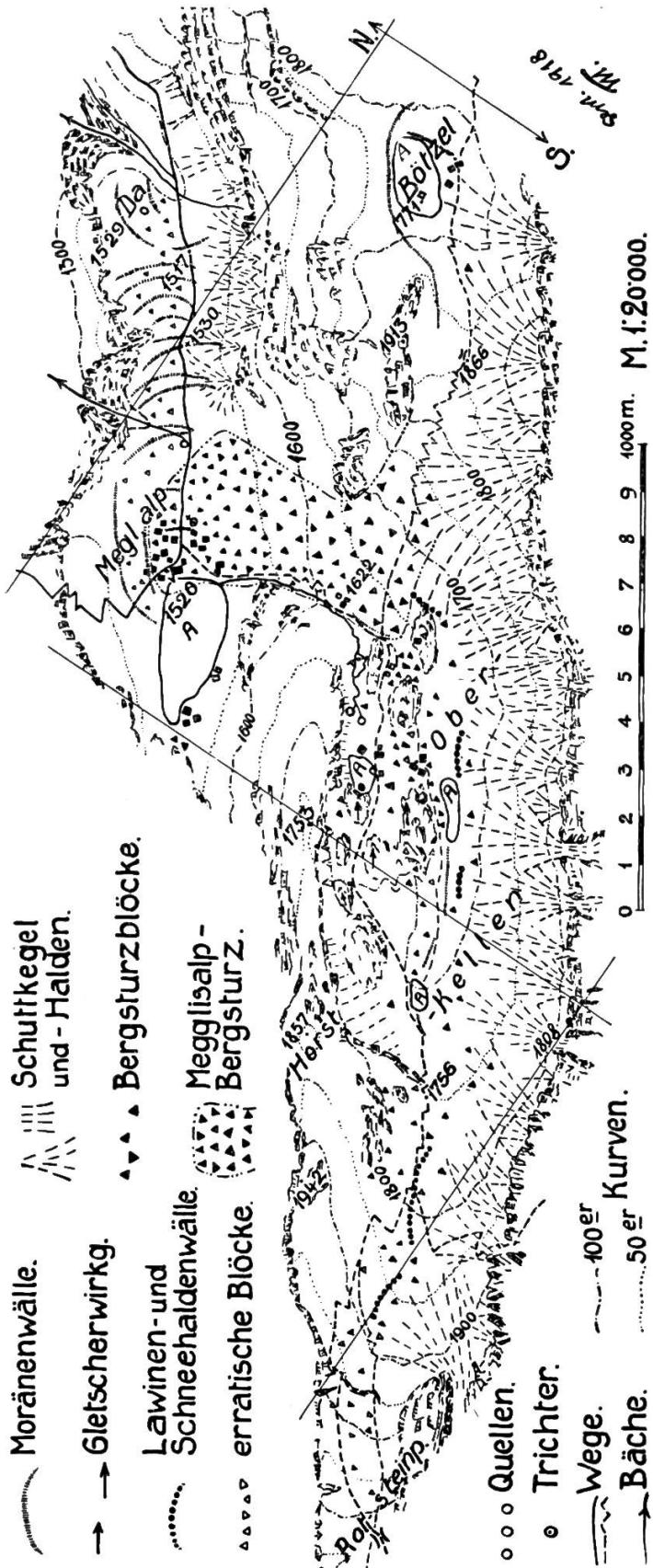
Der Bötzelgletscher lagerte im „Da“ beim Kreuzbühl zwei Endmoränen auf dem anstehenden Seewerkalk ab. Zum äusseren Wall gehörend kann man noch die linke W-Seitenmoräne zählen. Im Bötzel liegt ein äusserer, deutlicher Moränenwall quer zur Gletscherrichtung und ein innerer (auf der geologischen Karte als Lawinenmoräne angegeben), auf dem die Hütten der Alp stehen. Ich bestreite nicht, dass man zur Erklärung der Entstehung dieses letztern Walles auch Lawinen beziehen darf. Vom Sattel P. 1866 und von den Nordhängen der Freiheit her muss ein Gletscher geflossen sein (40, S. 301), der jenen deutlichen Wall von 1860 m an durch das „f“ des Wortes Bötzekopf und durch die zweite „7“ der Zahl 1771 (95) zurückgelassen hat. Ein letzter Wall liegt in der Längsrichtung des Bötzelgletschers und geht von den Hütten bis zum äussersten Stirnmoränenwall. Dieser letzte Wall darf event. als Mittelmoräne, die von den Gletschern aus Lücke 1857 und von Hundstein-Freiheit gebildet wurde, angesehen werden.

Die mittlere Oberflächenhöhe der Täler des Großschnee-, Rotstein- und Bötzelarmes beträgt 1830—1900 m, entspricht also genau der Schneehöhe, die für das Gschnitzstadium angegeben wird (1800—1900 m). Die Eismassen dieser Gletscherarme standen mit ihren untern Gletscherzungen in dieser Zeit im Kreuzbühl und Da.

Der Verlauf dieser Moränenwälle ist in der Spezialkarte 1:10,000 (depon. E. T. H. Zürich) so genau als möglich eingezeichnet.*.) Wir haben auch hier die Ablagerungen zweier Gletscher vor uns (32, S. 133 u. f., 40, S. 291, 89 A., Taf. 10). Der Hauptgletscher kam durchs Tal von Oberkellen, ein kleiner Hänge-

*) Siehe beist. Taf.

Schuttablagerungen im Gebiet von Oberkellen - Megglisalp - Kreuzbühl - Da.



gletscher vom Hundstein über Bötzl, Trüest ins Da hinunter. Der Hauptgletscher lagerte in der Gegend von Kreuzbühl (1520 m) sieben annähernd parallele Endmoränen ab. Einige gute Aufschlüsse sind im Hügel P. 1520, am Strässchen und beim „p“ des Wortes Megglisalp (84). Wir finden hier gut gerundete Kieselkalke, etwas Pygurus- und Valangiengesteine, selten Schrattenkalk. Seewerkalk- und Gaultgerölle fand ich keine, und daraus schliesse ich, dass dieser Gletscher, der die „Kreuzbühl“-Moränen gebildet hat, von Oberkellen-Rotstein herkam und nicht aus dem Tal Wies-Karren-Großschnee. Der letztere Gletscher (Wies-Großschnee) muss damals schon zurückgeschmolzen sein, oder sein Moränenmaterial, das gewiss auch aus Seewerkalk besteht, ist zugedeckt worden.

Alle diese vereinigten Eismassen des Schwendearmes flossen zur Bühlzeit noch durch das Tal des Seealpsees gegen Wasserauen hinaus und erhielten von beiden Talhängen Zuflüsse. Wir nehmen diese letzteren in unsere Besprechung auf und machen einen ersten Abstecher vom Seealpsee in die Altenalp; dann folgen wir der Seealpseemulde bis Hüttenalp und machen von hier aus einen zweiten Abstecher in das Kar des einstigen Mans-Mar-Gletschers hinauf.

e) Altenalp-Hängegletscherchen.

Von der Kar-Nische Schäfler-Läden-Sattel 1813 gegen Altenalp hinunter muss zur Gschnitzzeit ein Hängegletscher gegen die Seealp hinunter geflossen sein. Diese Nische liegt ganz in Unterer Kreide, ihre steile Rückwand wird von Valangienkalken gebildet. Nur sehr spärlich sind die Moränenreste.*). Ein guter Aufschluss ist unter der Zahl 1594 E Altenalp bei der Alpmauer. Es sind dort eckige und kantige, feine, faust- bis $\frac{1}{2}$ m³ grosse Valangien- und event. Oehrlikalkbrocken durch kalkhaltiges Sickerwasser zusammengekittet. Zwischen den einzelnen Steinen sind grössere Zwischenräume; die weissen Kalkhäutchen sind $\frac{1}{2}$ —2 mm dick. Die beiden Moränenwälle kommen nahe zusammen und sind nur getrennt durch die Bachrunse, die durch das „e“ des Wortes Lauberkopf geht. Die W-Moräne lässt sich S des Weges Altenalp-Lötzlisalp bis unterhalb P. 1614 verfolgen. — Auch die Lötzlisalp, begrenzt vom Steckenberg P. 1817, SW-Türme, vordere Wagenlücke und P. 2052 der Hängeten, scheint eine Karnische zu sein.

Wir steigen wieder zum Seealpsee (89 A, Taf. 17) hinunter und bemerken da und dort an den höhergelegenen Seewer- und Gaultkalken Gletscherwirkung. Der Moränenaufschluss am Strässchen Seealpsee-Wasserauen, gegenüber Reslen (40, S. 291) (beim Wasserschloss) liefert uns gut gekritzte und gerundete Gerölle. Am Gault- und Seewerkalk gegen Kobel 1111 m hinunter sind horizontale Gletscherschrammen und glattgeschliffene Flächen sichtbar.

f) Mans-Mar-Hängegletscher.

Die Kar-Nische Mar, begrenzt von P. 1543, P. 1551, Bogartenkopf, Bogartenlücke, P. 1542 (89 A, Taf. 31), ist stark mit Schutt gefüllt, scheint

*) Diese Wälle werden z. T. von Lawinen genährt, erste Anlagerungen werden die kl. Kargl. zurückgelassen haben. (Alphütten Altenalp stehen auf einer Moränenterrasse.)

aber nach ihrer Form z. T. durch einen Kargletscher gebildet worden zu sein. Sie ist quer zum Streichen der Untern Kreideschichten eingeschnitten und wird von einigen Brüchen und auch vom grossen Sax-Schwende-Querbruch durchschnitten. Von der Bogartenlücke gegen Mar hinunter liegt ein kleiner Bergsturz von z. T. recht grossen Schrattenkalkblöcken. Beidseitig des Quellbaches von Mar ist ein Stirnmoränenwall sichtbar. Weiter unten, zwischen obigem Bach und seinem ersten Nebenbach, von P. 1118 bis 1300 m hinauf, ist deutliche Grundmoräne aufgeschlossen. (Der Weg Kl. Hüttenalp-Mans ist in Grundmoräne angelegt) (40, S. 291, 88). Folgt man dem Schrennenweg, so sieht man beim Eintritt in den Wald (nach Kl.-Hütten) diesen in Moräne eingeschnitten. Der „Marbach“ selbst hat sein Bett in anstehenden Seewerkalk eingefressen. Am Weg bei ca. 1825 m Höhe ist ein Quellbrunnen, und in seiner Umgebung findet man ganz gerundete und gekritzte, faust- bis kürbisgrosse Schratten-, Seewer- und etwas Gaultgesteine. (P. 1118 ist wieder anstehender Seewerkalk).

Auf den Schichtflächen des Seewerkalkrückens von Wald 1190 bis P. 1225 ist Gletscherwirkung sichtbar. Die nackten Felsen sind glattgeschliffen und nachher verkarrt worden. — Der kleine Seewerkalkkamm P. 1191 ist auf seiner NE-Hälfte mit Moränenmaterial bedeckt. Es liegen dort Kieselkalk-, etwas Pygurus-, Seewer- und Valangiengesteine umher. SW der Hütten von Wald 1190 bis nach der Höhenkurvenzahl 1200 beobachten wir einen gut ausgebildeten kleinen Moränenquerwall. Er besteht aus Kiesel-, Schratten-, Seewerkalk- und etwas Pygurus- und Valangiengesteinen. Der Wall ist nur 1—2 m hoch, aber scharf ausgebildet. Seiner Form nach muss er vom Sittertalglatscher abgelagert worden sein.

Einige Stirnmoränen des Mans-Mar-Hängegletschers sind in der Hüttenalp sichtbar (40, S. 291). Quer zum Schrennenweg bei Grosshütten und diese umfassend liegt ein Moränenwall. Ein weiterer ist zwischen Gross- und Kl.-Hütten auf dem Seewerkalkrücken abgelagert worden. Ebenso ein solcher von Kl.-Hütten 1201 gegen den „Marbach“ hinunter. Die Gebäude von Kl.-Hütten stehen auf diesem letzteren Wall. Nach dem Rückzug des Margletschers, event. noch auf den Gletscher, ist ein grobblockiger Bergsturz herunter gekommen, der im Wald zwischen Gross- und Klein-Hütten liegen geblieben ist. Es sind bis hausgrosse Urgon-, weniger Valangiengesteine.

g) Endmoränen des Haupt- oder Schwendebacharmes.

Die vereinigten Eismassen des Schwendebachgletschers bewegten sich durch das Tal hinaus; seine Gletscherzung stand während des Bühlstadiums beim Weissbad draussen. Die schönen Moränenwälle werden nun Gegenstand unserer Betrachtungen sein. Zwischen dem Bahnhof Wasserauen und dem Elektrizitätswerk ist der Anfang einer grösseren Stirnmoräne sichtbar. NW der Strasse, von dieser und dem Schwendebach angeschnitten, ist ein Hügel, auf dem ein Châlet steht (S P. 879). Grosse Blöcke, meist Schrattenkalk, liegen zerstreut umher und sind als Gartendekoration wohl gut aufgehoben. Die Fortsetzung dieser Blockmoräne ist auf der andern Talseite gut erkennbar. Sie zieht sich S vom Schwemm-

und Schuttkegel Katzensteig zum Schrennenweg hinauf. Dieser ist quer zum Moränenwall eingeschnitten (40, S. 290). Der Wall selbst ist sichtbar von 930 bis ca. 1020 m Höhe; die Moränenablagerungen aber gehen bis 1070 m am Schrennenweg hinauf. Die meisten Säntisgesteine sind vertreten und alle, kleine bis gut kopfgrosse, sind schön gerundet und gekritzelt. Im Rässenaueli wird jetzt der dort anstehende Kieselkalk abgebaut. Ueber diesem musste erst die schwache Moränendecke abgetragen werden.

