

Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 17 (1906)

Artikel: Zur Morphologie des untern Thurgau
Autor: Früh, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-593845>

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: 04.04.2026

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

Zur Morphologie des untern Thurgau.

(Beiträge zur Kenntnis des Rheingletschers.)

Von J. Früh in Zürich.

(Mit 2 Tafeln und einer Kartenskizze.)

Von Exkursionen Mitte der achtziger Jahre, ferner 1893, eingehender 1898—1906 sammelte ich eine Reihe von Beobachtungen, welche die morphologischen Verhältnisse des Unterthurgaus näher zu beleuchten vermögen. Die gesamte Topographie trägt den Stempel eines Molassetafellandes, das in großen Zügen durch die diluvialen Gletscher umgestaltet worden ist.

Von dem großen Fächer des Rheingletschers wurden schließlich, soweit ich das Ganze zu überblicken vermag, folgende Hohlformen ausgeschliffen: 1) ein noch näher zu erforschendes Zungenbecken St. Gallen-Wil mit der Abflurinne Wil-Bichelsee-Turbenthal und zahlreichen Rückzugsstadien von Aadorf an; 2) die trogförmige Zungenrinne Sulgen-Ossingen mit Zweigbecken durch das Lauchetal (Märwil-Aadorf-Münchwilen) und nach Hüttwilen-Schlattingen; 3) das Zungenbecken des Untersees, welches sich wieder in zwei Arme teilt (Steckborn-Stein a. Rh. und Radolfzell).¹ Von diesen Gebilden möchte ich hier in kurzen Worten charakterisieren:

- a. das Zungenbecken oder die Zungenfurche der Thur;
- b. die Entstehung des Steiner Rheins.

¹ Vgl. *A. Gutzwiller* und *F. Schalch*, geologische Beschreibung der Kantone St. Gallen, Thurgau und Schaffhausen (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Lief. 19, 1883, Text zu Dufour Bl. IV); ferner *A. Penck*, Der Bodensee (Vorträge des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien XLII, Heft 6, 1902, kl. 8°, 26 S.) und Kärtchen aus *A. Penck* und *E. Brückner*, Die Alpen im Eiszeitalter, Leipzig 1901, Lief. 4, S. 396.

10741
126238

A. Das Zungenbecken der Thur.

I. Allgemeines.

Ein Blick auf eine topographische Karte, noch besser auf *Gutzwillers* geologische Karte lehrt, daß das Thurtal von Wil an vier ungleiche Abschnitte aufweist: zwei auffallend breite, mehr oder weniger steif gerade, und zwei schmale, enge, deren Sohle vom Fluß in gewundenem Laufe eingenommen wird. Die ersteren sind Stücke von Zungenbecken; von den letzteren ist das einstürzende Tal Bischofszell-Kradolf ein fluviales Verbindungsstück von zwei glazialen Becken, während die Strecke Gütikhausen-Ossingen-Andelfingen die untere fluviale Abflußrinne darstellt.

Schon *F. J. Kaufmann* (Beiträge zur geologischen Karte, Lief. 11, 1872) glaubte in dem Thurtal von Sulgen an abwärts ein Gebilde der glazialen Erosion erkennen zu müssen. Unterhalb Herdern-Frauenfeld öffnet es sich, als großes Ganzes aufgefaßt, fast trichterförmig, einerseits mit Ufer um den Stammheimer Berg, andererseits um die höheren Molasseplateaux Islikon-Gerlikon-Gündlikon-Bertschikon (vgl. Name „Platte“ ob Islikon; Molasse sticht noch heraus in Letten-Breitenloo N Wiesendangen, W Hegi bei Bertschikon 520 m, N Schoren bei Gündlikon 626 m, S von B. in „Büchli“-Kappel etc.), eine Landschaft, zu der die beiden höheren Zweigbecken der Lauche und der Nußbaumer Seen gehören und in welche axial die eigentliche Thurfurche herausgeschliffen worden, welche durch den imposanten Moränenzug Mörsburg-Station Welsikon-Altikon-Thalheim-Ossingen-Neunforn-Warth eingerahmt ist. Die Uebertiefung dieser Rinne ergibt sich einmal aus dem zentripetal (d. h. rückläufig zum Hauptzungenbecken) entwässerten Stufental Hüttwilen-Ochsenfurt und der einst in Stufen herabkommenden Murg oberhalb Frauenfeld, von denen heute noch Reste in den lehrreichen Stromschnellen hinter der Walkmühle und bei der Aumühle Zeugnis ablegen. Topographisch springen ferner, von Ellikon aufwärts schauend, die beiden Schultern Pfyn-Ochsenfurt und Eschikofen-Harenwilen als Trogränder in die Augen. Endlich zerfällt die Thurfurche wahrscheinlich in zwei Becken oberhalb und unterhalb Bürglen. Hier tritt zur topographischen

Enge (von 350 m Breite) aus Molassesandstein im Bett selbst und als Fundament der Thurbrücke ein anstehendes Verbindungsstück mit bei niederm Wasserstand sehr deutlichen Zügen der vertikal bohrenden und horizontal abschleifenden fluvialen Erosion in etwa 442 m ü. M. (s. Taf. V). Nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Kantonsingenieur *O. Geiger* ist die Brücke Schönenberg-Kradolf in geringer Tiefe auf Fels fundiert (Flußsohle 454 m). Zwischen Bürglen und Kradolf fließt aber die Thur fast durchwegs auf betonartiger Grundmoräne.

Im Herbst 1898 fand ich um den Steg der Sulger Au folgendes Profil (Oberkante fast 453 m ü. M.):

Bis 1 m alluviale Flußgerölle, Zeugen des früh-postglazialen Thurbettes.

2,5 m Grundmoräne mit eingesprengten, bereits von Herrn Professor Heim gelegentlich einer Expertise beobachteten Stücken Schieferkohle. Fels nicht sichtbar.

Der undurchlassende Beton wirkt gegenüber der Kiesdecke als Quellhorizont. Das Bett zwischen Kradolf und Bürglen ist also flachglazial ausgekolkt; die Thur hat den Riegel bei Bürglen noch nicht zerstört und den Glazialschutt noch nicht ausgeräumt.

Auch unterhalb Bürglen muß die Molasse beckenförmig ausgeschliffen sein. Der Fels tritt allerdings bis zur Kantonsgrenze nirgends zutage; allein die Schwierigkeit der Pfählung zwischen Weinfelden und Amlikon führt nach *O. Geiger* zur Vorstellung, daß auf jener Strecke die Schotterdecke nicht mächtig sein kann. Molasse steht bei Andelfingen an; ferner unterhalb der Ossinger Eisenbahnbrücke. Bereits *Gutzwiller* l. c. verzeichnet sie auf dem linken Ufer an der Spitze der Tiefenau-Halbinsel, wo ich sie 1903 mit sandig-lehmiger Grundmoräne bedeckt fand. Bei Niederwasser ist man gegenüber dem Bächlein von Widen und der Teilung der Thur (Bl. Andelfingen Nr. 52) in einem vollständigen Felsenbett mit prachtvollen fluvialen Erosionsformen und einer für die Schiffer herausgeschnittenen Rinne. Es ist das Bett einer Stromschnelle, deren Gewell von der Eisenbahnbrücke aus bemerkt werden kann. Oberhalb des Viaduktes gegen Gütikhausen treten Moränen und deren Abstürze an die Thur. Die Brücke selbst ist nach gütiger Vermittlung des Originalplanes durch die schweizerischen Bundesbahnen mittelst Betonrost in 359,11 m

Höhe ü. M. in „Diluvium“ fundiert, 365,55 — 359,11 = 6,4 m unter Niederwasser. Der Ingenieur verzeichnete:

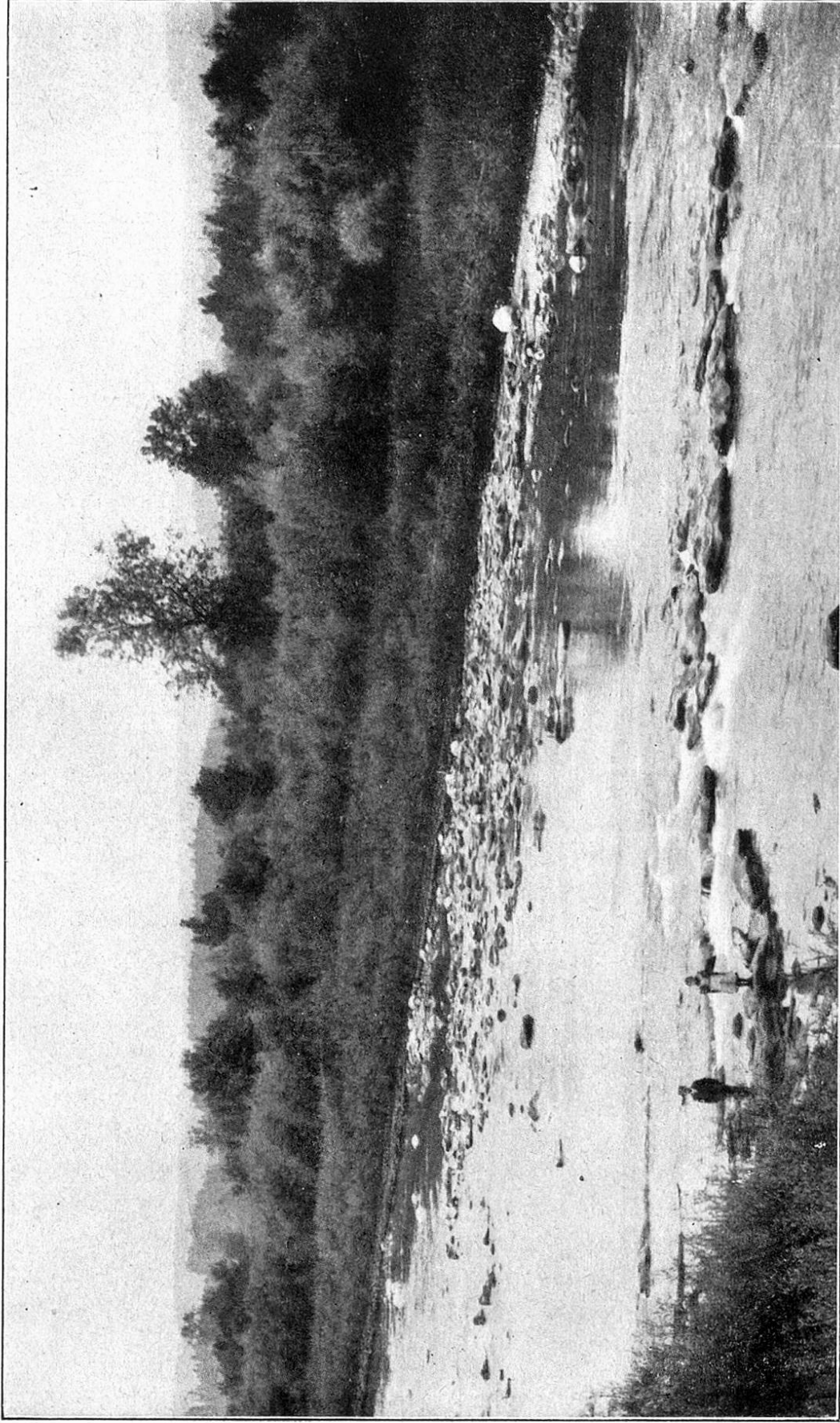
Humus,
 0,4 m Flugsand und toniges Bindemittel,
 3,4 m Tegel mit Sand vermischt,
 0,9 m tonhaltiger Flugsand,
 1,2 m sandhaltiger Tegel,
 0,3 m grober Sand.

Die topographische Karte verzeichnet bei der zitierten Tiefenau im Fluß die Cote 365. Darnach ergibt sich in Betracht der geringen Tiefe bei Niederwasser ein negatives Gefälle flußaufwärts, m. a. W. es bestand hier ein Felsriegel, oberhalb desselben ein flaches Becken ohne Mithülfe der abdämmenden Ossinger Moränen, welche morphologisch das Bild des Frauenfelder Beckens so eindrucksvoll für den Standpunkt Ossinger Brücke oder Thalheim gestalten.

Das linke Ufer besteht von Amlikon bis Frauenfeld aus Molasse; dann abwärts aus einer von mir 1895 beschriebenen Drummlinslandschaft,¹ unter der die Molasse manchenorts in geringer Tiefe anstehen wird. Jedenfalls dürfte nach dem Eindruck vom aussichtsreichen Schaffertsbuck (540 m), Iselisberg, Warth etc. der 490 m erreichende Hügel N Rickenbach noch in beträchtlicher Höhe tertiär sein. Das rechte, hohe Ufer ist unterhalb Ochsenfurt fast durchwegs mit Moränen und deren Verstärkungen verdeckt und durch den Weinbau deformiert. Das Tertiär tritt beispielsweise auf unmittelbar am Nordende der Rohrer Brücke, oberhalb und unterhalb der Brücke über das Weininger Bächlein Rohr-Warth, ist fast unzweifelhaft unter dem „Breitenfeld“ verborgen, sticht aus in den Reben Großwingert zwischen Iselisberg und Ueßlingen, hier durch Föhren markiert, erscheint östlich Ueßlingen in Altwingert (420 m), Burgzelg (451 m), 442 m östlich Buckreben und bei „Roßwiesen“ SE Ittingen. „Im Tscha“ (396 m), Dollenwies-Hügel (442 m) u. a. zwischen Ittingen und Warth bestehen bereits aus Moränen.

¹ Die Drummlins-Landschaft mit spezieller Berücksichtigung des alpinen Vorlandes, mit 2 Tafeln und einer Karte (Bericht der Naturforschenden Gesellschaft St. Gallen 1894—1895, St. Gallen 1896). Vgl. auch Karte II in den Mitteil. der Thurg. Naturf. Gesellschaft, Heft XIV, Frauenfeld 1900.

Tafel V.



Molasse-Stromschnelle ob der Thurbrücke Bürglen.

Aufnahme von Herrn Prof. Dr. Heß 7. Oktober 1898 (Niederwasser; vgl. S. 47).

II. Die Ittinger Nagelfluh.

Zeigen sich die erwähnten Molassestellen als ausstechende Platten, kurze Terrassen ähnlich Pfynd-Wigoltingen, so tritt W Ittingen eine Landschaft auf, welche schon in 1 : 25 000 von den übrigen Formen scharf absticht. In Wirklichkeit sind es mehr als ein Dutzend parallel W-E orientierte, meist gratförmige Hügel (440—475 m), deren südlichste auf den Südflanken Molasse erkennen lassen, in einem alten Steinbruch anscheinend horizontal geschichtet. Weitere Aufschlüsse fehlen. Unter der Vegetationsdecke scheint fast überall fluvioglaziales Geröll, zum Teil in Form von Nagelfluhblöcken vorzukommen. (Zahlreiche solcher Blöcke finden sich in den Mauern des westlichen Oekonomiegebäudes.) Das Ganze macht den Eindruck einer lokalen, staffelförmigen Absetzung des Gehänges nach Rückzug des sperrenden Eises. Die bewaldete Hügellandschaft versetzt uns in eine richtige „Karthause“-Stimmung.