Nun kommen wir in die Alluvialebene Wasserauen-Schwende (89 A, Taf. 16). Hier war einst ein grosser See, abgedämmt von der riesigen Stirnmoräne hinter dem Weissbad. „Es scheint, dass diese Moräne nur von dem vom Säntis über den Seelalpsee und Schwendi vorrückenden Arm abgelagert worden ist, und dass die beiden andern Arme aus dem Tale des Weissbaches und dem Tale des Brülbaches schon weiter zurückgeschmolzen waren“ (32, S. 94—95). Auch die Kiesanschwemmungen im Zungenbecken dieser Moräne betrachtete schon Gutzwiller als im Wasser abgelagerte Schichten. Der Abhang Alpberg-Sönk bis gegen Klein-Leugangen ist übersät mit Säntiserratikum. Der Höhenzug Klein-Leugangen bis Kurve 1040 ist überdeckt mit Seewer-, Schratten- und Kieselkalken. Von Scheienegg nordwärts darf man das ganze Gelände bis zum Talboden des Schwendebaches und der Strasse Brülisau-Weissbad als Obermoräne kartieren. Sie wird einzig vom Seewerkalk des Klammeneggzuges unterbrochen. Die grossen Blöcke häufen sich gegen die Loosmühle hinunter. Hier durchbrach der Schwendebach die Stirnmoräne (40, S. 290); der Talboden hinter derselben ist heute ein fruchtbare Land; nur noch selten finden wir Torfboden. Auf der W-Talseite gehen die Moränenablagerungen über Fötschen-Ebnet-Bellisweid bis Ober-Horn P. 943.

Die mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes, vom Weissbad bis zum Einzugsgebiet des Schwendebachgletschers, lässt sich zu gut 1600 m berechnen. Diese Höhe entspricht der Bühleis-Schneegrenze. Es sind uns in diesem Gebiet deutlich die Ablagerungen der drei Rückzugsphasen der letzten Eiszeit erhalten geblieben (73, S. 438—439):

Bühlstadium: Moränen bei Weissbad und Katzensteig, event. noch Hüttenalp.

Gschnitzstadium: Moränen im Da, Kreuzbühl, Megglisalp, Bötzal und Altenalp.

Daunstadium: Moränen unterhalb dem Blauschnee, die aber schon zum grössten Teil der historischen Zeit angehören.

3. Vergletscherung der Widderalp-, Fählen- und Sämbtiserseegegend.

Aeusserst spärlich sind in diesem Teil des Säntisgebirges die Gletscherablagerungen. Aus dem Tale der Widderalp und aus der Fählenalp floss während des Bühlstadiums je ein Gletscherarm. Diese vereinigten sich E des Sax-Schwendebruches zum Sämbtisergletscher.

Das Tal Grub-Widderalp-Kalberweid beginnt bei Sattel 1857 und senkt sich in zwei Stufen zum Rheintaler Sämbtis hinunter. Wir befinden

uns hier im Gewölbe III (89 A, Taf. 3), das von einigen Teilgewölben gebildet wird. Wandern wir dieses Tal hinaus, so treffen wir bei ca. 1780, 1770 und 1760 je zwei 50–80 m³ grosse Urgonblöcke an. Weiter bis 1680 m, hinter den Hütten der Widderalp, sehen wir wieder ca. ein Dutzend 1 bis 10 m³ grosse, gleiche Blöcke. Sie werden von den W-Ausläufern des Hundstein abgestürzt sein (40, S. 302). Von den Alphütten an abwärts bis Scherer liegen eine Menge Urgonbergsturzblöcke. Wir beobachten dort auch einige kleine Wälle, bei 1610, 1600 und bei 1590 m einen deutlichen Querwall. Am Weg fliesst in einer Höhe von 1620 m eine Quelle aus. Bergsturz- und Moränenmaterial sind hier stark gemischt und nicht deutlich zu trennen. Ich glaube doch, dass hier zur Gschnitzzeit ein kleiner Gletscher endigte (mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes ca. 1800 m).

Betrachtet man vom NE-Ende des Fählensees (89 A, Taf. 36) das Tal zwischen Altmann und Kraialpfirst, so sieht man zwischen zwei Synklinalen von Seewerkalk eine Urgon-Antiklinale. Das Tal ist glatt ausgeschliffen, und zwischen grünen Wiesen ist ein Stück fast vegetationslos. Es ist die Kehle von Kraialppas gegen Häderen (1732 m) hinunter. Möglicherweise gibt dieses kahle Stück die ungefähren Grenzen des ehemaligen Gschnitzgletschers dieser Gegend an (mittlere Oberflächenhöhe ca. 1900 m).

Auf der Ostseite des Altmann gegen die Fühlentürme und hinunter bis zum Wildseeli beobachten wir eine schöne, verkarrte Rundhöckerlandschaft. Beim ersten „e“ des Wortes Flecken ist ein Trichter ausgelaugt von ca. 30 m Durchmesser und meist mit Schnee gefüllt.

Beidseitig des Talbodens der Fählentalp bis zum See hinunter reiht sich ein Schuttkegel an den andern. Zwischen 1480 und 1470 m Höhe liegt ein kleiner Bergsturzhaufen von mittelgrossen Schrattenkalkblöcken. (Am Westende des Fählensees, oberhalb des Weges, ca. 1460 m hoch, rutschte im Winter 1917/18 eine ca. 15 m³ grosse Platte ab und blieb auf dem dortigen Schuttkegel liegen.)

Die Gletscherschliffe beim Trichter zwischen Furgglenalp und Bollenwies sind bekannt (40, S. 302, 89 A, Taf. 30). Diese Mulde mag durch den Fühlengletscher ausgekolkkt worden sein. Auf beiden Seiten des Trichters wird der Moränenschutt ausgebeutet. Es liegen dort kugelige, ovale, kleine bis kopfgrosse Gesteine in feinem Sand eingebettet. Schöne horizontale Gletscherschliffe sind zwischen den beiden eingemeisselten Kreuzen und den Zahlen 20 und 21 (Walddgrenzen?) zu konstatieren. Ausserdem beobachtet man Gletscherwirkung auf anstehendem Seewerkalk von den Furgglen bis zur Rainhütte N der Staubernkanzel (40, S. 287).

Wunderschön ist der alte Seeboden vom Rheintaler-Sämbtis bis zum jetzigen Sämbtisersee (40, S. 218–219 u. 294). Noch vor relativ kurzer Zeit wird der See bis zu den Hütten vom Appenzeller-Sämbtis 1237 gereicht haben, in einer früheren Epoche bis zum Sax-Schwendebruch (89 A, Taf. 28–31). Es sind drei verschiedene Terrassen und eine Menge alter, jetzt trockener Flussläufe sichtbar (40, S. 284). Am Weg Sämbtisersee-Platte beobachten wir auf anstehendem Gault (beim „g“ des Wortes Neuweg) Gletscherschliffe. Ebenso werden solche aus dem Brültobel erwähnt (40, S. 287).

Eine schöne, lange Seitenmoräne legt sich von Gruben über Neuhütte bis halbwegs nach Obergatter an das Wänneli-Hohenkasten-Gewölbe an (40, S. 291). Von den drei Hütten um P. 1373 von Gruben bis oberhalb Neuhütte ist ein deutlicher Wall sichtbar, der flach bergwärts und steiler talwärts geböscht ist. Seitenmoränen sind ja immer auf der innern Seite (Gletscherseite) steiler als auf der äussern. Gehängeschutt und Lawinenmaterial haben hier die äussere Böschung ausgeglichen und abgeflacht. Die Moräne besteht vorwiegend aus Seewer- und Schrattenkalk; sie ist ein Rest der rechten S-Seitenmoräne und des Sämbtis-Talgletschers. — Die Umgebung von Brülisau und der ganze Westabhang vom Fähnernspitz bis ins Tal der Sitter ist stellenweise mit Moräne bedeckt (32, S. 96). Wir beobachten auf dem weniger fruchtbaren Flyschboden da und dort schöne, grüne Wiesen, die unzweideutig auf Moränenunterlage schliessen lassen.

Die spärlichen Moränenreste dieser Alpen werden zur Zeit der Gschnitz-, Bühlstadien oder event. früher abgelagert worden sein. Es sind viel zu wenig Stirnmoränen in diesem Gebiet erhalten geblieben, als dass man, gestützt auf diese, zuverlässige Schneegrenzenbestimmungen anstellen könnte.

D. Beiträge zum Verbreitungsgebiet des Rheingletschers.

Gegenwärtig ist die rein geographische Wasserscheide zwischen Rhein und Thur bei Wildhaus und zwar durch folgende Linie bestimmt: Ross-egg 1335, Hartmannsweid, Obere Kirche Wildhaus 1107, Ostende Munzenried (9. Taf. 11), Weg Bühl-Grossrüti, zwischen dem zweiten „s“ und dem „w“ des Wortes „Rosswald“.

Wir machen zwei geographische Exkursionen; einmal verfolgen wir die Wildhauserthur ins Toggenburg hinab, ein andermal die Simmi und ihre Zuflüsse in den Rhein.

Die Wildhauserthur entwässert das Hochmoor des Munzenriedes (25a, Karte) und die z. T. mit Moräne bedeckten Flyschhänge der Schwendi. In junger, wilder Erosionsschlucht springt sie nach Unterwasser hinunter, nimmt im Tobelbord das Wasser vom Schwendisee, aus der Iltiosalp den Nasbach und drei weitere kleine Bäche aus dem Herrenwald auf. Alle diese verschiedenen Bäche schwemmen seit Jahrtausenden eine Menge Schutt und Schlamm in die grosse Alluvialebene von Unterwasser-Alt St. Johann und drängen die Säntisthur an den Nordrand des Tales. Erst beim Klosterbord vereinigen sich heute diese beiden Hauptzuflüsse und fliessen (von nun an Thur genannt) das Toggenburg hinaus.

Wir befinden uns hier in einem typischen Längstal (40, S. 509, 20, S. 47). Die obern Kreideschichten bilden den Churfürsten-Nordabhang, biegen im Waldgürtel langsam rechtwinklig ab und stossen sonnenhalb im Toggenburg wieder auf. In dieser Mulde, besonders im obern Teil, liegen noch mächtige Eocänmassen.

Betrachten wir nun das Einzugsgebiet der Simmi. Aus dem Gulmengewölbe sammelt sie ihr Wasser in vier Armen und führt es durch eine enge, wilde Erosionsschlucht dem Rheine zu. Ein Bach entwässert die

Bodenalp, ein anderer Bannwald-Teseltal, ein dritter entspringt einem Quelltümpel ca. 150 m N der oberen Kirche von Wildhaus und hat sich einen relativ tiefen Graben ausgefressen, der vierte Bach (hier schon Simmi genannt) entwässert den Schönenbodensee. Dieser wird gespeist von zwei Bächen, die aus dem Flyschgebiet der Oberhagalp kommen, sich im Schönenboden vereinigen und genau westwärts fliessen. Die rechtwinklige Richtungsänderung dieser beiden Bäche mag im Zusammenhang stehen mit einer undeutlichen Rhein-Seitenmoräne, die vom Nummuliten-Lithothamnienriff Wildenburg aus sich nach E ausdehnt und den Schönenbodensee abdämmt (40, S. 292). Heim beobachtete hier nicht selten Puntaiglasgranite aus dem Bündner-Oberland. Der nächste Zufluss der Simmi, von N her, kommt ebenfalls aus der Oberhagalp, vereinigt sich in der Letzi mit dem „Langrietbach“ *) und fliesst direkt südwärts der Simmi zu. Weiter nach E treffen wir den „Birkenmoosbach“ **), der auch direkt südwärts zur Simmi fliesst.

Wir befinden uns hier in einer ausgedehnten Flyschlandschaft, die der Gegend ihr typisches Gepräge gibt.

Denken wir uns in eine frühere Periode der Erdgeschichte zurück, so ist folgendes zu berücksichtigen: die Säntisdecke wird keine ebene Unterlage gefunden haben. Die vielen Brüche, die Depressionen der Falten im West- und Ostende, das plötzliche Aufsteigen des Wildhauser Schafberges und der mittlern Säntisregion veranlassen uns zu dieser Annahme (40, S. 450—460 u. Lit.-Angabe). — „So bedeutet die Stelle, wo der Rhein die Alpen verlässt (89 A., Taf. 42), tektonisch eine Depression aller Falten im Streichen“. „Ist diese Depression ein altes Tal? Ist hier ein Stück Urrhein überschoben, das später mit der überlagernden Decke und dem ganzen Alpenkörper rückgesunken ist? Traf hier die Ueberfaltungsdecke bereits ausgebildete Wasserläufe vor, und fand hier, am äussersten Alpenrande, die Ueberschiebung demnach an der Oberfläche des Festlandes statt?“ (40, S. 603—612). Dieser Theorie steht die Penck'sche gegenüber: „Das heutige Rheintal ist nicht durch Einsinken oder Verbiegen, sondern durch Uebertiefung eines ältern hervorgegangen“ (73, S. 435). — Ich kann mich hier nicht näher auf diese, schon vielfach heiß umstrittenen Fragen einlassen, möchte nur bemerken, dass ich zur ersten Theorie stehe und nicht begreifen kann, dass der Rheingletscher dieses Tal übertieft haben sollte. Das Einsinken der Säntisdecke beim Rheindurchbruch ist Tatsache, ebenso die stehengebliebenen Inselberge zwischen Oberriet und Götzis (40, S. 598—603 u. 89 A, Taf. 42).

A. Ludwig stellt von anderm Standpunkt aus ähnliche Betrachtungen an. „Vom Säntis aus gesehen, macht auch das obere Toggenburg (etwa vom Leistkamm-Häderenberg-Schindelberg an) durchaus den Eindruck, dass es sich in früherem Stadium der Talbildung über Wildhaus nach dem Rhein entwässerte“ (61, S. 241). In diesem Fall hat die rückwärts erodierende Thur die Wasserscheide zum Rhein nach Wildhaus verlegt. Ich kann mir nicht recht vorstellen, wie diese Annahme mit der Tektonik

*) So nenne ich künftig den Bach, der das Langried entwässert und auch seine Nebenbäche, die von Ober-Wies (Oberhagalp) herunterkommen.

**) Name für den Bach, der das Birkenmoos entwässert.

des Untergrundes in Einklang zu bringen wäre und glaube eher, dass Thur und Simmi vereint die Schwelle von Wildhaus abgraben und langsam tiefer legen. Ihre geographische Wasserscheide wird nur im kleinen Ausmass geschwankt haben. Heute ist das Gefälle der Wildhauserthur (von Wildhaus bis Unterwasser) auf ca. $3\frac{1}{2}$ km Länge 130 m, d. h. 3,7%, das der Simmi (von Wildhaus nach Gams) auf ca. 6 km 530 m, d. h. 8,83%. (Errechnet man die mittlere Höhe der fünf Quellarme, so erhält man sogar ein Gefälle der Simmi von 9,3%). — Hieher gehören auch noch folgende Fragen:

Verlängert man den Oberlauf der Simmi vom Schönenboden (ca. 1120 m) N des Riffes Wildenburg vorbei, so kommt man direkt nach Wildhaus (ca. 1100 m). Ist das vielleicht der Oberlauf der Wildhauserthur, als diese die Oberhand über die Wasserscheide hatte? Ist das eine alte Wasserrinne, abgedämmt durch die rechte Rhein-Seitenmoräne? — Gegenwärtig haben die Quellarme der Simmi die grössere talbildende Macht in diesem Gebiet. Ist die Gefälldifferenz von Simmi und Thur ein direkter Beweis für obige Annahme?

Zur Zeit der Maximalwürmvergletscherung wird die Schneegrenze auf 1000 m angegeben (40, S. 617—618). Der Rheingletscher floss also längs des Säntisgebirges unter der Firndecke, lagerte somit wenig Moränenmaterial ab. Ist es nicht möglich, dass einige Findlinge der Riss-Eiszeit zuzuschreiben sind? Penck berechnet die Riss-Eisoberfläche (aus Analogie und bei Annahme gleichen Oberflächengefälles) zu 100 m höher, bei Wildhaus also 14—1500 m (73, S. 416, 227, 247, 428). Dass der Rheingletscher diese Schwelle überschritten hat, ist bekannt (32, S. 118—119, 136). Die Moränenaufschlüsse oberhalb Waisenhaus (zwischen Lisighaus und Wildhaus), ferner im Munzenried am Fahrweg gegenüber dem Nummulitenriff Eggewäldli, P. 1050, und die diesem Riff von W angelagerte Moräne, sind bekannt (32, S. 140, 87, 20, S. 56—60, 84). — Es ist klar, dass die Lokal-gletscher der Churfürsten und des Säntisgebirges das Rhein-Erratikum zugedeckt haben, und dieses kann somit nur spärlich vorhanden sein. Auch sind viele Findlinge zu Bauten aller Art verwendet worden. Sicher ist, dass der Würm-Rheingletscher-Lappen nicht über Unterwasser hinausging; die noch tiefer talabwärts aufgefundenen Bündnergesteine sind vom Thurgletscher übernommen oder von der Thur direkt verschwemmt worden.

Als Ergänzung zu früher Publiziertem seien folgende Beobachtungen mitgeteilt: Auf der Strasse Lisighaus-Kühboden, ob dem Tobelweidli, fand ich ein kleines Dioritgeröll, es lag 1100 m hoch. — Den obersten Amphibolit sah ich an der Strasse Unterwasser-Schwendi (20, S. 59) in die Stützmauer eingebaut (Höhe 1135 m). Im Tobel der Wildhauserthur, zwischen Munzenried und Unterwasser liegen viele, bis 1 m³ grosse, vollständig gerundete Rheingerölle, z. B.: Puntaiglasgranite, Grünschiefer, Sericite und eocäne Oelquarzite. Die noch weiter Thurtal abwärts verschwemmt Bündnergesteine erwähnte ich anlässlich der Besprechung des Thurgletschers.

Nun wandern wir von Wildhaus der Strasse nach in das Flyschgebiet der Oberhagalp, machen Abstecher Richtung Gams und folgen dann erst dem Südfuss des Gulmen-Kreuzberggewölbes in die Gegend von Frümsen bis Sennwald (32, S. 118—119, 93, 43, S. 216—221).

Bei der Einmündung des Bodenalpweges in die Fahrstrasse Wildhaus-Schönenboden liegt ein grüner Diorit von gut Kopfgrösse. Vergeblich suchte ich im Strasseneinschnitt neben der Kirche 1107 m Wildhaus nach Bündnergesteinen. Es erstreckt sich ein langer Moränenwall (84, 93) von Steinrüti zu dieser Kirche und darüber hinaus gegen die Lochmühle. (Genau in seiner Verlängerung stehen das Riff Wildenburg und die Moräne von Seewies). Ich glaubte zuerst diesen Wall als Stirnmoräne eines kleinen Gletschers, der aus der Bodenalp herausfloss, deuten zu müssen. Seine Zunge wird nach dem Rückzug des Rheingletschers nochmals vor gestossen sein (20, S. 60). Neuerdings neige ich dazu, diesen Moränenwall als rechte Rheinseiten-Moräne zu deuten. Das Fehlen von Bündnergesteinen im wenig tiefen Strasseneinschnitt, E der Kirche 1107, erklärt sich ohne weiteres dadurch, dass hier lokal die Rheinseiten-Moräne, von der Bodenalpgletscher-Stirnmoräne verdeckt, in der Tiefe ruht.

Ungefähr 220 m E des Gasthauses Schönenboden (in die Strassenmauer eingebaut) finden wir einen grob-kristallinen Granitblock. Bei den Häusern von Eberboden ist ein in Ausbeutung begriffener Schotterhaufen von Urgongesteinen und unmittelbar N P. 1135 liegt ein Urgon-Blockzug unter dem „den“ des Wortes Schönenboden. — Es sind zur Erklärung dieser Massen vier Möglichkeiten offen:

1. Bergsturzblöcke, vom Gulmengewölbe abgestürzt.
2. Säntislokalmoräne.
3. Vom Lokalgletscher verfrachtete Massen.
4. Gesteine, über Eis, event. Schnee oder Firn abgerollt und von der rechten Rhein-Seitenmoräne aufgehalten.

Die Gesteine sind scharfkantig, eckig; Bündnererratikum habe ich keines gefunden. Ihre Grösse schwankt vom Sandkorn bis zu einigen m^3 . Faust- bis Kopfgrösse ist vorherrschend. Den Hügel bedeckt eine 0 bis 15 cm mächtige Humusschicht.

Wandern wir weiter, so sehen wir beim „o“ und „d“ des Wortes Eberboden eine erste Brücke über den Langrietbach. Hier ist in ca. 1150 m Höhe ein guter Aufschluss in Grundmoräne entstanden. Die Gerölle sind gekritz und gerundet. Neben Säntisgesteinen notierte ich hier: Albula-granit (femische Komponenten stark zersetzt), Amphibolite, Gneis mit lenticularer Textur, weisser Aplit, grüner Diabas-Porphyr, violetter Verrucano, hellgrüner, sericitisierter Verrucano, dunkler, spätiger Kalk mit Glaukonitkörnern, aber ohne Nummuliten. — Direkt am Ende der Fahrstrasse Wildhaus-Schönenboden (nach der Brücke über den Langrietbach) ist ein Aufschluss in Grundmoräne. Es liegen dort gut gekritzte und gerundete bis $1/2 m^3$ grosse Rheingletscher-Gerölle. Die makroskopische Bestimmung ergab: Grünschiefer, Aplite, eocäne Qelquarzite und eocäne, grobkörnige Quarzbreccien neben Säntisgesteinen aller Art.

Begeht man von hier aus das Flyschgebiet der Oberhagalp, so sieht man da und dort einheimische und fremde erratische Blöcke aus dem sumpfigen Boden auftauchen. Einige sind 2—3 m^3 gross, ihre abgerundeten Kanten und Ecken lassen auf Eistransport schliessen. Neben Gault, Schratten-, Kieselkalk und Flyschsandstein-Blöcken liegen hier auch

Bündnergesteine, so beim Strässchen vor der letzten Brücke ein Puntai-glasgranit mit herausgewitterten Feldspäten, und ein Amphibolit. Wo die Höhenkurve 1200 m die Waldgrenze W des Langrietbaches schneidet, liegt ein Granitblock. Vor den W-Alphütten Wiesli zählte ich fünf bis kopfgrosse, ganz runde Albulagranite. Zwei Gneise liegen auf einer Höhe von ca. 1265 m gegen die Hütten von Eggli hinauf.*)

Wir kehren zurück, kreuzen den Langrietbach und wandern quer durch das Hochmoor Birkenmoos. — Beim „m“ dieses Wortes auf 1200 bis 1210 m Höhe findet man z. T. grössere Blöcke von sericitisiertem, grünem Verrucano, Amphibolite und Granite auf anstehendem Flysch. Daneben liegen Nummuliten-Grünsande, Flysch-Breccien und Sandsteine.

Nun wenden wir uns dem Gamsberg zu, machen einen Abstecher von Kühnenschwendi durch den Hinterwald nach Wanne (670 m) und folgen dann der Strasse Wildhaus-Gams hinunter. Ich notierte vor und nach P. 1012 kristalline Blöcke und auf 960 m einen Granit neben grossen Flyschblöcken. Im Bach, N Rüti 836, finden wir einen Gneisfindling auf anstehendem Flysch. Wandern wir den Weg Rüti 836, Weberhäuser-Wanne, so beobachten wir bei Kurve 800 einen Albulagranit, noch mehr kristalline Gerölle auf 780, 70, 50, 35, 12 und 710 m Höhe.

Bei genauer Begehung dieser Gegend würden sicher noch eine Menge erratischer Blöcke gefunden werden, die einst vom Rheingletscher hier abgelagert wurden (93). — Wir setzen unsere Reise fort, wenden uns in die Kuhweid hinauf und folgen dem Alpweg Lochalp-Abendweid-Gadölalp. Bei dieser Gelegenheit sollen auch die unbedeutenden Lokal-Moränenablagerungen Berücksichtigung finden. Oberhalb der Hütten von Kuhweid P. 1086 liegen neben vielen, gut gerundeten Schratten-, Seewer- und Neokomblöcken auch Bündnergesteine auf ca. 1120 m Höhe. Der Weg schneidet vor seinem Eintritt in den Wald einen Seitenmoränenwall an, und treffen wir neben Breccien und Glimmersandsteinen der Flyschformation auch gut gerundete Amphibolite und feinkörnigen Granit. Diese und folgende Findlinge sind faust- bis kopfgross. Am Waldweg Kuhweid-Lochalp (1178 m) liegt ein Albulagranitbrocken unter vielen Sandsteinen, Grünsanden und Oelquarziten aus dem Flysch. Den obersten Fremdling dieser Gegend, einen grünen Granit, fand ich am gleichen Weg bei 1192 m Höhe.

Alb. Heim erwähnt in der Lochalp einen Bergsturz und Moränenablagerungen (40, S. 292). Es liegen dort eine Menge Seewer-, Schrattenkalk- und Flyschblöcke. Die Moränenwälle verlaufen annähernd parallel in der Richtung gegen Kuhweid. — Des weitern verlaufen von der Abendweid hangabwärts zwei Moränenwälle. Beim P. 1288 sah ich riesige Seewerkalkblöcke. Am neuen Weg Abendweid-Schäferwald (95 nicht eingetragen) sind Schratten- neben Seewerkalkblöcken vorherrschend, und bei 1120 m fand ich einen Gneis mit viel grünem Glimmer.

Von Gadölalp nordostwärts und N P. 1090 dehnt sich das Ablagerungsgebiet eines kleinen Bergsturzes aus; vorwiegend ist Seewerkalk (40, S. 303).

*) Es wäre sehr zu begrüssen, wenn einige dieser Blöcke geschützt würden, sonst muss man gewärtigen, dass sie gesprengt und zu Bauten aller Art verwendet werden.

Seine Abrissnische ist am Kobel zu suchen. S des Weges NW Weid-Grüt auf ca. 1140 m Höhe sind Flysch-Grünsande anstehend, Flysch-Schiefer desgleichen von 1050 m bis zu den Hütten von Weid. Im Fundament einer Hütte ist ein Granit eingebaut; am Weg gegen Grüt liegt ein Gneisblock, und NE dieses Weges ist auf Quote 810 ein weiterer kristalliner Block. Wir kommen zur Burgruine Hohensax. Sie wurde auf eine Flyschrippe gebaut. Ferner treffen wir im Gebiet Guler-Wiesflecken-Frischenberg eine Anzahl kristalliner Blöcke neben Säntisgesteinen und Nummulitenkalken an. Letztere sind vom nahen Nummulitenriff abgestürzt. Am Bach Sax-Schlössli nach Rüti ist auf 520–550 m Höhe Flysch anstehend und darüber Moräne aufgeschlossen. — Von hier aus führt ein herrlicher Waldweg durch den Mittelwald zu den wunderbaren Kreuzbergen hinauf (89, Taf. 3, Phot. 33–34, Taf. 9).

Ein kleiner Lokalgletscher floss einst aus Roslenalp und Saxerlücke gegen die Unter alp. Die Hütten P. 1394 stehen auf einem Moränenwall, der sich direkt nach S bis 1360 m hinunter erstreckt. Der neue Alpweg ist bis 1280 m talabwärts in Moränenboden angelegt (40, S. 303).