Oberhalb dieses Geländes zieht W-E eine Nagelfluhkante „Schoren“, die bereits auf der geologischen Karte als Quartär eingetragen ist. Bedauerlicherweise ist die tertiäre Unterlage nirgends sichtbar, auch kein Querprofil. Leichtbewegliche Schuttströme verdecken die Böschungen. Die Fluh besteht aus anscheinend horizontalen, hohlkehlig getrennten Bänken einer löcherigen Nagelfluh, lokal mit lehmig-calcitischem Zement. An solchen Stellen dürften gekritzte Geschiebe gefunden werden (z. B. „ch“ des Wortes „Schoren“). Ueberall, auch im Ausstich des jungen Abrisses NW der Karthause, ist die Nagelfluh von einigen Metern sandig-lehmiger Grundmoräne bedeckt. Es kann kein Zweifel darüber sein, daß bloß die oberen und äußeren, freien Teile der Schotter verkittet sind. Sehr wichtig wäre, die Lagerung der Bänke genauer zu kennen. Am westlichen Ende der Fluh schien mir eine schwache Neigung nach NW bemerkbar zu sein. Wichtig ist der Umstand, daß sich nördlich Ittingen in einer auffallend flach gegliederten Landschaft nochmals solche Nagelfluh zeigt. Zunächst bei Nergeten zwischen 483 und 477 m an einem Sträßchen gegen Weiningen in einer alten Kiesgrube; bald sind lockere, fluvioglaziale Schotter aufgeschlossen, mehr oder weniger horizontal, bald mit deutlicher Deltaschichtung, welche

eine Strömung nach W und NW anzeigen. Im östlichen Teil ist der Kies auf 2,5 m verfestigt wie in Ittingen. Die Oberfläche ist von Osten, d. h. Cote 477 m, ausgezeichnet rundhöckerig zugeschliffen, derart, daß nicht bloß die Stoßseite, sondern alte Furchen deutlich erkennbar sind. Die Nagelfluhdecke trägt eine trockene Heide. Sobald an deren Flanken Grundmoräne auftritt, ist Ackerland. Noch östlicher, in 470 m (W „Rüti“) zeigt eine Kiesgrube mehr oder weniger horizontale, zum Teil gekritzte, kaum verfestigte Schotter. Nach N, über „Höhe“ und 472 m (W Bühlhölzli) bildet flachwellige Grundmoräne die Unterlage der tiefgründigen Aecker. Dann kommt der „Hochstein“, zwischen „Grund“ und „Gooßen“ der topographischen Karte, von *Gutzwiller* als miocäne Nagelfluh eingetragen. Damals bestand offenbar noch keine Kiesgrube am Westende. Diese lehrt, daß der 100 m lange, oben 5 m breite und zirka 6—7 m hohe Rücken aus fluvioglazialen, außen stark verfestigten Schottern besteht, die in halber Höhe schwache Schichtung nach N aufweisen und welche auf der N- und S-Flanke diskordant von Grundmoräne bedeckt sind. (Kein Asar!) Die Oberfläche ist rauh, mit Föhren und Dorngebüsch bedeckt, in halber Länge mit einer 1,5—2 m tiefen Querfurche versehen und nach Osten sanft abgedacht. Auch diese Form ist ein Rundhöcker.

Die drei Vorkommnisse am Schoren bei Ittingen, Nergeten und Hochstein bilden offenbar ein Ganzes oder gehören wenigstens einer und derselben Ablagerungsphase an. Alle sind fluvioglazialer Natur, mit Grundmoräne der letzten oder vierten Eiszeit (Würmeiszeit) bedeckt und an den freien, in 485—465 m gelegenen Stellen auf einige Meter Tiefe stark verfestigt, stellenweise rundhöckerig zugeschliffen. Diese Schotter sind jedenfalls jünger als der jüngere Deckenschotter, der am Hohenegg bei Stammheim in zirka 600 m der Molasse aufliegt. Ist es Hochterrassenschotter? Es fehlen Anzeichen von Tiefenverwitterung, Orgeln und dergleichen. Mich erinnert das Ganze an den prachtvollen Aufschluß in Seebach bei Zürich, wo oben verfestigte und geschliffene, an den Flanken diskordant von Grundmoräne bedeckte Schotter anstehen, welche ich daher zuerst als Hochterrasse taxiert hatte, heute aber im Verband mit der ganzen Landschaft und mit

Brückner l. c. als Schotter der letzten Eiszeit betrachten muß. Wenn auch die Frauenfelder Nagelfluh noch vielfacher Kontrolle empfohlen werden darf, so möchte ich sie nicht als interglaziale, sondern als glaziale, dem vorrückenden Rheingletscher vorgelagerte Schotter auffassen (wofür die übereinstimmenden Zeichen der Stromrichtung hinweisen), welche später vom Eise überdeckt und bearbeitet worden ist. Die Schotter dürften noch weiter nach E gereicht haben; denn in der Moräne (442 m) östlich Ittingen, welche durch die Straße angeschnitten ist, fand ich beidseitig diluviale Nagelfluh. Vielleicht stammen aus dieser weiteren Ablagerung auch die vielen Blöcke quartärer Nagelfluh, die sich innerhalb einer aus erratischen Steinen gebauten Stützmauer am linken Ufer Neumühle-Hüttwilen vorfinden. Das Frauenfelder Becken ist mithin in eine die Molasse stellenweise bedeckende jüngere Schotterdecke eingeschnitten.

III. Die Moränenlandschaft.

a) Zusammensetzung der Moränen.

Naturgemäß zeigen sie sämtliche Felsarten des Einzugsgebietes und treten die Gesteine vorherrschend als stumpfkantige bis allseitig gerundete, polierte, geschrammte Blöcke und Geschiebe auf, d. h. Obermoräne tritt ganz zurück. Als Beispiel für viele möge der größere Aufschluß östlich Station Wiesendangen dienen, veranlaßt durch Legung eines zweiten Geleises für die Bundesbahnen. Ich notierte hier u. a.:

Puntaiglasgranite, 40—60 cm.

Diorite von Truns bis Disentis, 30—50 cm.

Blaue Pegmatite vom Hintergrund des Val Somvix, 50 cm.

Stavelatschporphyr, ein weißer Quarzporphyr mit bis 1 cm großen Quarzeinsprenglingen, dessen Heimat 1904 durch *Alb. Heim* und *E. Blumer*¹ auf Fuorcla Stavelatsch, im Hintergrund des Val Somvix nachgewiesen worden ist.

Vanskalk (Rötidolonit), Umgebung von Brigels, 40—50 cm.

Weißer Glimmerquarzite vom Piz Aul, 10—35 cm.

¹ *Alb. Heim*, Das Säntisgebirge, 1905, S. 631 (Liste der Erratica von Dr. *E. Blumer*).

- Viel Ilanzer graue Verrucanoarten, 0,3—1,5 m.
 Splügen-Marmor, 0,8—1 m.
 Rofna-Gneißporphyre, 1—2 m.
 Gabbro (Oberhalbstein, Strela etc.), 40 cm.
 Juliergranite, 40—50 cm.
 Zahlreiche Verrucano der Davoser Gegend.
 Malm, vom Gonzen.
 Kreidegesteine der Churfürsten- und Säntisgruppe.
 Austernhaltiger Nummulitensandstein wie am Eichberg
 (Rheintal).
 Flyschkonglomerate.
 Subalpiner Sandstein der untern Süßwassermolasse.
 Nagelfluh mit Cinnamomum einschließenden Sandstein-
 schmitzen ähnlich Ruppen-Altstätten.
 „Seelaffe“ mit Cardien vom Rorschacherberg, 35—40 cm.
 Reichlich Sandsteine und Süßwasserkalke der Thurgauer
 Molasse etc.

Im übrigen zeigen die Moränen durchaus eine Lokal-
 fazies, sind häufig sandig-lehmig und mit Materialien der Unter-
 lage mehr oder weniger reichlich versehen, vor allem mit den
 an der Luft rasch aufspringenden, zerfallenden Sandsteinen der
 tonigen obern Süßwassermolasse und des Süßwasserkalkes. Die
 miocäne Nagelfluh der Gegend Stähelibuck-Lieberg etc. öst-
 lich Frauenfeld tritt in der dortigen Grundmoräne sofort als
 Beimengung auf, so daß letztere in ausgewaschenen An-
 schürfungen am Hard (696 m) fast mit Nagelfluhgeröllen er-
 füllt ist.

b) Landschaftsformen.

1. **Endmoränen.** Die Endmoränen des tieferen Frauen-
 felder Beckens und seines Zweigbeckens von Stammheim
 berühren sich zwischen der Ossinger Thurbrücke und Walta-
 lingen in einer etwa 5 km breiten Scharung, welche noch
 einer speziellen Kartierung bedarf.¹

Im Zweigbecken Hüttwilen-Schlattlingen unter-
 scheidet bereits die geologische Karte der Schweiz (Dufour IV,
 1883) zwei Systeme von Endmoränen, die sich jedermann
 hypsometrisch und morphologisch verschieden einprägen:

¹ Vgl. für den westlichen Teil *J. Hug*, Karte von Andelfingen und Um-
 gebung 1 : 25 000 (Lief. 15, Serie II der Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz).