Wir steigen jetzt zu den typischen Strassensiedlungen Sax, Frümsen, Sennwald hinunter. Zur Stützmauer der Strasse vor Gristen (Frümsen) P. 471 sind einige bis $\frac{1}{2}$ m³ grosse Bündnerblöcke verwendet worden.

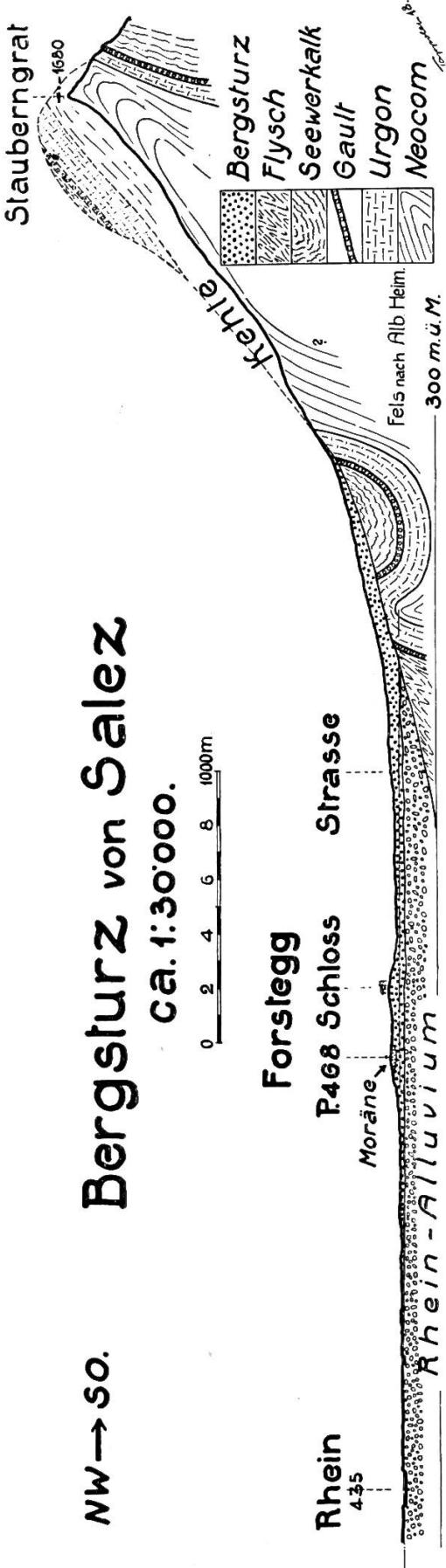
Bei der Betrachtung der geologischen Karte fällt uns die grosse Neokomfläche zwischen Alp Alpeel, Staubernfirst und Hohenkasten auf. Man muss annehmen, hier sei einst die ganze Obere Kreide abgerutscht. Wir haben es im grossen und ganzen mit drei verschiedenen Erscheinungen zu tun:

1. Schuttkegel von Leuiwald und dessen Einzugsgebiet.
2. Bergsturz von Salez.
3. Alp Rohr und Schuttkegel von Sennwald.

Am Aufbau des grossen Schuttkegels ob Frümsen (40, S. 293 u. 307) beteiligen sich alle Gesteine der Oberen Kreide, Neokom ist seltener. Am Weg oberhalb P. 756 in der Schuttrinne fand ich auf ca. 800 m Höhe ein kleines Granitgeröll.

Die Hauptmasse des **Salezer Bergsturzes** (89 A, Taf. 4, 40, S. 303–307) kam aus der Kehle herab, stürzte durch die Notenegg und breitete sich (infolge des alten Schuttkegels Rütenen) fächerförmig in die Rheinebene aus. Das Ablagerungsgebiet bedeckt die Fläche Frümsen (Ostende), Salez, Werdenberger Binnenkanal, Hof, Steinenbach, Eugstriet.

Wir begehen nun das Ablagerungsgebiet. An der Strasse Frümsen-Salez liegen Blöcke von 50 und mehr m³ Inhalt; sie sind eckig, kantig und z. T. schon verwittert. Die grob-oolithischen Kalke des Valangien sind vorherrschend, doch fehlen Schratten-, Seewer- und Gaultgesteine nicht. — Bei Bongert ist eine Kiesgrube im Rheinalluvium eröffnet. Man beobachtet deutliche Deltastruktur. Die Gesteine erreichen Faustgrösse und sind ganz gerundet; davon ist ca. $\frac{1}{3}$ kristallin, hauptsächlich Albula-Granite, Gneise und Quarzite aller Art. Im Dreieck Hölzlimad-Wieslenbach-Mühle (441 m) sind von den auf der geologischen Karte angegebenen Blöcken heute die meisten verschwunden. — Das ganze Bergsturz-Ablagerungsgebiet



S Stüdli existiert als solches nicht mehr. Die Blöcke sind wahrscheinlich zu Bauten aller Art gesprengt und verwendet worden. Beidseitig des Weges Salez-Schloss Forstegg*) beobachten wir vorwiegend Valangien- neben Urgonblöcken; Seewer-, Gault- und Neokomgesteine sind seltener. Mitten im Bergsturz-Ablagerungsgebiet fällt uns der grüne Hügel (Trig. P. 468) Schlossfeld auf. Es scheint, als ob hier fast alle Bergsturzblöcke abgeräumt worden wären. Ein Aufschluss liegt am Feldweg S des P. 468 beim „o“ von Schlossfeld.

Trotz langem Suchen fand ich hier keinen einzigen kristallinen Block oder auch nur ein kleines fremdes Geröll. Es sind kleine, bis 1 m³ grosse Säntisgesteine in fast sandfreier Ackererde eingebettet. Urgon-, Valangien-, selten Gault-, Seewer- und Neokomgesteine, sind oft deutlich gekritzelt und gerundet, kleinere ab und zu mit dünner Kalkschicht schwach verkittet.

— Ist hier eine Lokalmoräne mit dem Bergsturz heruntergekommen? Ich glaube nicht, dass der Bergsturz selbst diese Steine so gut gerundet hat; auch ist nicht anzunehmen, dass hier die Rhein-Alluvialmassen aufgewühlt worden sind, sonst müsste man hier bestimmt kristalline Gerölle, Kiese und Sande finden. — Der Salezer Bergsturz ist unter die postglazialen Felsstürze einzureihen.

Konstruiert man ein Profil durch die Mitte des Stromstriches dieses Bergsturzes, so sieht man deutlich seine drei Teile:

1. Die Abrissnische von Grat Staubern bis Notenegg ca. P. 736.
2. Schutt- und Schwemmkegel von hier bis zur Strasse Frümsen-Salez (Sturzbahn).
3. Das Ablagerungsgebiet bis zum Werdenberger Binnenkanal; (ein Teil der Bergsturztrümmer werden zum Kanal-Eisenbahndamm und Rheindamm verwendet worden sein).

*) Erbaut im Jahre 1206 und mit einem Zürcherwappen geschmückt.

Der Neigungswinkel, gemessen vom Kanal bis zur mittleren Höhe der Abrissnische (1680 m), beträgt 15° .

Die von Bergsturztrümmern bedeckte Fläche misst ca. $4,5 \text{ km}^2$.

Wandern wir auf dem scharfen Grat von Staubern weiter nordostwärts, so öffnet sich nach der Kehle vor dem Hohenkasten eine weitere Nische nach SE. Es ist die Alp Rohr*) — Auch diese Gegend scheint eine alte Bergsturznische zu sein (40, S. 303, 89 A, Taf. 4). Ihre Umgrenzung ist deutlich und geht durch folgende Punkte: Glob, Röhregg, P. 1650, Wänneli-Grat, Lücke P. 1596, und die Westabfälle des Gewölbes Hohenkasten-Läuischlatt-Kobel. Diese Nische könnte auch als Kar, quer zum Streichen der Schichten, angesehen werden. Es ist wahrscheinlich, dass die Wälle, auf denen die Alphütten Rohr 1226 stehen, Moränenwälle eines kleinen Hängegletschers bedeuten. Man könnte sie auch als Rutschwülste betrachten, entstanden auf Senonmergeln, oder als Lawinen- und Schneehalden-Ablagerungen. — Auf jeden Fall sind in den Bachrinnen Senonmergel mit Foraminiferen anstehend. Diese stark geschieferter, hell anwitternden Schichten streichen NE-SW und fallen nach SE ein. Einige Aufschlüsse sind oberhalb dem Wort Rohr von 1240—1340, andere im Rutschgebiet des SW-Baches von 1280—1340 m Höhe. Eine Menge Schutt und auch grössere Blöcke liegen auf dieser Alp zerstreut umher. — Wir steigen in die Rheinebene hinunter. Bemerkenswert sind hier folgende Funde: im Glob liegen unterhalb P. 1149 verschiedene Muskovit-Gneise, Quarzite und Granite. Daraus darf man schliessen, dass die Masse aus der Rohralp vor der letzten Vergletscherung abgestürzt ist. — Durch den gleichen Weg sind die verschiedenen Schichten der Untern Kreide aufgeschlossen. Wir kommen in das Quellgebiet von Brunnentobel (40, S. 284). Es sind hier einige Quellen für das Elektrizitätswerk und die Wasserversorgung von Sennwald und Umgebung gefasst worden. Am 27. Oktober 1918 hatten drei verschiedene Quellen eine Temperatur von $8,8^{\circ} \text{ C}$ und eine Totalhärte von $12,5—13^{\circ}$. Das Wasser kommt aus dem Fählen- und Sämtisersee (4, S. 244)**). Der grosse Schutt- und Schwemmkegel von Sennwald wird durch den Bovelbach und Mühlebach seitwärts begrenzt. Ein Teil der NE-Ablagerungen des Salezer Bergsturzes und die Masse des Schuttkegels selbst werden einst aus der Rohrnische abgestürzt sein.

Grosse Torffelder dehnen sich in dieser Gegend aus (25 A, Karte), so zwischen Frümsen und Salez, in der Waldlichtung der Galgenmad und zwischen Bad Forstegg-Strasse Frümsen und Sax-Sennwald. Beim Bad Forstegg tritt eine paludische Schwefelquelle hervor.†)

Ueberblicken wir diese Gegend nochmals. Die Hauptmasse des Salezer Bergsturzes stammt aus der Kehle. Ein Teil der NE-Ablagerungen und der riesige Schuttkegel von Sennwald werden schon zuvor aus der Rohralp abgestürzt sein. Die ersten Ablagerungen der Schuttkegel von Frümsen

*) Brunnen der Alp Rohr am 27. Oktober 1918 $7,8^{\circ} \text{ C}$, $7,5^{\circ} \text{ Th.}$ und 10 Ml.

**) G. Ambühl: Zur Fählenseefärbung. Jahrb. d. St. Galler Naturw. Ges. 1904, S. 5, 8—13.

†) Es liegen in der Galgenmad heute noch Säulen am Boden, die im Jahre 1798 auf Befehl der Helvetischen Regierung „durch Pulver“ gesprengt wurden. Werdenberger u. Toggenburger Zeitung vom 29. Juni 1906.

und Sennwald sind entschieden älter als der Salezer-Bergsturz. Ein Teil ihrer Bergsturzmassen wird auf dem Rheineis talabwärts gewandert sein, ein anderer mag in der Rhein-Alluvialebene der Umgebung begraben liegen (40, S. 307).

Wir begeben uns in das Ostende des Säntisgebirges. — Im Gebiet der Karte von E. Blumer (90) habe ich nur wenige Nachträge zu machen. Am Weg vom Freienbacherbach nach den Schwämmen hinauf liegen die bekannten, von Blumer genau beschriebenen (40, S. 624—631) und von der St. Galler Naturforschenden Gesellschaft geschützten Blöcke. Weiter W fand ich vom Schwammtobel gegen Bildsteinkopf (1160—1200) Moräne aus Bündner- und hauptsächlich Schratten- und Seewerkalkblöcken. Den obersten Findling, einen gefleckten Amphibolit, traf ich auf 1230 m Höhe an. Zwischen Forst 1273 und Fähnernboden, im N-Galgenbach, liegt ein dunkler Biotit-Augengneis von ansehnlicher Grösse. In der Moräne von Fähnernboden 1211 nach Loos 1053 findet sich ein grobkörniger Granit neben Flyschgesteinen. Besonders die kristallinen Findlinge und die schon von Gutzwiller unterhalb Appenzell aufgefundenen Erratika sprechen für ein Ueberfluten des Rheingletschers über den Sattel von Eggerstanden ca. 900 m ü. M. nach Appenzell hinunter (32, S. 97—99, 43, S. 218).

Wir steigen wieder ins Rheintal hinab und folgen dem Weg Waagalp, Loch, Freienbach, Rehhaag, Moos, Kobelwald. N der Strasse, bei 670 m, beobachten wir einen Moränenaufschluss, beim „m“ des Wortes Stampf, an der Strassenkehre, schöne Gletscherschliffe (40, S. 313—315) und zwischen Steig und Kobelwald eine ausgedehnte Drumlinlandschaft. Die Hügel, z. B. P. 532 und andere, sind im Mittel 5 m hoch, 20—40 m lang und 15—20 m breit.

Penck vermutete Ablagerungen zugehörig dem Bühlstadium des Rheingletschers kurz oberhalb des Bodensees und gibt als Lokalität den Oelrain bei Bregenz an (73, S. 435). In der Neuen Zürcher Zeitung Nr. 768 vom 9. Mai 1920 finden wir eine Notiz von Herrn Dr. Leo Wehrli über den alten Rheingletscher, wonach Herr Dr. Schneider, Pfarrvikar von Altstätten, das Bühlstadium (? W. T.) des Rheingletschers bei Altstätten nachzuweisen versucht.

E. Rheingletscher-Erratikum im Säntisgebirge.

Die verschiedenen Eocängesteine im Gräppelenalp veranlassten schon Escher hier eine Flyschmulde in die Karte einzutragen (17). Alb. Heim erwähnt verschiedene Möglichkeiten über die Herkunft dieser Eocängesteine; darunter ist auch die Frage, ob vielleicht „ein Moränenstreifen vom Calanda herüber gekommen sei“ (40, S. 17—18). Paul Beck betrachtet das Vorkommnis der Gräppelenalp als ein Fenster in der Säntisdecke (2, S. 107—109), wie es Alb. Heim selbst in seiner letzten Frage andeutet.

An ein Fenster in der Gräppelenalp ist kaum zu denken. Erst müssten noch 3—500 m mächtige Schichtkomplexe der Untern Kreide durchgestossen werden, bevor man auf die eocäne Unterlage käme (76, Taf. 1). (Einige Ausnahme bildet die Umgebung vom Gupf bis Schnekkentöbeli; hier reichen

Obere Kreideschichten, sogar Senon, an die Oberfläche.) Die Vermutung von Alb. Heim, ein Rheingletscher-Moränenstreifen sei hier ins Säntisgebirge eingedrungen, ist sehr wahrscheinlich, und ich versuche dies im folgenden zu beweisen.

Rutishauser bemerkte im Frühling 1918 in der Neuenalp einige Glimmersandsteine und machte mich auf diese aufmerksam. Nach längerem genauen Suchen fand ich wirklich von Neuenalp, Unter- und Oberstofel, den Wegen nach über Riese-Thürlisboden-Seebach bis Lauisboden, unzweideutige Bündnergesteine. Ein weiterer guter Aufschluss entstand in der Gamplütlalp bei der Alpmauer, die quer zum Laubbach (1260—1270) durchgeht. Auf dem Weg Dreihtüten-Bilchwald, bei Quote 1340, fand ich den letzten Fremdling. Am Weg Gamplüt-Bodenalp traf ich fast ununterbrochen erratische Rheintalgesteine an.

Im allgemeinen ist zu sagen, dass dies keine erratischen Blöcke sind, sondern nur kleine Geschiebe (73, S. 258). Ihre Dimensionen zeigen Haselnuss- bis Kopfgrösse. Einzig beim Gräppelensee fanden wir einige grosse Nummulitenkalkblöcke von 1—2 m³ Inhalt. Beim Moränenaufschluss 1270, am Weg Oberstofel-Gitziweg, liegen einige grössere Gneis- und Nummulitenblöcke. Am Weg Dreihtüten-Bilchwald, E der ersten Waldecke, liegt eine dunkle Biotitglimmer-Gneisplatte von ca. 1/2 m³ Inhalt. — Die meisten Geschiebe sind gut gerundet, einige typisch gekritzelt, viele schon sehr stark zersetzt und verwittert. Auch nach ihrem äussern Aussehen dürften sie nicht der letzten Vergletscherung, wohl aber der Riss-Rhein-Grundmoräne angehören. Die höchst gelegenen fremden Gesteine, drei kleine, weisse Quarzgerölle, fand ich beim zweiten „o“ des Wortes Oberstofel, 1425 m hoch.*)

Fundstellen und ihre Gesteine.

A. P. Frey gibt bei 1300 m, oberhalb der Häusergruppen von Hag, mehrere kristalline Geschiebe an. Bei genauerem Absuchen dieser Gegend findet man von den Hütten Brem bis hinter Bannwald (1223 m) und gegen Stalden hinauf eine Menge fremder Gesteine, z. B. beim „e“ und „a“ des Wortes Bodenalp N Wildhaus 1200—1230 m ü. M.:

Verschiedene, stark verwitterte Gneise, deren chemische Komponenten fast ganz zersetzt sind,
Gneis mit saussuritisierten Feldspäten,
Aplit,
Einige rote Verrucanos,
Rundes Kalkgestein mit vielen Kalkspat-Zwischenlagerungen,
Mehrere eocäne Oelquarzite,**)
Einige Flyschbreccien und -sandsteine.

Unter den vielen einheimischen Gesteinen, die hier zerstreut umherliegen, bemerkte ich auch typische Stücke der Altmannschicht.

Wandern wir von der Bodenalp über Stalden zu den Hütten Hag, so treffen wir fast ununterbrochen erratische Gesteine an. Bei Quote 1270

*) Eine Auswahl folgender Handstücke ist im geolog. Institut der E. T. H. deponiert.

**) Aus der unter-ostalpinen Decke (Falknis?).

fand ich einen Grünschiefer, dessen Klüfte mit Epidot ausgefüllt sind. Von 1280 m bis gegen die Passhöhe nach der Gamplütlalp hinauf finden sich:

Dunkelgrüner Sandstein mit vielen Echinodermenträmmern. (Nach Rollier aus dem Grenzgebiet von Kreide und Eocän und von ihm anstehend im Flyschgebiet der Oberhagalp gefunden worden.)

Roter Nummulitenkalk (Unter- bis Mittel-Eocän), mit: *Nummulina globulus*, nach Arn. Heim Var. von *atacica* Leym., *Assilina granulosa* d'Arch. Var. *minor*.

Nummulitenkalk mit unbestimmbaren Nummuliten. (Unter- bis Mittel-Eocän).

Verschiedene grüne Nummulitenkalke. Die Kammern der Nummuliten sind mit Glaukonit ausgefüllt. Anstehend wurde dieses Gestein von Rollier im langen Nummulitenriff Vorderschwendi-Grossrüti-Rep. S. 984, 38 der Strasse Wildhaus-Gams gefunden.

Einige eocäne Oelquarzite lagen bei 1310 m zwischen den Hütten im Hag.

Der grosse, flache Wall zwischen Boden- und Gamplütlalp mit P. 1325 verdankt seine Entstehung z. T. einem alten Lokalgletscher, der aus dem Teseltal über Frosalp hieher floss.

Beim „1“ der Höhenzahl P. 1332 liegt ein Oelquarzit und beim Wegweiser E dieses Punktes ein Nummulitenkalkblock von gut Kopfgrösse, neben grössern Urgonblöcken, aus denen prächtige verkieselte Korallen herausgewittert sind. — Zur Entwässerung dieser sumpfigen Gegend (Flyschunterlage) wurde ein Graben geöffnet, in dem wir folgende Gesteine beobachteten:

Quarzitgerölle,	Glimmersandsteine und
Muskovitgneis,	eocäne Oelquarzite.

Am Weg gegen das Ried vor „Dreihütten“ der Gamplütlalp (76, S. 25) hinunter notierte ich wiederum erratische Gesteine, z. B.:

Gneise, eocäne Oelquarzite und Glimmersandsteine.

Folgt man dem Weg Dreihütten-Bilchwald, so beobachtet man beim zweiten „a“ des Wortes Gamplütlalp im Weg eine grössere, dunkle Biotitgneisplatte und daneben:

Granite,	Flyschsandsteine und
grüner Amphibol-Schiefer,	-Breccien.
eocäne Oelquarzite,	

Durch den Bau einer Alpmauer, quer zum Laubbach, auf ca. 1260–70 m Höhe entstand ein guter Aufschluss in gemischter Grundmoräne. Es sind dort folgende Findlinge zu beobachten:

dunkler Biotitgneis,	rotbraune, konglomerat-ähnliche Ge-
stark zersetzer Hornblendegneis,	steine mit vielen runden Quarz-
Granit mit saussuritisierten Feld-	einschlüssen (event. aus exotischen
späten,	Flyschblöcken),
verschiedene Amphibolitgerölle,	Flyschbreccien,
weisse Quarzite,	feiner dunkelroter Flyschmergel.

Wir steigen ins Alpli hinunter und dann das Gräppelental hinauf. — Längs der beiden Quellbäche und des Seebaches, von Lauisboden bis 1130 m hinauf, fand ich eine Menge ortsfremder Gesteine:

Muskowit-Gneise,
Muskovit-Biotit-Gneise (nach H. Ph. Roothaan aus der sedimentären Casannaserie),
Muskovit-Chlorit-Gneis,
Grünschiefer,
einige weisse Quarzgerölle,
eocäne Oelquarzite,
verschiedene Flyschbreccien,
feinen Flyschglimmersandstein,
feinkörnigen Flyschkalkstein mit vielen Gletscherkratzen,
weissen Quarzit mit Pyrit-Zwischenlagen,
roten Nummulitenkalk mit: *Nummulina distans* Desh.?, *Nummulina globulus*, nach Heim Var. von *atacica* Leym., *Assilina granulosa* d'Arch. Var. minor, *Assilina Leymeriei* d'Arch.,
hellen, dichten Nummulitenkalk mit ganz kleinen, unbestimmbaren Nummuliten,
grauen Nummulitenkalk. Die einst grünen glaukonitischen Kammerausfüllungen sind hier oxydiert, d. h. weiss geworden. (Anstehend nach Rollier im langen Nummulitenriff Vorder-Schwendi-Grossrüti-Rep. S. 984, 38 der Strasse Wildhaus-Gams.)
Nummulitenkalk mit: *Nummulina Murchisoni* Brun.?, *Nummulina irregularis* Desh.?, *Assilina granulosa* d'Arch. Var. minor., *Orthophragmina Archiaci* Schl.? Anstehend ist dieses Gestein event. im Nummulitenriff Tobbach, S-Lisighaus (49, S. 81—82).

Einen der schönsten Moränenaufschlüsse im ganzen Säntisgebirge treffen wir unmittelbar nach dem Höhenrücken am schmalen Alpweg Altstofel 1297-Giziberg-Trosen, auf ca. 1270 m Höhe. Unter der Humusschicht ist eine Verwitterungssehicht von $\frac{1}{2}$ —1 m Mächtigkeit, dann folgen schwach geschichtete Sandlager (10° hangeinwärts fallend) wechselnd mit Kiesanhäufungen. Nicht selten sind bis 3 m^3 grosse Gneis- und Nummulitenblöcke im Anschnitt freigelegt worden.

Ich habe aus diesem Aufschluss folgende Belegstücke notiert:

Zweiglimmer-Gneise,
Hornblende-Chloritschiefer,
biotitreiche Gneise,
quarzreiche Gneise,
grüner Granit (saussüritisert),
rote Verrucano,
z. T. glimmerreiche Flyschbreccien und -konglomerate,
feiner Flyschmergel,
Flyschmergel mit *Serpula spirulaea*,
dichter, grauer Nummulitenkalk mit: *Nummulina distans* Desh., *Nummulina irregularis* Desh., *Assilina granulosa* d'Arch., *Assilina Leymeriei* d'Arch. et H., *Orthophragmina discus* Rütim.?, *Orthophragmina Archiaci* Schl.? und Lithothamnienknollen, auch um die Nummuliten herum,

rote Nummulitenkalke mit kleinen, unbestimmbaren Nummuliten (Unter- bis Mittel-Eocän).

roter, ganz rund geschliffener Nummulitenkalk (Unter- bis Mittel-Eocän) mit: *Nummulina Tschihatscheffii d'Arch.* (= megasphär. Form von *Nummulina distans*), *Nummulina globulus*, nach Heim Var. von *atacica* Leym., *Assilina Leymeriei d'Arch.*, *Assilina granulosa d'Arch.*, grauer, dichter Nummulitenkalk mit: *Nummulina Murchisoni Brun.*, massenhaft *Nummulina globulus*, Var. von *atacica* nach Heim.

Folgen wir dem Weg Lausalp-Türlisboden-Riese-Unter-Stofel (Neuenalp), so begegnen wir fast ununterbrochen erratischen Geröllen, die ursprünglich durch den alten Rheingletscher gesammelt worden sind.

Beim ersten „a“ des Wortes *Lauisalp* bei ca. 1250 m fand ich:
helle Muskovit-Gneise, Flyschbreccien u. Flysch-Mergelkalk
dunkelblaugrünen Oelquarzit, mit Serpula-Querschnitten.

Beim Brunnen direkt unter obiger Fundstelle, ca. 1230 m hoch, notierte ich:

Granit, eocäne Oelquarzite, -sandsteine und -breccien.

Die gleichen Eocängesteine traf ich bei der Alphütte ca. 100 m W obiger Lokalität an. Ein grüner Quarzsandstein mit kleinen, runden Quarzkörnern lag wieder ca. 100 m W dieser Alphütte. Von hier aus bis zu den Türlisbodenhütten und weiter gegen Krinn hinauf notierte ich die gleichen Eocängesteine. Ein glimmerreicher Flyschsandstein lag bei der Brücke über den Seebach, zwischen Türlisbodenhütten und Gräppelensee.

Durch Bauarbeiten für einen neuen Streuschopf, am Waldrand S des Gräppelensees wurden einige grosse, hellgraublaue Nummulitenkalkblöcke mit fast weisser Anwitterungsfarbe blossgelegt. Sie sind jetzt z. T. gesprengt und im Fundament dieser Hütte eingebaut. Ihre Oberfläche zeigt deutliche Spuren von Eistransport; schöne Karrenbildungen sind darauf zu sehen. Ich bestimmte daraus folgende Foraminiferen:

1. *Nummulina globulus* (nach Heim *Nummulina Tschihatscheffii d'Arch.*, Var von *atacica* Leym.)?, = megasphärische Form von *Nummulina Murchisoni Brun.*, *Numm. distans*, *Orthophragmina discus Rütim.*, *Nummulina Leymeriei d'Arch.*, *Orthophragmina d'Archiaci Schl.*, *Orthophragmina Archiaci Schl.*, *Orthophragmina discus Rütim.*
2. *Nummulina Murchisoni Brun.*, *Nummulina complanata Lam.*,

Zur Ausbeutung von Strassenschotter wurden zwischen Schneckenöbeli und Mittelberg längs des Weges kleine Gruben geöffnet. Hier befinden sich:

Eocäne Flyschsandsteine und Flyschbreccien mit Muskovitglimmerschüppchen.