α. Aeußere, ältere, zwischen Schlattingen und Unterstammheim, welche sich besonders als linke, mehr oder weniger isolierte Ufermoränen von Waltalingen über Guntalingen entwickeln und dann in zwei zerstörten Stirnmoränenzügen besonders eindrucksvoll auftreten (Bl. 53 und 48 der topographischen Karte 1 : 25 000):

aa. äußerer Zug: Egg 457, Eggenrain 471 und 435 südlich Schlattingen, Wilenbodenbuck, Breitbühlbuck 436, 436 W Furt, Kintschersbuck 423 m;

bb. innerer Zug: Girsberg 456, Eschbuck 440, 439 W Furtmühle (419 m), Steigbühl 441, Schlosserbuck 438 und Scheibenbühl 447 m, wo der Uebergang in rechte, an den Stammheimerberg gelehnte Ufermoränen stattfindet.

Die beiden Züge von mehr oder weniger scharf isolierten Kuppen umschließen die große Depression des Sürch, in welcher noch kleine Zeugen des Gletscherrückzuges vorhanden sind: 427 m an der Guntalinger Straße, 424 m, Blutbuck u. a. Die Moränen sind stellenweise als Schottermoränen entwickelt.

β. Innere, jüngere und relativ niedrige, mehr zusammenhängende Wälle von den südlichsten Häusern von Nußbaumen um die Seen nach Uerschhausen und einer nach NW vorgelagerten und entsprechend sich abdachenden Schotterebene Stammheim-Furtmühle. Sie umschließen den innern Teil des die Seen enthaltenden und zentripetal zur Thur entwässerten Zweigbeckens. Die Schmelzwasser haben offenbar zuerst dazu beigetragen, die äußeren Wälle in den „Furten“ zu teilen, so daß dieser Abschnitt zentrifugal zum Rhein drainiert wird. Detailstudien dürften hier noch manche interessante Daten ergeben.

Die Endmoränen des Thurbeckens sind oben erwähnt worden. Vielleicht entsprechen die tieferen der Innenseite den inneren des Zweigbeckens.

2. Drumlinslandschaften.

α. Diejenige südlich der Thur ist von mir 1895 l. c. beschrieben worden. (Sie fehlt auf dem oben angeführten

Penck'schen Kärtchen: „Der Bodensee“.) Die in den letzten Jahren erstellten Aufschlüsse längs der Bundesbahn zeigen überall die plankonformen Profile der Drums, welche sich von Hinteregg (491 m) E Wiesendangen bis Niederwil-Osterhalden in seltener Schönheit erstrecken.

β. Nördlich der Thur habe ich (l. c.) Drumlins von Pfyn her angegeben. Die darauf nach W folgende Gegend zwischen dem Seebach (Hüttwilen-Ochsenfurt) und Wilen-Neunforn zerfällt morphologisch in zwei differente Gebiete:

aa. Etwa bis zur Linie Ittingen-Steineggersee eine sehr flache Gegend (s. „Ebnat“ östlich Buch) mit niedern Wellen von Grundmoräne, unter welchen die Molasse in geringer Tiefe anstehen muß und innerhalb welcher die zwei Rundhöcker von quartärer Nagelfluh vorkommen. Es ist ein Gebiet geringster Akkumulation, vorherrschender glazialer Erosion.

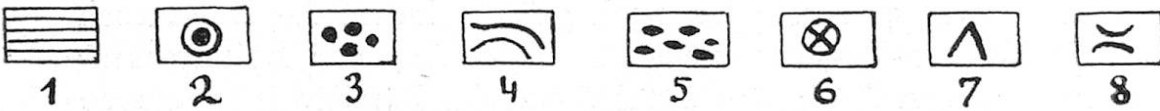
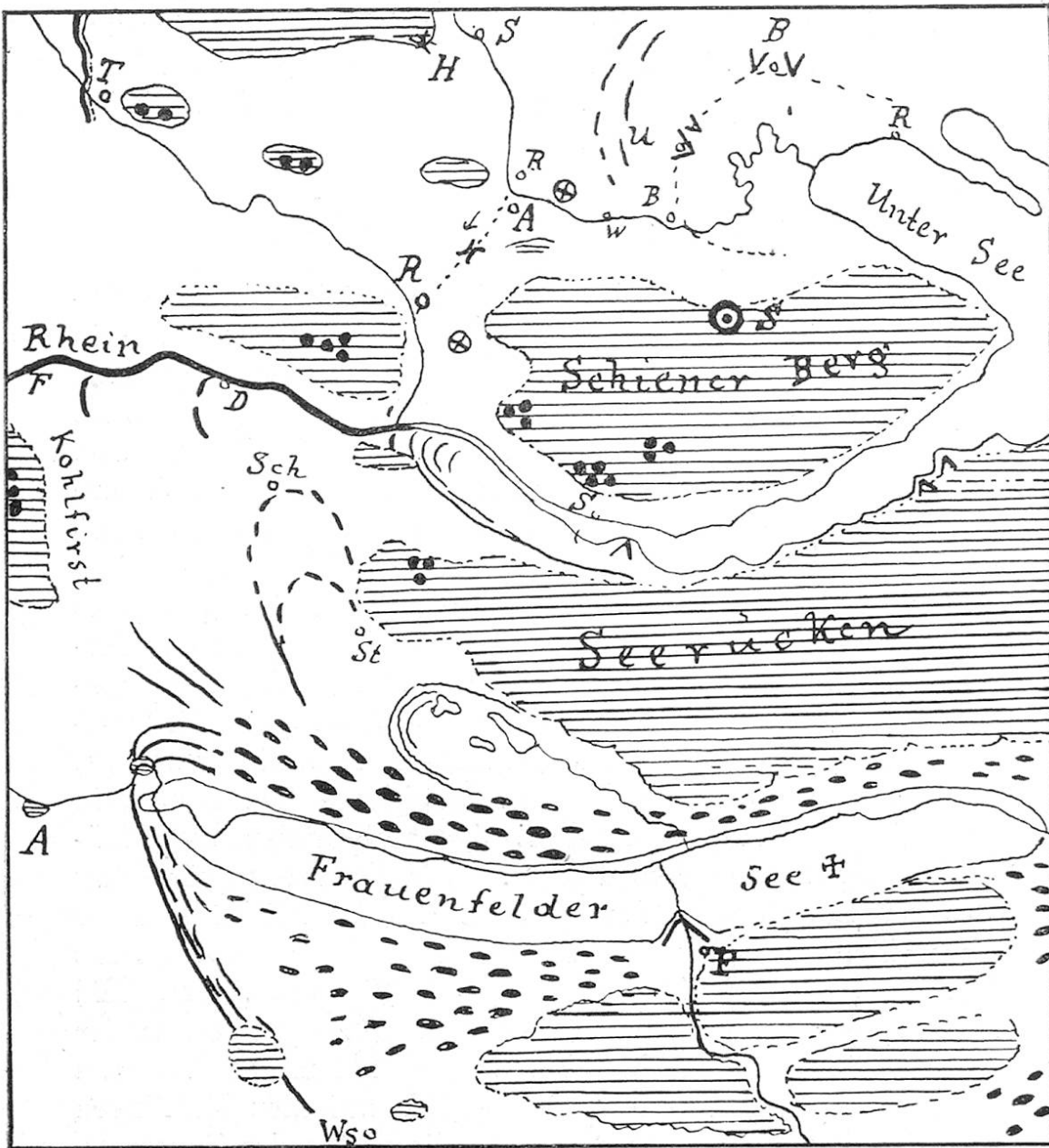
bb. Von da nach Westen und bei Vorder- und Hinterhorben beginnend eine Scharung linsenförmiger Hügel aus vorherrschender Grundmoräne, seltener aus Schottern (E Buch), mit zahlreichen abflußlosen Mulden, die von Sümpfen und Mooren ausgekleidet sind („Niederwiesen“ S Uerschhausen); es ist eine typische Drumlinslandschaft, welche mit Hilfe von interpolierten Isohypsen von je 5 m Aequidistanz noch besser auf der Karte zum Ausdruck kommen würde. Indessen schreitet man allmählich zu unvollkommen entwickelten Formen, z. B. zwischen Wilen und Uerschhausen. Man überzeugt sich beim Wandern, daß, wie *Penck* und *Brückner* l. c. am Stahrenbergersee erkannten, die Drumlins umgeformte Moränen, Rundhöcker aus Moränenmaterial, darstellen.