Bei der grossen Tanne am Weg Schneckenöbeli-Riese-Bösentritt, ca. 1300 m hoch, notierte ich:

Eocäne Glimmersandsteine und -ölquarzite.

Folgt man dem Weg Riese-Oberstofel (Neuenalp), so beobachtet man fast ununterbrochen säntisfremde Gerölle, z. B. bei:

1360 – 80 m kleines Gneisgeröll, roten Nummulitenkalk, verschiedene eocäne Oelquarzite und glimmerreiche Flyschsandsteine,
1390 m Oelquarzite, quarzreichen Gneis,
1400 m verwitterten Granit,
1405 m grobe, ganz zersetzte und ausgelaugte Flyschbreccien,
1410 m Oelquarzite und grobkörnige, glimmer- und quarzreiche Flyschbreccien,
1423 m weisse, kleine Quarzgerölle, beim zweiten „o“ des Wortes Oberstofel,
1425 m S-Haghütten einen stark gepressten, epidotführenden Amphibolith und eocäne Oelquarzite.

Im Bach, ca. 50 m W der Haghütten, liegt ein Nummulitenkalkblock von ca. $\frac{1}{2}$ m³ Inhalt, und einen gleichen notierte ich wenige Meter N P. 1411 auf der grossen Moräne der Riedegg.

Die Moränenablagerungen der Neuenalp betrachte ich als Uebergangskegel der Stirnmoräne, zur Zeit als der Säntisthur-Talgletscher bis in diese Gegend reichte (Bühlstadium). Es fehlen aber auch hier die säntisfremden Gesteine nicht. Auf der SE des Neuenalpbaches, zwischen Ober- und Unterstofel, beobachten wir:

helle Muskovit-Gneise,
Zweiglimmer-Gneise,
roten Quarzit,
hellblau-grünen Hornstein,
dunkeln, feinkörnigen Kalk mit Quarzadern und deutlichen Gletscherkritzen,
feinen, schwarzen, gut geschliffenen Ton,
eine Menge verschiedener Flyschbreccien und Konglomerate, teilweise viel Glaukonit führend,
dichten, roten Flyschkalkstein,
dunkelgrauen Flyschkalkstein mit entkalkter, hellbrauner Verwitterungsschicht,
verschiedene Flyschsandsteine mit Muskovitglimmer-Schuppen (40, S. 350),
einige eocäne Oelquarzite.

Das weitentfernteste Stück, ein nur haselnussgrosser Hornblende-Gneis, lag 1320 m hoch am Weg Unterstofel-Kalberweid.

Vielleicht sind auch die erratischen Gerölle im Schwemmkegel des Neuenalpbaches, W Starkenbach, von dieser Alp aus verschwemmt worden.

Es ist nicht zufällig, dass alle diese erratischen Gesteine im Gräppelental auf der SE-Hälfte der Talachse liegen. Aus den verschiedenen Nischen an den Südosthängen flossen einst kleine Kargletscher. Nach ihrem Rückzuge bedeckten Schutt- und Schwemmkegel die säntisfremden Gesteine auf dieser Talseite. Die eocänen Findlinge sind in der Mehrzahl. Die stark glaukonitischen, dunkeln Nummulitenkalke (mit wenigen Ausnahmen) können aus dem Flyschgebiet von Wildhaus herstammen. Andere eocäne Erratika mögen aus der unter-ostalpinen Decke der Falknisgegend

hergebracht worden sein. Das übrige Erratikum hat seine Heimat im Einzugsgebiet des ehemaligen Rheingletschers.

Nach der Riss-Eiszeit waren die Niveau-Unterschiede hier und im obern Toggenburg noch bedeutend geringer als heute. Das Talbecken der Gamplütlalp entwässerte sich wahrscheinlich über die Bodenalp nach Wildhaus oder hinunter ins Alpli. Erst durch die Moränenwälle der letzten Eiszeit wurde der Laubbach rückläufig; es entstand hier ein Sumpf (event. ein See). Durch Auslaugung im Seewerkalk bei Drei Hüttlen verschwindet jetzt das Wasser in einem Trichter. Gegenwärtig hat der grosse Schutt- und Schwemmkegel in dieser Gegend grosse talauffüllende Macht (Lawinenzüge).

Rutishauser nimmt an, die Senke Thurwies-Alpli sei damals noch nicht vorhanden gewesen (76, S. 21—27). Das Gefälle Langenbühl-Gerstein, ca. 1450 m, leitete direkt über ins Gräppelental, ca. 1350 m. Die Nischen Kes, Krinn, Riese existierten noch nicht; Schwendigrat-Bilchwald bildeten einen zusammenhängenden Gewölbeschenkel. — Zur Erklärung des Gräppelen-Alpli-Gamplütl- und Bodenalp-Erratikums sind folgende Möglichkeiten offen:

1. Bei den grossen Eiszeiten (Maximal-Würm- und Riss-Eiszeit) wird das ganze Säntis- und Churfirstengebiet vergletschert gewesen sein. Vielleicht ragten nur die höchsten Gipfel des Säntisgebirges als Nunataker aus der Eis- und Firndecke hervor. Da hat vielleicht der Rheingletscher einen Teil seines Erratikums auf die Säntis-Churfirstengletscher abgelagert und diese haben es bis weit ins Thurtal hinunter getragen (20, S. 59).

2. Bei minimaler Vergletscherung unseres Gebietes lehnte sich der Säntisgletscher an den Nordhang des Gräppelentals. Er wurde noch von verschiedenen Seitengletschern genährt. Der Rheingletscher wird die Schwelle von Wildhaus kaum überschritten haben (Bühlstadium).

3. Bei relativ höherem Stande des Rheingletschers und gleichzeitig niedrigem Stande des Säntisgletscher (Riss- event. noch Würm-Maximal-Eiszeit) musste ersterer über Gamplütlalp-Alpli-Kühboden vorstossen, vielleicht hat er sogar das Alpli-Thurwies-Becken erfüllt und konnte sich ungehindert im Gräppelental ausdehnen. Zu dieser Zeit wurde der Säntis-Thurtal-Gletscher auf der Höhe Langenbühl-Flis aufgehalten und hat hier die erste Anlage zu jenen grossen Moränenablagerungen geschaffen. Gleichzeitig wurde der Teseltal-Gletscher bei der Frosalp gestaut und lagerte hier seine Stirnmoräne ab. Rheingletscherablagerungen sind unter diesen Verhältnissen für Bodenalp, Gamplütl und Alpli natürlich, für Gräppelental noch möglich. Bei Wildhaus wird dieser Gletscherarm die Quote 15–1600 m erreicht haben (Ablagerungen des Rheingletscher-Erratikums).

4. Bei maximalem Stande der Säntisgletscher und gleichzeitig minimalem Stande des Rheingletschers waren erstere stark genug, den letztern auf der Höhe der Bodenalp aufzuhalten. Es konnte sich nur ein relativ kleiner Lappen des Rheingletschers ins obere Toggenburg hinunter ausdehnen (Ende Würm-, event. noch Maximal-Bühlstadium). Es bildete sich ein selbständiger Säntis-Thurtal-Gletscher. Der Teselalp-Gletscher sandte einen Arm durch Gamplütlalp ins Alpli hinunter; ein anderer Arm floss über die Rossweid, Richtung Unterwasser. Unter diesen Verhältnissen

konnte sich der Säntis-Thurtal-Gletscher ungehindert ins Gräppelental vorschieben. Nach dem Abschmelzen des Hauptgletschers bis auf die Höhe der Flisalp wird im Gräppelental ein selbständiger Gletscher entstanden sein. Dieser, genährt durch einige kleine Hängegletscher, floss das Gräppelental in Richtung Alpli hinunter. Das Rheingletscher-Erratikum wurde hier grösstenteils wieder zugedeckt. Erst die postglaziale Erosion hat einen Teil dieses Erratikums wieder freigelegt.

Lawinenmoränen.

Besonders gut ausgebildete Lawinenmoränen nennt Heim vom Nordabhang der Gadmenflühe, Kt. Bern. Das Material dieser „Moränen“ ist scharfkantig, eckig; gekritzte und runde Geschiebe in Gletscherschlamm eingebettet, fehlen (40, S. 292—293).

Lawinenzüge sind in allen Alpen weit verbreitet. Im Winter rollen Steine und oft grosse Blöcke durch die Steinschlagrinnen (meistens auch Lawinenzüge) hinunter. Noch mehr Schutt bringen die Frühlings-Grundlawinen zu Tal. Nach dem Abschmelzen bleiben die Schuttmassen (Steine, Schutt, Bäume, Wurzelwerk, Rasenbüschel etc.) liegen und vermehren die Schuttkegel und -halden bedeutend. Viele Schuttkegel erhalten überhaupt nur noch auf diese Weise Nahrung. Die Lawinen-Schuttablagerungen sind in den Alpen viel bedeutender als man bis jetzt angenommen hat.

Wallartige Erhebungen am Fuss von Lawinenkegeln können meiner Ansicht nach nur entstehen:

1. wenn das Terrain eine Gegensteigung aufweist,
2. wenn am Fuss der Lawinenzüge ein kleines Seebecken, event. eine Alluvialebene liegt,
3. wenn einmal eine ganze Reihe von grossen Blöcken (auf der gleichen Höhe) am Fusse des Schuttkegels liegen geblieben ist und nachher, aufeinander folgend, Schutt bringende Lawinen bis zu dieser Barrière gestürzt sind.

In allen diesen Fällen sind Lawinenmoränenwälle möglich, was aber selten zutrifft. Die meisten Lawinen, die ich Gelegenheit hatte zu beobachten (Winterdienste im Gotthardgebiet), gehen jedes Jahr verschieden weit ins Tal hinaus; es bilden sich nie Lawinenmoränen (Unteralptal, Bedrettotal, Tremorgio-Lawine, Ablagerungsgebiet zwischen Ambri und Fiesso, im Tal der Gotthardreuss u. a. O.); im Säntisgebirge: bei Huffert, Lütisalp, Nordhänge zwischen Staubernkanzel und Hochhaus, im Tal der Säntisthur etc. — Die Schneemassen im Abrissgebiet einer Lawine sind fast jedes Jahr verschieden mächtig; die Abrissnische ist nie gleich gross: die Lawine selbst wird also kaum zweimal gleich weit ins Tal hinausfahren, wenn sie nicht von einer Gegensteigung aufgehalten wird oder in einen Lawinensee (heute event. Alluvialebene) hineinstürzt. Einen solchen Fall nennt mir Herr Prof. Schardt auf der Alpe de Tzatelet-Praz, Val de Moiry (Hintergrund des Val d'Anniviers, Valais). Nach Aussagen der Sennen soll dort fast jedes Frühjahr eine grosse Lawine von P. 2777 (250 m E des Sasseneire-Gipfels, P. 3259) abstürzen und die Eisdecke eines kleinen Sees einbrechen, so dass das Wasser herausspritzt. Es handelt sich um

einen echten Lawinensee; die Moräne, die ihn abdämmt, ist eine echte Lawinenmoräne. — Weitere solche Lawinenseen und -moränen sind diejenigen bei den Quellen der Albula (79, S. 75—91) auf Crapalv. Man beobachtet dort ein Dutzend kleine, nicht einmal 100 m lange Seen, jeder von einer Lawinenmoräne abgedämmt. — Im Säntisgebirge möchte ich folgende Blockanhäufungen als Lawinenmoränen bezeichnen (sie liegen alle am Fusse von Schuttkegeln) und zwar: hinter Unter- bis Ober-Schottenloch, im Hintergrund der Wider-, Schwäg- und Potersalp, in Oberkellen und z. T. im Hintergrund der Lütisalp.

Schutt- und Schwemmkegel.

Die mittlere Böschung gemischter, trockener, kahler Schuttkegel mit feinen bis kopfgrossen Gesteinen, fand ich mit 32° Neigung. Die mittlere Böschung, zeitweise bewachsener Schuttkegel, hat 30° Neigung. Diejenige kahler Schuttkegel aus feinen Urgon- und Neokomgesteinen, z. B. in der St.-Verenakehle, beträgt bis 34° Neigung. Bachschuttkegel, zeitweise Lawinenablagerungsgebiete, verflachen sich bis in die horizontalen Alluvialebenen hinaus (67).

Murgang des Nasbaches.

Am Abend des 15. September 1919 entlud sich über der Selenmatt und Iltiosalp ein heftiger Wolkenbruch. (In Starkenbach und im Säntisgebirge fielen nur einige grosse Tropfen.) Die Wassermassen waren so gross, dass der Flysch- und Moränenboden der Iltiosalp nur den kleinsten Teil aufnehmen konnte. Im Bette des Nasbaches strömten die trüben Wassermassen zusammen und begannen eine intensive Erosionsarbeit. Das Bachbett, die hartverkittete Grundmoräne, wurde stellenweise aufgerissen und bis 2 m tiefer und breiter ausgefurcht. Grosse Tannen, die entwurzelt wurden, bildeten zweimal natürliche Verbauungen. Die trüben Fluten, viel Wurzelwerk, Baumstämme und Blöcke bis 1 m^3 gross fortwälzend, staute bei Unterwasser die Wildhauserthur zeitweise bis 2 m hoch. Die Wasser-, Schlamm- und Kiesmassen überschwemmten die Säntiswiese (zwischen Frühweid, Unterwasser und Hotel Säntis). Die harte Kantonsstrasse bei Unterwasser wurde stellenweise bis $1/2$ m tief aufgerissen. Unterhalb Unterwasser vermochte schliesslich die Säntisthur die Wasser aufzunehmen. Glücklicherweise dauerte der Wolkenbruch nicht lange an, sonst wäre noch bedeutenderer Schaden entstanden. Am Nordhang der Frühweid und längs des Nasbaches rutschte an manchen Stellen die Moränendecke auf dem Flyschboden ab, wobei einiges Kulturland verloren ging.

F. Schlussbetrachtung.

Das Säntisgebirge war zu allen Eiszeiten Nährgebiet selbständiger Gletscher; Beweise können wir aber nur für die Postwürm'schen Rückzugsphasen erbringen. — Zur Würm-Eiszeit wurden die Säntisgletscher auf der Linie Gais-Appenzell-Waldstatt-Degersheim-Jonschwil (Wil)-Dussnang-Bichelsee vom Eis der S-Rheingletscherlappen gestaut (73, S. 415—416,

428, 396, 84, 82, 43, S. 221). — Als Spuren der Riss-Vergletscherung darf man im Säntisgebirge die Rheingletscher-Erratika auf Boden-Gamplüatal, Lauisboden und Gräppelental ansehen. Zur Würm-Eiszeit wurde der Rheingletscher bei Wildhaus durch die Eismassen der Säntis-Churfürstengletscher gestaut. Diese letztern (kleinere Gletscher) schmolzen zurück; die gestauten Rheineismassen konnten sich um den Betrag ihrer Stauung ins Obertoggenburg (bis Unterwasser) ausdehnen.

In den darauffolgenden Rückzugsphasen (postglaziale Uebergangszeiten) (73, S. 373), waren die Säntisgletscher ganz selbständig und nicht mehr unter dem Einfluss des benachbarten Rheingletschers.

Zwischen Würm-Eiszeit und Bühlstadium wurden wahrscheinlich die ersten Anschwemmungen in die Alluvialebene des Obertoggenburgs abgelagert.

Die Trennung der postglazialen Uebergangszeiten hat sich nach Penck und Brückner in der Schweiz bewährt. Es hat sich gezeigt, dass von 65 Stadien, die untersucht wurden (73, S. 635)

5	auf eine Schneegrenze von 850—950 m fallen,
22	" " " " 550—650 "
24	" " " " 250—350 " " (d. h. alle unter die heutige Schneegrenze.)

Nehmen wir für das Säntisgebirge eine Schneegrenze von 2400 m an, so ergeben obige Zahlen für unser Gebirge eine mittlere Schneegrenze (73, S. 373—374, 438—439, 20, S. 125) für:

Bühlstadium (β) von 1450—1550 m Höhe —	(73, S. 317—319)
Gschnitzstadium (γ) 1750—1850 m "	— (73, S. 343)
Daunstadium (δ) 2050—2150 m "	— (73, S. 347).

(Die Schneegrenze ist und war in den Alpen je nach der geographischen Lage der Täler nicht in allen Orten gleich hoch.) (73, S. 373).

A. P. Frey berechnete die Schneegrenzen des	
Bazenheiderstadiums auf 1200—1250 m Höhe,	
Bühlstadiums auf 1450—1500 m "	
Gschnitzstadiums auf 1800—1850 m "	

Nach meinen Berechnungen fallen die Depressionen der Schneegrenzen auch in die Mittelwerte obiger Autoren. Die Oberflächenformen, und weniger die geographische Lage der vergletscherten Gebiete, haben grössere Schwankungen der untern Gletscherzungen verursacht.

Bühlstadium.

Rheingletscher: bei Altstätten (? W. T.).

Thurgletscher: undeutliche, verwischte und verschwemmte Moränen bei der Burgruine Starkenstein.

Mittlere Höhe dieses vergletscherten Gebietes gleich 1650 m.*)

Moränenablagerungen bis 900 m talabwärts.

Teselgletscher: (unsichere Anhaltspunkte).

Mittlere Höhe dieses vergletscherten Gebietes 1700—1750 m.

*) Diese u. folg. Angaben entsprechen ungefähr der mittleren Höhe der Schneegrenze d. betr. Rückzugsstadien.

Moränenablagerungen, Endmoränen bei Frosalp 1400 u. Rossegg ca. 1300 m.

Thurgletscherarm im Gräppelental:

Mittlere Höhe dieses vergletscherten Gebietes 1800—1850 m.

Endmoräne bei Riedegg 1400 m Höhe.*)

Churfirsten-Nordhängegletscher:

Mittlere Höhe dieses vergletscherten Gebietes 1550 m Höhe.

Endmoränen zwischen Starkenbach und Unterwasser auf ca. 900 m.

Schwendiseegletscher:

Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1600 m Höhe.

Endmoräne bei 1100 m.

Vergletscherung des Riesepasses (beidseitig):

Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes ca. 1400—1450 m.

Moränenablagerungen bis 1100 m hangabwärts (?) (20, S. 98—99).

Luterngletscher:

Endmoräne bei Nüsslisbühl (Ennetbühl) 900 m Höhe,

Eis vom Thurhauptgletscher wahrscheinlich gestaut.

Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1400 m.

Endmoränen von Lutertannen aufwärts 1000—1300 m.

Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1400—1600 m.

Urnäschgletscher, Tossbach- oder Schwägalparm:

Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1620 m.

Endmoräne bei ca. 1100 m (Aueli-Kleine Schwägalp).

Sittergletscher:

1. Rückzugsgletscherchen des Weissbacharmes:

Potersalpgletscher, Endmor. b. 1230 m (Egg), mittl. Höhe 1730 m.

Berndligletscher, „ 1100 „ undeutl., „ „ 1600 „

Hundslandengletscher, „ 1250 „ „ „ 1550 „

Neuenalpgletscherchen, „ 1200 „ „ „ 1500 „

Gartenalpgletscherchen, „ (?) 1400 „ „ „ 1550 „

Hier sind grosse Differenzen der Gletscherzungen infolge grosser Verschiedenheit der Oberflächenformen der vergletscherten Gebiete (abgestürzte Hängegletscher?, regenerierte Gletscher?).

Es ist eine Schwankung der Gletscherzungene vom Rand gegen die höchsten Erhebungen unseres Gebirges festzustellen.

2. Haupt- oder Schwendibachgletscher:

Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1600 m.

Endmoräne bei Schwende 830 m und bei Katzensteig 900 m.

Die meisten Gletscherspuren im Einzugsgebiet des Sämbtisergletschers sind wohl zur Bühlzeit entstanden.

Gschnitzstadium.

Thurgletscher:

Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1800 m.

Endmoräne im Flis 1500 m Höhe.

*) Die 4 kleinen Kargletscher am Gräppelen-Südhang:

Baumgartenalp, Endmoräne bei 1420 m, mittlere Höhe 1520 m.

Tal, Farnboden, „ unsicher 1250 „ „ „ 1600 „

Mutteli, „ „ 1200 „ „ „ 1520 „

Schrenit-Trosen, „ „ 1100 „ „ „ 1530 „

Kargletscher zwischen Hundstein, Gir, Säntis und Kalbersäntis:
Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1850 m.
Endmoräne bei 1500 m.

Kargletscher Schafboden-Tesel:
Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1700 m.
Endmoräne bei 1380 m.

Luterngletscher:
Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1700 m.
Endmoräne bei Ober Hohfeld 1420 m.

Sittergletscher, Hauptarm:
Mittlere Höhe der vergletscherten Gebietes 1830—1900 m.
Endmoräne im Kreuzbühl und Da 1500 m.

Altenalp hängegletscher:
Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1780 m.
Endmoräne ? bei 1560 m.

Mans-Margletscherchen:
Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1750 m.
Endmoräne bei 1440 m.

Widderalparm des Sämbtisergletschers:
Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1800 m.
Endmoräne bei ca. 1600 m.

Fählenalparm des Sämbtisergletschers:
Mittlere Höhe des vergletscherten Gebietes 1900 m.
Karren und vegetationslose Flächen bis gegen ca. 1800 m talabwärts.

Die meisten Karrenfelder des Alpsteines sind wohl nach und z. T. schon während dieser Zeit entstanden. Die meisten Bergstürze gehören in diesen Zeitabschnitt. Inter- und präglaziale Bergstürze kann ich innerhalb des Säntisgebirges nicht nachweisen. — Die Alluvialböden sind ebenfalls in diesem Zeitabschnitt angeschwemmt worden.

Daunstadium. Das Säntisgebirge ist zu niedrig, um ansehnliche Gletscher des Daunstadiums auszubilden. Diese kleinen Gletscherchen gruppieren sich um das Säntiszentrum herum. Zu dieser Zeit abgelagertes Moränenmaterial bildet meiner Ansicht nach die Endmoränen des Blauschnee-Gletscherchen bei ca. 2050 m und die Blockstreuung bis 1900 m hinunter, im Hintergrund der Fehlalp-Blauschnee-Synklinale.

Zusammenfassung.

Im ganzen Säntisgebirge lassen sich eiszeitliche Gletscher nachweisen.

Ganz selbständige Gletscher bildeten sich erst nach dem Maximum der Würm-Eiszeit, es sind die Bühl-, Gschnitz- und Daungletscher.

Die Ablagerungen dieser Gletscher beschränken sich auf Moränenwälle und Blockstreuungen (Obermoräne).

An der äussern Gestalt unseres Gebirges haben diese Gletscher wie auch die früheren nicht besondere Formen herausgebildet.

Von einem glazialen Formenschatz kann im Alpsteingebirge absolut nicht gesprochen werden.

Die Bühlendmoränen liegen am Rande des Säntisgebirges, auf der Süd- und Nordseite, z. T. in der Randregion.

Während des Bühlstadiums entstanden die meisten glazialen Bildungen.

Deutliche Moränengebilde des Gschnitzstadiums sind uns nur vom Thur- und Sittergletscher gut erhalten geblieben.

Noch spärlicher sind die Ablagerungen der Daungletscher.

Die Schneegrenze stieg seit dem Maximum der Würm-Eiszeit kontinuierlich, nur bei Depressionen um 900 und 600 m hat sie einige Zeit stillgestanden.

Die Gletscherzungen aller Rückzugsphasen weisen Oszillationen auf.

Die geographische Lage spielte fast gar keine Rolle für die Ausdehnung der Gletscher, wohl aber die Oberflächenformen der vergletscherten Gebiete.

Wir haben im Tal der Thur und Sitter gut ausgebildete Talgletscher kennen gelernt; auf der Nordwestseite und im Nordostende lagen nur unbedeutende Gletscher, nach dem Bühlstadium verschwanden sie fast ganz.

Einige Kare lassen sich im Alpstein nachweisen.

Die Alluvialschuttanhäufungen (Schutt- und Schwemmkegel, Gehängeschutt und Alluvialböden) sind überall deutlich und massenhaft entwickelt. Alle Bergstürze innerhalb des Säntisgebirges sind postglazialen Alters, einige wenige sind vielleicht auf das Eis der verschiedenen Rückzugs-gletscher gefallen.

Literatur- und Kartenverzeichnis.

1. Agassiz L. Untersuchungen über die Gletscher. Solothurn 1841.
2. Beck Paul. Die Niesen-Habkerndecke. Eclogae 1912, Bd. XII.
3. Brockmann-Jerosch. Die foss. Pflanzenr. des glaz. Deltas bei Kaltbrunn. Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 1908 u. 1909.
4. Bächler. E. Beitr. zur Kenntnis der Höhlen des Säntisgeb. Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 1904.
5. — Das Säntisrelief von Prof. Dr. Alb. Heim. St. Gallen, Zollikofer'sche Buchdruckerei 1904.
6. — Die präh. Kulturstätte i. d. Wildkirchli-Ebenalphöhle. Verh. d. Schw. Naturf. Ges. 89. St. Gallen 1906.
7. — Das Wildkirchli, die älteste präh. Kulturstätte der Schweiz. Schriften d. Ver. für Gesch. d. Bodensees. 41. Heft, Lindau 1912.
8. — Naturgeschichtliches aus dem Säntisgebirge (in Lüthi u. Egloff: Das Säntisgebiet, III. Auflg. 1913).
9. Baumgartner G. Das Churfürstengebiet. Ber. St. Gall. Naturw. Ges. 1899/1900.
10. Bodmer. Terrassen und Talstufen in d. Schweiz. Diss. Zürich 1880.
11. Braun. Ueber Flussterrassen. Petermanns Mitteilg. 1907.
12. Brückner E. Die schweizerische Landschaft einst u. jetzt. Jahresber. d. Geogr. Ges. Bern. 1900.