Wenn das für alpine Gegenden die weitaus vorherrschende Form der Entstehung sein wird, ist sie nicht die ausschließliche, da bekanntlich und leicht verständlich manche Drums Kerne von anstehendem Fels oder Schotter besitzen. Diese befinden sich hauptsächlich auf der Stoßseite der Drumlinslandschaft. Am schärfsten umgestaltet sind denn auch hier

die Ufermoränen in der oben abgegrenzten Region 2 aa, d. h. auf der am längsten bearbeiteten Seite. Die Umformung verlangt einen neuen, nach Ablagerung der Moränen erfolgten Vorstoß, dem man die inneren Endmoränen von Stammheim-Nußbaumen zuschreiben möchte.

IV. Der Frauenfelder See.

Die Endmoränen bei der Ossinger Brücke mußten offenbar das Thurbecken vor dem sich zurückziehenden Eise in einen Stausee verwandeln, für den es in einem gewissen Zeitpunkte möglich ist, das oberste Niveau zu bestimmen. Kurzdorf-Galgenholz-Maiholz und die sanft nach NW fallende, dem Wind ausgesetzte Ebene bis zum Tägelbach besteht aus fluvioglazialen Geschieben, welche in verschiedenen Gruben aufgeschlossen sind. Gleich westlich der Eisenbahnbrücke zeigte sich 1898 das beigegebene instruktive Bild (Taf. VI), welches durch Herrn Prof. Dr. Cl. Heß für meinen Vortrag in der Versammlung unserer Gesellschaft, den 12. Oktober, gütigst aufgenommen worden ist. Der Maßstab umfaßt 3 m, und die Oberkante des Bildes ist von Herrn Heß zu 407 m bestimmt worden. Die schrägen Geschiebeschichten bezeichnen den Absatz in stehendem Wasser, ein Delta, die horizontalen die Flußablagerungen über dem Niveau. Die Grenze repräsentiert also den Seespiegel. Man ermittelt aus der Mächtigkeit der wagrechten Schichten leicht die absolute Höhe des Niveaus, die sich hier zu $407 - 2,25 = 404,75$ m, bald zu $404,75 - 0,75 = 404$ m ergibt. Verfolgt man auf der topographischen Karte die Kurve von 404 m, so hat man auch die Seefläche. Sie reichte östlich zwischen Hüttlingen und Eschikofen, und der See hatte die Größe des Zugersees. Sicher war er anfänglich noch größer, indem das Delta noch die Ergaten-Vorstadt umfassen muß. Aus der Deltastruktur erkennt man die infolge Durchsägens der Barrière bei Ossingen stets tiefer gelegten Niveaux; z. B. lag es bei „Blumenstall“ im Galgenholz noch in zirka 397—398 m und östlich der Landstraße Osterhalden in etwa 398,5 m, d. h. der See erstreckte sich nun bloß noch bis zur Pfyner Straße. Offenbar reichte das Murgdelta auch nach Osten. Langdorf dürfte auf einem abgetragenen und dann von Bachschutt bedeckten Flügel



Schematische morphologische Skizze:

1 = wagrechte Molasse; 2 = älterer, 3 = jüngerer Deckenschotter; 4 = Moränen der letzten Eiszeit mit Rückzugsstadien; 5 = Drumlins; 6 = Phonolithe in fluvioglazialen Schottern; 7 = Frühpostglaziale Delta; 8 = Frühpostglaziale Wasserscheide.

Tafel VI.



Delta der Murg in den ehemaligen Frauenfelder See.

Aufnahme von Herrn Prof. Dr. Heß anfangs Oktober 1898 (vgl. S. 55).

stehen. Später hat sich die Murg mit der Thur vertieft, so daß die zwei schönen Innenkanten gebildet wurden, welche Kurzdorf-Kirche und das „Langdorf“ tragen.

Der See war anfangs etwa 50 m tief; sein Boden ist nicht direkt sichtbar; denn er ist im Süden mit zahlreichen kleineren und jüngeren Deltas bedeckt (Hüttlingen, Mettendorf, Wellhausen, Altikon), im Norden von den Gebilden einer serpentinisierenden und mehr und mehr nach rechts gedrängten Thur. Noch erkennt man an den konkaven Rändern des eine Verengung des Sees verursachenden Murgdeltas im Galgenholz die ältesten und höchsten Thurufer, und die inselartig, wenn auch schwach erhöhten Siedlungsstellen innerhalb der weiten Alluvialfläche der Thur mit den Lehmäckern würden bei eingehenden Studien viele Altwasser und Flußzweige rekonstruieren lassen. Welch herrliches Bild, dieses Zungenbecken der Thur von seiner Entstehung bis zur heutigen Umformung durch den Menschen und den letzten Ueberresten der Auenvegetation in den vielen „Gil“!¹

B. Die Entstehung des Steiner Rheins.

Der Bodensee ist nur eine besondere Form des Rheinstroms, ein Flußsee, dessen „Abfluß“ der Rhein darstellt. In der Ueberschrift ist bereits die Möglichkeit mehrerer „Rheine“ ausgedrückt. Zum Verständnis der gesamten Entwicklung ist es nötig, den ganzen Untersee mit seinen beiden Buchten, sowie den benachbarten Hegau ins Auge zu fassen.

I. Allgemeine Orientierung über den Untersee.

Unser Standpunkt ist der Hohentwiel (689 m)², ein den Vulkanschlott erfüllender Phonolithzapfen (sog. „Neck“ oder Halsling) mit Tuffmantel, dessen Oberkante in den Böschungen

¹ Hier, an der Thur, ist dieses ganz seltene, nordisch-germanische Wort für Vertiefung, Hohlform, Graben noch am zahlreichsten erhalten (vgl. *J. Früh* und *C. Schröter*, Die Moore der Schweiz, Bern 1894, S. 302).

² Die Höhenangaben der badischen topographischen Karte sind rund 1 m kleiner als diejenigen der Siegfriedkarte und in dieser Abhandlung auf diejenigen der Schweizerkarte erhöht.

der Alexander Bastion mit gekritzten Geschieben der Grundmoräne der letzten Eiszeit gemischt ist. Das Eis ging aber noch höher, über die Kuppe; denn im WNW, unmittelbar vor der Brücke zum „Werda-Ruf“ vor der oberen Festung, beobachtete ich unter schützendem Mörtel auf anstehendem Fels Gletscherschliffe; die dortigen Felsgehänge sind gerundet (oberhalb der Zisterne der Alexander Bastion) und die Böschungen beim Rondell Augusta, überhaupt im S und SW, sind entschieden glazial zugeschliffen, so daß die Phonolithmasse als Rundhöcker erscheint, der durch spätere Verwitterung vielfach zerstört und besonders im S und E von Schutthalden umgürtet worden ist. Ein seltenes Bild, dieser glazial behandelte Vulkanrest inmitten von alpinen Trümmergesteinen. Außer den Vulkanen bestehen die Hügel aus horizontaler Molasse oder vulkanischen Tuffen,¹ deren Rücken vielfach mit löcheriger Nagelfluh als den Resten früherer Eiszeiten bedeckt sind, nämlich:

- a. ältere Deckenschotter als fluvioglaziale Kiese der ersten Eiszeit („Günz-Eiszeit“) stehen an auf Hochbodan NW Konstanz (670—690 m) und Schrotzburg (Schienerberg) 680—693 m;
- b. tiefer der jüngere Deckenschotter der zweiten oder „Mindel-Eiszeit“ auf Kohlfirst (500—550 m), Hohenegg am Stammheimerberg (600—625 m), Buchberg bei Thayngen (515—540 m), Heilsberg bei Gottmadingen (530—570 m), Gailinger Berg (560—580 m), Wolkenstein-Hohenklingen-Oelberg bei Stein a. Rh. in beziehungsweise 570—600, 580—610 und 600—620 m; endlich Friedinger Schloßberg NE Singen.

In diese Decken sind Seen und Täler gegraben, also jedenfalls jünger als die zweite Eiszeit. Die absperrenden Moränen gehören der vierten Eiszeit an; der Bodensee ist erst innerhalb dieser Periode entstanden.

Bei Abendbeleuchtung auf dem Hohentwiel stehend, hat man folgendes ergreifendes Bild vor sich: den See mit der denkwürdigen Rheinau, und hinter derselben, scheinbar wenig über dem Spiegel, auf einer flachen Stirnmoräne die Häuser-

¹ Vgl. *Gutzwiller* und *Schalch* l. c.; ferner *J. Weber*, Ueber die Geologie des Hegaus (Mitteil. der Naturf. Gesellschaft Winterthur, Bd. II, 1899, mit Karte 1 : 50 000), *Pencks* „Bodensee“.

reihe von Konstanz mit dem Münster als Wahrzeichen. Links erhebt sich, immer höher ansteigend, die Bodanhalbinsel; rechts, ebenfalls sanft sich mehr und mehr zu einem flachen Rücken erhebend, der Seerücken und vor ihm in gleicher Entwicklung der Schienerberg. Es sind alpenzuwäerts gerichtete und abgeflachte Sporne, deren Entstehung nur durch das Eis erklärbar ist; sie zeigen eine deutliche Stoßseite, sind gleichsam riesige, langgestreckte Rundhöcker, und Konstanz erscheint als Einfallstor des Reingletschers, dessen flacher Ausschüfung das breite Becken des Untersees zu verdanken ist. Flach ist diese Hohlform noch über Radolfzell hinaus, während sie von Ermatingen an entschiedene Troggestalt annimmt (Steilränder Berlingen-Eschenz).

Bei Glarisegg oder Mammern stehend, schaut man westwärts die steilen Ufer von Hohenklingen und Hohenegg und in der Mitte einen runden Berg, den E—W sanft ansteigenden und in dieser Richtung asymmetrischen Rodelberg (586 m), ein Rundhöcker.

II. Der Seeabfluss Arlen-Ramsen.

Vom Hohentwiel aus durchwandert man gegen Osten drei morphologische Elemente: 1) Die große, sanft nach Osten sich erhebende Schotterebene Ramsen-Singen als Unterlage der großen Ackerfelder. 2) Unregelmäßig verteilte Bodenwellen, etwa in der Richtung Worblingen-Westende Hardberg über Ackersbühl und Freibühl (E Singen) der badischen Karte beginnend; es sind wesentlich aus Grundmoränenmaterial aufgebaute Endmoränen und die ihnen westlich vorgelagerten alpinen Schotter naturgemäß die entsprechenden fluvioglazialen Gebilde. 3) Oestlicher und tiefer folgen wieder unregelmäßige Schotterflächen („Breiten“), welche aber seewäerts plötzlich steil abbrechen und jene ausgezeichnete Uferterrasse darstellen, die sich vom Kreuzbühlhof (422 m, NW Radolfzell) als Piedestal des Hohentwiel, Hohenkrähen u. s. f. einprägt. Durch die Moränen, die wir rings um den Fuß des westlichen Schienerberges gelegentlich in Rudimenten antreffen, wurde der beim Rückzug des Gletschers (zunächst bis zu den Stirnmoränen Konstanz-Mainau) gebildete Untersee noch gestaut. Vom höher abgedämmten Ueberlingersee und der Nachbar-

schaft ergossen sich die Gewässer, wie zahlreiche alte Flußserpentinien bereits auf der topographischen Karte zeigen („Sauried“, „Haselmoos“ etc.), in südlicher Richtung zum Untersee und bauten hier — wie die Murg in den Frauenfelder See — ihre Deltas hinein. Die Nachbarschaft der Gletscher verrät sich nicht bloß durch die Natur und Form der Gesteine, sondern auch durch eingelagerte dünne Sand- und Lehmschmitzen mit deutlichen, gekritzten Geschieben, z. B. bei Ueberlingen a. Rh., SE Böhringer See und Föhrenbühl. Daß auch auf einigen Umwegen Materialien zugeführt wurden, lehrt das Vorkommen von abgerundeten, bis 25 cm großen oberen Jurakalken des benachbarten schwäbischen Jura (etwas vor Stockach) in den Gruben am südlichen Steilrand von Föhrenbühl bei Böhringen. *R. Sieger* fand diese Geschiebe sogar häufig.¹

Die in den Kiesgruben aufgeschlossenen Deltas gestatten nicht bloß die Richtung der Zuflüsse, sondern auch die Höhe des ehemaligen Seespiegels zu bestimmen, wie folgende, im Juni 1906 kontrollierte Beispiele lehren:

- a. Die Gemeindegrube Ueberlingen a. Rh. zeigte unter 2 m mächtigen horizontalen Schichten schräg nach SE bis E und NE geneigte Bänke. Terrainoberkante 424 m, Niveau daher 422 m, also $422 - 398 \text{ m} = 24 \text{ m}$ über dem heutigen Seespiegel.
- b. Die „Kiesgrube“ am Ostrande des Böhringer Sees hat über schräg nach SSW, SW und S geneigten, teilweise zu Nagelfluh verkitteten Bänken einen auf 0,6—0,8 m verwitterten und bis 2 m mächtigen Deckel. Terrain zirka 422—423 m, ehemaliges Niveau 24—24,5 m.
- c. Die Gruben auf Föhrenbühl weisen auf Strömungen von NW. An einer besonders schönen Stelle dicht Cote 421 m der badischen Karte beträgt die Dicke der überliegenden horizontalen Schichten 2 m; mithin beziffert sich die Niveauhöhe auf $422 - 398 = 24 \text{ m}$. Es stimmen diese Daten vollständig mit den von *Sieger* vor 14 Jahren festgestellten Maximalständen des Untersees überein.

¹ Zur Entstehungsgeschichte des Bodensees, S.-A. aus der Richthofenfestschrift 1893, zugleich in Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees XXI, 1893.

Wo sind nun die Ausflüsse zu suchen? Sie mußten im W erfolgen.

Zwischen Galgenberg und Hardberg NW Bohlingen liegt mitten in der Moränendecke eine Furche, welche in etwas über 450 m an der Kreuzstraße beginnend NW des Kaiserstuhls gegen Worblingen führt und welche eine Schmelzwasserinne des höhern Gletschers darstellt, aber nicht Abflußrinne des Sees. Letztere muß in wenig über 422 m gesucht werden. Die Landstraßen W Ueberlingen a. Rh. führen in 438 m über Moränen, und durch solche und deren Schotter schneidet die Eisenbahn W Station Rickelshausen in 427 m. Es kann sich noch um zwei Richtungen handeln: Worblingen-Arlen-Ramsen und südlicher über Stein a. Rh.

Wie *Penck* an verschiedenen Orten gezeigt hat (vgl. Literatur in „Alpen im Eiszeitalter“, Lief. 4, 1901) und wie eine bald zu erwartende Monographie des Bodensees von *Penck* und *Forster* ausführlicher darstellen wird, gab es je nach dem Stand des Rheingletschers verschiedene peripherische Abflußrinnen des Eises, beispielsweise als älteste außerhalb der Endmoräne Büßlingen-Thayngen die Rinne der Biber mit Fortsetzung durch das Fulachtal nach Schaffhausen. Später, beim Rückzug des Eises, wurde das Fulachtal durch eine Schottermoräne zwischen „Egelsee“, Keßlerloch und Thayngen abgesperrt und die Biber gegen Ramsen zu geleitet. Als der Gletscher noch später seine Moränen E Singen ablagerte, kam eine neue peripherische Abflußrinne dazu von der Stadt Aach her in der Richtung der Singener Aach. In den fluvioglazialen Schottern der Kiesgrube östlich der Fabrik Rielasingen fand ich nebst den alpinen Geschieben auch stumpfkantige, innen sehr frische Phonolithe. Es mußte also nebst der östlichen Zufuhr von den Moränen mit Seelaffe bei Arlen auch eine solche von N erfolgen. Beide umspülten einen Rundhöcker aus wagrecht geschichtetem Phonolithuff, den Junkernbühl 436 m (Siegfried-Atlas, Bl. 46). Dieselben Schotter reichen gegen Ramsen, welche südlich Carlihof auf dem rechten Ufer der Biber mehr als 2 m hoch einen Tuffhügel zudecken (Wald „Herrenwies“ 417 m der Karte). Die Ablagerungen erfolgten offenbar nicht sehr regelmäßig oder wurden vorübergehend deformiert. Beispielsweise liegt zwischen Wilen (416 m) und der Bahnlinie Etwilen-Singen eine deutliche Vertiefung „auf