13. Deicke J. C. Geologische Skizzen über die Kantone Appenzell, St. Gallen und Thurgau. 1859.
14. — Die nutzbaren Mineralien der Kantone St. Gallen und Appenzell. Bericht d. St. Gall. Naturw. Ges. 1861/62.
15. Escher v. d. Linth A. Tagebücher, Manuskriptnotizen u. Zeichnungen 1833–1871. Aufbewahrt i. d. Sammlg. d. Geol. Instit. d. E. T. H. Zürich.
16. — Geolog. Bem. über das nördl. Vorarlberg u. einige angrenzende Gegend. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. VIII.
17. — Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz. Lfg. XIII. Säntisgebirge.
18. Falkner C. u. Ludwig A. Beiträge zur Geologie von St. Gallen u. Umgeb. Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 1903.
19. Falkner C. Die südlichen Rheingletscherungen von St. Gallen bis Aadorf. Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 1908 u. 1909.
20. Frey Alfred P. Die Vergletscherung des oberen Thurgebietes. Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 54. Bd. 1914—16.
21. Frei Roman. Ueber die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schweiz. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. N. F. XLI. Lfg. 1912.
22. Früh J. Geol. Begründung der Topographie des Säntis u. der Molasse. Ber. d. Naturw. Ges. St. Gall. 1879/80.
23. — Zur Geologie von St. Gallen und Thurgau mit besonderer Berücksichtigung der Kalktuffe. Ber. d. Naturw. Ges. St. Gall. 1884/85.
24. — Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. 1871/72.
25. — Der postglaziale Löss im St. Galler-Rheintal. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. Jahrg. 1899. XLIV.
26. — Ueber postglazialen intramoränischen Löss des schweizerischen Rheintales. Eclogae. 1899.
27. — Die Entstehung des Rheintales und seiner Formen. Jahrb. d. Naturw. Ges. St. Gall. 1904.
28. — Zur Bestimmung der Oberflächenentwicklung. Hettners geogr. Zeitschr. Bd. 9, Heft 3. 1903.
29. — Ueber Form u. Grösse der glazialen Erosion. Verhandlg. d. Schweiz. Naturf. Ges. 89. St. Gallen 1906.
- 29a. — u. Schröter C. Die Moore der Schweiz. 1904.
30. Geographisches Lexikon der Schweiz. Neuenburg 1901—10.
31. Gsell R. Beitr. zur Kenntnis der Schuttmassen im Vorderrheintal. LVIII. Jahresber. d. Naturf. Ges. Graubündens. 1918.
32. Gutzwiller A. Das Verbreitungsgebiet des Sentisgletschers z. Eiszeit. Ber. d. St. Gall. Naturw. Ges. 1871/72.
33. — Molasse u. jüngere Ablagerungen. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. XIV. Lfg. 1877.
34. Heer O. Die Urwelt der Schweiz. 2. Aufl. 1879.
35. Heim Alb. Ueber Bergstürze. Neujahrsbl. d. Naturf. Ges. Zürich. 1882.
36. — Ueber die Erosion im Gebiet der Reuss. Jahrb. S. A. C. 1878.
37. — Anteil der Gletscher bei der Bildung der Täler. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. 1875.
38. — Handbuch der Gletscherkunde. Stuttgart 1885.

39. **Heim Alb.** Die Entstehung der alpinen Randseen. *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich.* 1894.
40. — Das Säntisgebirge. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. N. F. XVI. Lfg. 1905.*
41. — Relief des Säntis in 1:5000. 1904. *Separat.*
42. — Das Säntisgebirge. *Vortr. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges. Luzern.* 1905.
43. — Geologie der Schweiz. *Leipzig 1919—21.*
44. **Heim Arn.** Ueber d. Berglichenstein u. d. Grabserklippen. *Eclogae IX, No. 3.*
45. — Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch mit einigen Bemerkungen über die subalpine Nagelfluh. *Eclogae IX., No. 3.*
46. — Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. Jahrg. 51.* 1906.
47. — Erscheinung der Längszerreissung u. Abquetschung am Nordschweiz. Alpenrand. *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. Jahrg. 51.* 1906.
48. — Geographisches Lexikon der Schweiz. Bd. VI. Abschn. Thurgruppe.
49. — Monographie der Churfürsten-Mattstockgruppe. *Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. N. F. XX. Lfg.* 1911.
- 49a. — Nummuliten- u. Flyschbildungen i. d. Schweizer-Alpen. *Abhandlg. d. schweiz. paläont. Ges. Vol. XXXV, Zürich 1908.*
50. — u. Gams H. Interglaziale Bildungen bei Wildhaus, Kt. St. Gallen. *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. 63. Jahrg.* 1918.
51. **Hess Hans.** Der Taltrog. *Petermanns Mitt.* 1903.
52. — Die Gletscher. *Braunschweig 1904.*
53. **Heydweiller Erna.** Geol. und morphol. Unters. in der Gegend des St. Bernhardinpasses. *Eclogae XV., No. 2.* 1918.
54. **Jegerlehner J.** Die Schneegrenze in den Gletschergebieten der Schweiz. *Gerlands Beitr. zur Geophysik. Bd. V.* 1903.
55. **Koller Albert.** Beitr. zur Kenntnis der Flora des Kt. Appenzell I. Rh. Diplomarbeit, aufbewahrt im Botan. Institut d. Universität Zürich.
56. **Lautensach H.** Die Uebertiefung des Tessingebietes. *Geogr. Abhandlg. Bd. X, 1. Heft.* 1912.
57. **Ludwig A.** Ueber d. Entstehung d. grossen Alpenpässe. *Alpina 1906.*
58. — Zur Lehre der Talbildung. *Jahrb. d. Naturw. Ges. St. Gall.* 1911.
59. — Ueber Vorgänge bei der Talbildung. *Eclogae 1912.*
60. — Ueber glaziale Erosion und über die Ursachen der Eiszeit. *Jahrb. d. Naturw. Ges. St. Gall.* 1905. S. 161—211, u. dortg. Lit. ang.
61. — Ueber Talbildung in den Alpen u. im Vorland. *S. A. C. 53. Jahrb.* 1918.
62. — Glazial-geologische Untersuchungen im Gebiet Kronberg, Petersalp, Spitzli. *Manuskript, abgeschlossen Sept. 1918.*
63. **Mühlberg F.** Der mutmassliche Zustand der Schweiz und ihrer Umgebung während der Eiszeit. *Eclogae 1907.*
64. **Nussbaum F.** Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes. *Jahresb. d. Geogr. Ges. Bern. XX. Diss.* 1916.
65. — Die Täler der Schweizeralpen. *Wissensch. Mitt. d. schweiz. alp. Museums Bern.* 1910.
66. — Ueber Talbildung in den Alpen. *S. A. C. Jahrb. 51.* 1916.
67. **Piwowar Adam.** Ueber Maximalböschungen trockener Schuttkegel und Schutthalden. *Diss. Zürich 1903.*

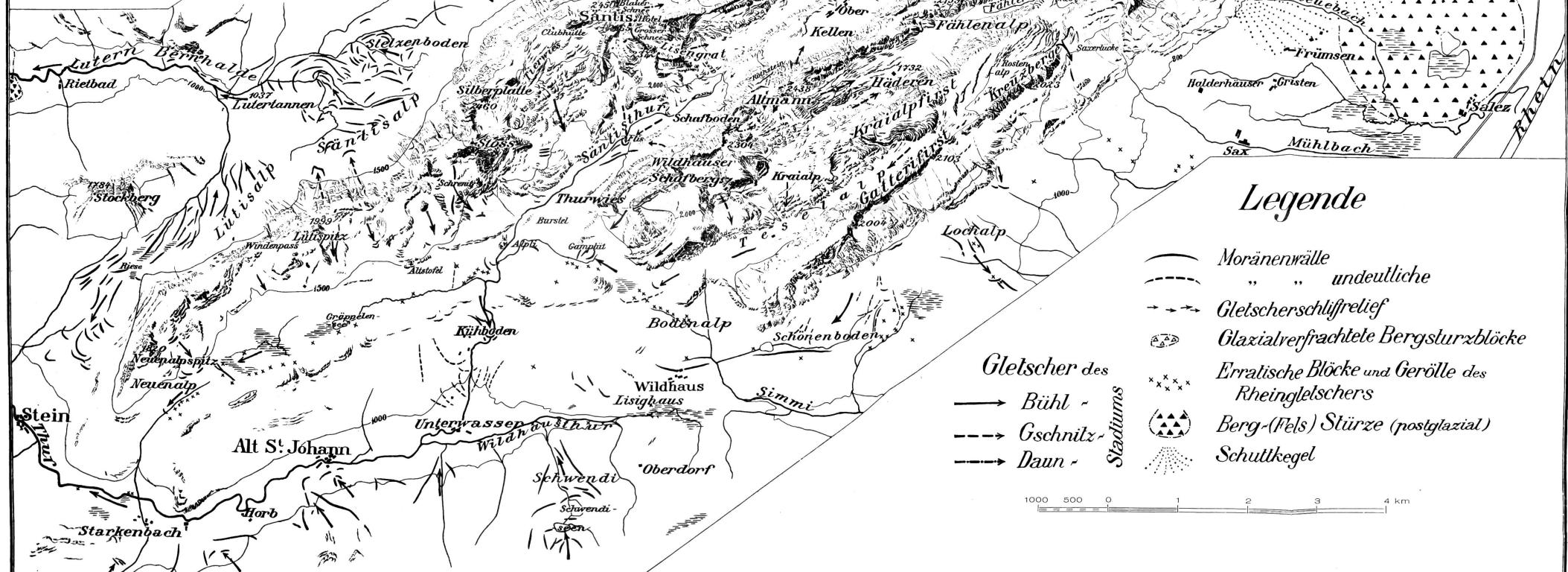
KARTE DER LOKALGLETSCHER DES SÄNTISGEBIRGES

1:50 000.

Aufgenommen 1918/19

von

W. Tappolet.



68. Penck A. Die Vergletscherung d. deutsch. Alpen. Leopoldina XXI. 1885.
69. — Die vierte Eiszeit im Bereich der Alpen. Schriften des Vereines für Verbreitung. naturw. Kenntnisse in Wien. XXXIX. Bd. 1898/99.
70. — Die Uebertiefung d. Alpentäler. Verh. d. VII. Int. Geogr. Kongr. 1899.
71. — Talbildung in den Alpen. Mitt. d. deutsch-öster. Alpenver. 1885.
72. — Morphologie der Erdoberfläche. Stuttgart 1894.
73. — u. Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig. 1908/09.
74. Richter E. Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen. Petermanns Mitt. Erg. Heft 132. 1900.
75. Rothpletz A. Ueber d. Entstehung d. Rheintales oberhalb d. Bodensees. Schriften d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees. 29. Heft. Lindau 1900.
76. Rutishauser W. Fr. Beiträge zur Geologie des Säntisgebirges im Gebiete vom Gräppelental zum Rotsteinpass. Jahrb. d. St. Gall. Naturw. Ges. 56. Bd. 1919.
77. Rütimeyer L. Ueber Tal- und Seebildung. Basel 1869.
78. Schardt H. Die exotischen Gebiete der Nordalpen. Eclogae 1898. No. 4, S. 239 u. a. O.
79. Tarnuzzer Chr. Aus Rätiens Natur- und Alpenwelt. Orell Füssli. Zürich 1916. S. 75 u. f.
80. Whymper Ed. Berg- und Gletscherfahrten in den Alpen. 1860—79. Braunschweig 1872.

Karten.

81. Escher v. d. Linth A. Geolog. Karte des Säntisgebirges. 1:25,000. 1878 von C. Mösch herausgegeben. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. N. F. Lfg. XIII.
82. Falkner C. Geolog. Karte der südlichen Rheingletscherungen von St. Gallen bis Aadorf. 1:100,000 (siehe Lit. 19).
83. Favre Alph. Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers du versant nord des alpes suisses. 1:25,000. Bern 1884.
84. Frey Alfred P. Karte der quartären Gebilde im obern Toggenburg. 1:100,000. Aufgen. 1914/15.
85. Frei Roman. Geolog. Karte der diluvialen Gletscher d. Schweiz. Alpen. 1:100,000. Bern 1912.
86. Geologische Karte der Schweiz. 1:100,000. Bl. IV, IX.
87. Gutzwiller A. Geolog. Karte des Verbreitungsgebietes des Sentsigletschers zur Eiszeit. 1:100,000. St. Gallen 1872.
88. Heim Alb. Geolog. Karte des Säntisgebietes. 1:25,000. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. N. F. Lfg. XVI. Bern 1905.
- 89 A. — Atlas zu „Das Säntisgebirge“ mit 42 Tafeln. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. N. F. Lfg. XVI. 1905. Darin Karten 1:25,000 von:
90. Blumer E. Geolog. Karte des Ostendes der Säntisgruppe und
91. Heim Arnold. Westende der Säntisgruppe.
92. — u. Oberholzer J. Geolog. Karte der Gebirge am Walensee. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. N. F. Lfg. XX. Spezialkarte No. 44. Bern 1907. 1:25,000.

93. Heim Arnold, Oberholzer J. u. Hirschi A. Geolog. Karte der Alviergruppe. 1:25,000. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. Spezialkarte No. 80.
94. Penck u. Brückner. Karte des Rheingletschers. 1:700,000. In „Die Alpen im Eiszeitalter“. Leipzig 1908/09.
95. Topographischer Atlas der Schweiz. 1:25,000.
Säntisüberdruck 1905.
Blatt No. 237, 238 u. 239.
Obertoggenburgische Exkursionskarte, Säntis- u. Churfürstengebiet. 1:25,000. 4. Aufl. Landestopogr. Bern.
96. Becker F. Exkursionskarte von St. Gallen u. Umgeb. Appenzellerland. 1:75,000. Fehr, St. Gallen.

Beilagen zu dieser Arbeit.

Uebersichtskarte des Verbreitungsgebietes der Säntisgletscher. 1:75,000, und Textfiguren S. 26, 37, 48.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	1
Einleitung	1
A. Der Thurgletscher und sein Einzugsgebiet	6
1. Der Thurgletscher	9
2. Der Teselalpgletscher und sein Einzugsgebiet	17
3. Churfürsten-Nordabhang-Gletscher, inkl. Vergletscherung des Leistbachtales	19
4. Vergletscherung des Riesepasses gegen Stein	20
5. Die Eismassen im Einzugsgebiet der Lutern	21
B. Der Urnäschgletscher	24
1. Der Schwägalparm	26
2. Der Kräzerliarm	28
C. Der Sittergletscher	29
1. Der Weissbachgletscher	29
2. Haupt- oder Schwendebachgletscher	33
3. Vergletscherung der Widderalp-, Fählen- und Sämbtiserseegegend	40
D. Beiträge zum Verbreitungsgebiet des Rheingletschers	42
E. Rheingletscher-Erratikum im Säntisgebirge	50
F. Schlussbetrachtung	58
Literatur- und Kartenverzeichnis	62