Hütten“ von relativ 3—4 m, und zeigt sich zwischen den Reben „Hochkreuz“ im S und denjenigen von Cote 420 und Hulm (Moräne) eine deutliche Rinne von ENE—WSW. In der großen Kiesgrube SW Hulm beobachtete ich u. a. Vanskalk, Glimmerquarzit vom Piz Aul, Serpentine, Diorite, Verrucano, Juliergranit, Kreidegesteine, Oelquarzit aus dem Flysch (35—40 cm) und Schlagfiguren, Nagelfluh vom Ruppen, rote Granite aus der miocänen Nagelfluh, viel Obersüßwassermolasse, Seelaffe vom Rorschacherberg (20 cm), ein 10 cm Geschiebe diluvialer Nagelfluh, 15 und 25 cm große, frische Phonolithe. (Phonolithe müssen direkt in glazialen Ablagerungen konstatiert werden, nicht etwa in oberflächlicher Zerstreung, da dieses Gestein, sowie der subjurassische miocäne Muschelsandstein, vielfach in den Feldern als Marksteine verwendet werden.) Also auch hier deutliche Beweise der östlichen alpinen und nördlichen lokalen Komponenten.

Hatte endlich das Eis innerhalb des Unterseebeckens einen See hinterlassen, so bestanden nur noch zwei Flüsse (nicht Schmelzwasser): die Biber-Aach und ein Abfluß aus dem See. Wie bereits *Sieger* erkannt hat, mußte dieser letztere über Arlen erfolgen und mit der Aach kombiniert gegen Ramsen zur Biber fließen. Noch heute besteht über das „Ried“ und „Seewadel“ von Arlen nach Ramsen eine Vertiefung mit streckenweise deutlichem Charakter eines Trockentales. Die Straße Ramsen-Rielasingen führt an der engsten, nur 200 m breiten Stelle durch. Beidseitig fluvioglaziale, 0,6—1,2 m hohe, alte Ufer, deren mit Aeckern bedeckte Oberkante deutlich nach SW fällt; im Tal dagegen Wiesen, die gerade an dieser Stelle als einer Talwasserscheide in kaum 420 m nach NE und SW entwässert werden. (In einer Kiesgrube der Kreuzstraße E Grenzstein Nr. 210, Blatt Ramsen Nr. 46, fanden sich u. a. 1—20 cm große, stumpfkantige bis runde Diorite, Amphibolite, Ilanzer und Davoser Verrucano, Glimmerquarzit vom Piz Aul, Variolite, Vanskalke, Gabbro, Juliergranit, Bündnerschiefer, Kreide- und eocäne Gesteine, rote Granite der Nagelfluh, viel Sandsteine der obern Süßwassermolasse.) Die Arbeit der drei kombinierten Gewässer¹ zeigt sich in der Ausräumung der Schotterebene südlich Ramsen,

¹ Ueber eine frühere, neue Ablenkung der Biber ins Fulachtal vgl. *J. Meister* in Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Gesellschaft 1904, Winterthur 1905, S. 212.

von wo über Wilen-Reitli nach Hemmishofen sich ein linkes Hochgestade in Form niedriger, mit Reben bepflanzter Schotterhügel erhalten hat. Die Abzapfung der Aach ist das Werk des schneller einschneidenden Steiner Abflusses, wodurch sich das Seeniveau rasch senkte.

III. Der Steiner Rhein.

Das Steiner Zweigbecken des Untersees, von dessen Uferformen hier abgesehen werden muß, hatte ebenfalls einen stauenden Abschluß durch Moränen, welche zum großen Teil noch schön erhalten sind und bei schiefer Beleuchtung als eingelagerte, gescharte Formen landschaftlich sehr wirksam sind. Ein großer Zug einer linken Ufermoräne zieht von Rain und Hüttenberg (491 m) bei Eschenz über Eichbühl und Rain bei Kaltenbach (466 m), den Buck E Station Etwilen (447 m), den Schlatthof (443 m) und Sepling (437 m) zum linken Rheinufer gegenüber Hemmishofen. Innerhalb finden sich kleinere Stirnmoränen W Wagenhausen, etwa bei „Allmend“; dann bei „Grindbühl“ (437 m), „Langolber und Rütönen“ (431 und 422 m); endlich bei „Schlatthof“ und „Gibishüt“ (421 m). Außerhalb findet man Moränenwälle bis Rheinklingen. (Einem etwas höheren Stand gehören diejenigen auf Staffelwald (450—470 m) an, auf dem rechten Ufer der Biber.¹) Bei Stein-Oehningen erscheinen als Bäche an die Bergseite dämmende, staffelförmig angeordnete Züge von Ufermoränen: „Reckenbühl“ (474—463 m), „Hattenloh“ (450 m), Weinberge (452 m), dann „Boll“ (431 m) E Stein. Die äußeren Wälle sind von Ramsen her frühzeitig zerstört worden.

Außerhalb der Endmoränen liegen nach Westen die fluvioglazialen Schotterfelder, die „Zelgen“ E und SE Etwilen, „Talzalg“ und „Hinterfeld“ bei Rheinklingen, während der Ostsporn des Rodelberges mit Moränen bedeckt ist.

Bei Hemmishofen sind am linken, bewaldeten Rheinufer die Moränen prachtvoll entblößt, abgestürzt und teilweise mit Schilfhalden vergrünt.

Betrachten wir nun das Gebiet innerhalb der Endmoränen von Etwilen. Da treffen wir von „Hof“ (440 m)

¹ Am Eingang zur Burg Hohenklingen bekunden ein großer Juliergranit und zahlreiche Pflastersteine aus Seelaffe die ehemalige Bedeckung durch den Rheingletscher.

an über Wagenhausen (415 m) gegen die Station Stein a. Rh. (416,25 m) eine große Schotterebene mit deutlich westlichem topographischen Gefälle. Oestlich der Station ist die Bahnlinie eingeschnitten. Das Terrain ist lokal etwas erhöht, kulminiert im römischen Kastell „Burg“ sogar in 423 m. Dann beginnt von Burg über „Floren“ und „Bünt“ nach Unter-Eschenz sofort eine Vertiefung auf 409 m an der Landstraße mit deutlichem Hochrand „Floren-Bünt“. Die Kiesgruben bei Bünt, zur Zeit schlecht erhalten (gekritzte Geschiebe), vor allem diejenigen um die Kreuzstraße bei Held E Kaltenbach, zeigen keine Deltastruktur, sondern bestehen aus alpinen mehr oder weniger horizontal abgelagerten Geschieben mit schwacher Tendenz nach N, NW und W, d. h. eine fluviale Aufschüttung. Ein See bestand hier nicht. Bedauerlicherweise besteht an der Burg zurzeit kein hinreichender Aufschluß, so daß ein Einblick in die innere Beschaffenheit nicht möglich ist. Gleichwohl möchte ich in ihr den Rest einer schwachen Schottermoräne vermuten, oberhalb welcher das sich von Etwilen zurückziehende Eis kurze Zeit die Depression (Ende des Unterseebeckens) erfüllte. Von diesem Eis mit seinen Erratica erfolgte nach W die Aufschüttung „Tegerfeld“ und damit die Terrasse von Wagenhausen, als Boden des ältesten Steiner Rheins.

Wie an vielen andern Orten, besonders schön westlich Radolfzell und auf der badischen Karte durch Schraffen trefflich verzeichnet, finden sich hier innerhalb der Schotter abflußlose Vertiefungen, die je nach dem Grundwasserstand periodische Seen darstellen, z. B. „Egelsee“ bei Kaltenbach.¹ Der offene See bildete sich erst bei noch späterem Rückzug des Gletschers auf der Endmoräne von Konstanz, angezeigt durch zahlreiche Deltas, und damit beginnt zugleich die Erosion oder Vertiefung bei Stein a. Rh. Am Schweizer Ufer bestehen zurzeit deren 17, von welchen die westlichsten naturgemäß die ältesten sind. Viele sind der ungleichen Entwicklung der Bachsysteme entsprechend sehr jung. Mancherorts sind über dem See lokal schräge fluvioglaziale Schotter mit Neigung zum See zu konstatieren, jedoch ohne Deckel und meist in der Nähe von Moränenresten, z. B. SE des Bahnwärterhäuschens am rechten Ufer des „Fennenbachfeld“-

¹ Vgl. über solche Seen *Früh* und *Schröter* l. c., S. 259 ff.

Bächleins W Mammern in zirka 423 m; ferner W „Wingertli“ näher Mammern in zirka 428 m. Es wäre sehr zu wünschen, daß Anwohner der Seeegend Aufschlüsse fortwährend kontrollieren könnten. Nur an einer Stelle gelingt es zurzeit, aus einem normalen Delta das ehemalige Seeniveau festzustellen: bei Weier-Steckborn. Hier steht auf dem linken Ufer des Baches das Haus „Riedhalde“ in zirka 416 m über einer Kiesgrube:

2 m horizontale, gröbere Geschiebe, nach oben vorherrschend aus Molasse;

dann schräg nach N und NW fallende, feinere, alpine.

Es entspricht dies einem Niveau von $414 - 338 = 16$ m.

Etwa 100 m südlich der Bahn befindet sich ein zweiter, tieferer Aufschluß mit Terrainoberkante von zirka 410 m, Deckelstärke von 0,8—1 m und feiner Deltastruktur (Seelaffe). Niveau $409 - 398 = 11$ m.

Die zwei Gruben verraten das Vorscheiben eines Deltas in den sich mehr und mehr senkenden See.

Im Herbst 1901 waren östlich der alten Stadtmauer in Steckborn zwei Gruben geöffnet, eine privat, die andere vom Staat betrieben. Man beobachtete von oben nach unten:

0,8—1 m Humus und Lehm;

1—2 m Geschiebe, vorherrschend aus Molasse des Seerückens, Gerölle aus Quelltuff, versinterte Geschiebe.

Tiefer feine, fluvioglaziale, alpine Geschiebe, sog. „Weißkies“, den man zu Zement verwertete. Grundwasser hinderte einen tiefen Aushub. Eine Niveaubestimmung war nicht möglich. Ebenso ist die Grube „Waldbühl“ östlich Eschenz hierfür nicht mehr brauchbar. Dagegen zeigt auch diese zwei verschiedene Schichten: eine obere, 1—1,5 m mächtige jüngere, vorherrschend aus Molassegeschieben, und eine tiefere, ältere aus vorherrschend alpinen Materialien. Die Deltas sind postglazial, bestehen aber aus tieferen frühpostglazialen, vorherrschend alpinen, und höheren, mehr rezenten, vorherrschend aus Molasse zusammengesetzten Geschieben, welche lokal mit Molasselehm bedeckt sein können. Die Wurzel der ersten Anlage ist verdeckt. Die tieferen Schichten verraten vorherrschende Abspülung des reichlich an den Gehängen verbreiteten Gletscherschuttes, die oberen die postglaziale Ent-

wicklung der Erosionstäler. Wie rasch letztere erfolgte, ergibt sich aus der Tatsache, daß das Areal des Ermatinger Deltas etwa $\frac{1}{10}$ des Einzugsgebietes beträgt. Die jüngere Aufschüttung zeigt sich topographisch sehr schön im Feld am Wege zwischen Station Steckborn und Weier. Unter der Ackererde war 1906 gleich der fluvioglaziale Kies aufgeschlossen. Von hier wölben sich nach W und E die Schuttkegel von Weier und Steckborn auf, besonders großartig der letztere mit dem tiefen Bahneinschnitt.

Eine große Differenz besteht heute zwischen der Deltabildung im Zeller- und Steiner-Becken. Hier reiche Entwicklung, dort beinahe Stillstand. Es hängt dies mit zwei Umständen zusammen: einmal mit der Differenz der Böschungen, dann der Ungleichheit der Einzugsgebiete. Letztere blieben für das trogförmige Steiner Becken, besonders auf schweizerischer Seite, fortwährend entwicklungsfähig. Nördlich Radolfzell dagegen wurde nach definitiver Bildung eines einheitlichen und tiefer gelegenen Bodensees die Stockach (genau wie die Singener Aach in den Zellersee) in den Ueberlingersee geführt, und die Singener Aach hat als Quellfluß nur geringe Verfrachtung.

Halten wir Rückschau. Von Schaffhausen nach Stein a. Rh. zeigt der sich zurückziehende Gletscher drei Etappen: Moränen Langwiesen (Altsbühl 444 m) und Schotterfelder nach Feuerthalen; dann Endmoränen Eichbühl-Rosiliberg (438 m) bei Dießenhofen mit fein sich nach Paradies abschragender Kiesebene Ratihard-Scharenwald (420—402 m); endlich die Moränen bei Etwilen-Hemishofen, welche am Rhein heute 430—435 m hoch anstehen, d. h. 32—37 m über dem Strome. Vielleicht lagen sie nördlicher noch etwas tiefer.

Durch rückläufige Erosion des Rheins wurden auch die Hemishofer Moränen durchsägt, zunächst auf 24 m über dem See, dem höchsten nachweisbaren Niveau, wofür vielleicht auf Schweizerseite entsprechende Höhenmarken noch zu finden sind. Dann vertiefte sich der Ablauf auf 16 m und 11 m über dem heutigen Spiegel und bildete allmählich den ältesten, oberen Talboden, die Terrasse von Wagenhausen. Die Deltas bei Radolfzell erscheinen jetzt als Terrassengürtel; endlich sinkt das Wasser auf 403—400—398 m ü. M.; im Zellersee tritt der Seeboden auf 3 km gegen Ueberlingen a. Rh. zutage,

heute in Wiesen und Torfländern erhalten, welche den Seelehm bedecken, der bei Rickelshausen und N Radolfzell in Ziegeleien verwertet wird. Das Grundwasser sinkt und erscheint heute aus den durchlassenden Schottern lokal in eigentlichen klaren und kühlen Quellbächen, wie der Egelbach von Ueberlingen a. Rh. und der Mühlbach bei Böhringen. Die Singener Aach ist zum See abgelenkt und gezwungen, sich auf dem Seeboden in zahlreichen Windungen einen Weg zu bahnen. Die Molassetäler vertiefen sich, und die aus dem Schutt höher gebauten Deltas dringen mehr und mehr hinaus in den See, zum Teil denselben bei Stiegen-Eschenz von neuem stauend, bis ein künstlicher Eingriff hier das Profil erweiterte und den Ursprung des heutigen Steiner Rheins durch vermehrte Strömung feststellte. Das Delta von Ober-Eschenz über Stad-Hörnli ist hiefür lehrreich. Noch ist zu beachten, daß das Rheintal Stein-Schaffhausen vor der letzten Eiszeit schon als Stromrinne gedient haben muß. Man sieht auf der ganzen Strecke nur verrutschte Ufer aus Moräne, entsprechende Schotter und Lehme der Würm-Eiszeit. Die Materialien sind also hier eingelagert. Nach einer verdankenswerten Mitteilung von Seite der „Dampfbootverwaltung für den Untersee und Rhein“ treten einzig bei der Bibernmühle unterhalb Hemishofen bei Niederwasser „felsige Bänke“ zutage und ist hier die Strömung eine starke. Man vermutet ferner im Rheinbett unterhalb der Stelle, wo General Lccourbe am 1. Mai 1800 seinen Uebergang über den Rhein auf das rechte Ufer bewerkstelligte, anstehenden „Süßwasserkalk“, weil das Eintreiben eines Pfahles ohne wesentliche Schwierigkeit möglich sei.