Zeitschrift: Schweizerische pädagogische Zeitschrift
Band: 16 (1906)
Heft: 4

Artikel: Der Vierwaldstättersee
Autor: Blumer, S.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-788947

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

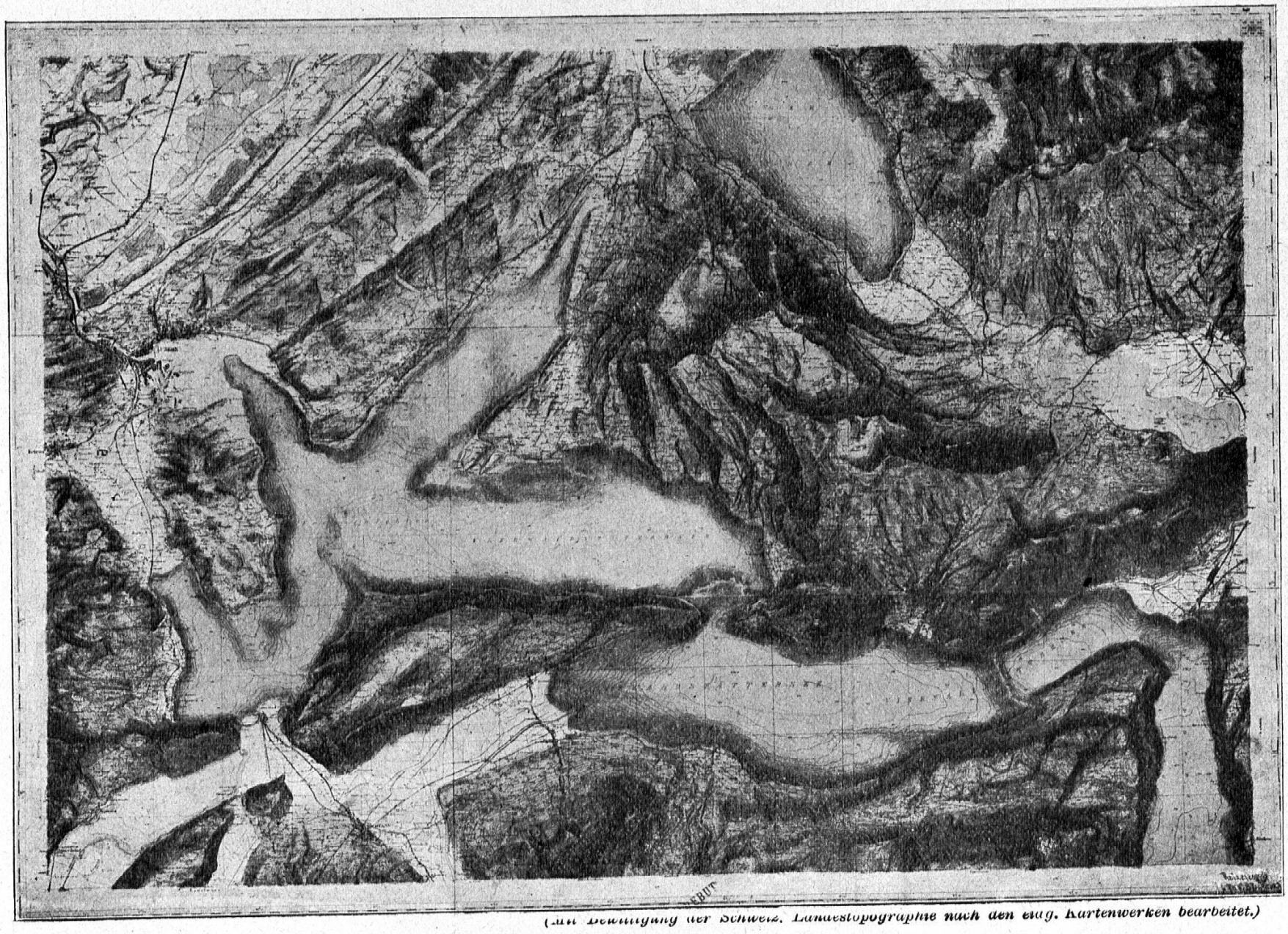
Download PDF: 15.07.2025

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

Der Vierwaldstättersee.

Von Dr. S. Blumer, Basel.

Unsere Schweiz ist reich an Seen. Die grössten und schönsten liegen am Saume der Alpen; man nennt sie deshalb mit Rütimeyer passend Alpenrandseen. Unter ihnen nimmt wohl der Vierwaldstätterse in mehrfacher Beziehung den ersten Rang ein. An seinen Ufern stand die Wiege unserer Freiheit, erhebt sich ein Rigi und ein Pilatus, liegt ein Luzern. In seinen Fluten spiegeln sich firngekrönte Berghäupter, Kastanien- und Walnussbäume, schmucke Villen und palastähnliche Hotels. Kein zweiter Schweizersee zeigt ein ähnliches mannigfaltiges Landschaftsbild. Der Wechsel der Umrahmung ist aber eine Folge der Lage und der eigentümlichen Gestalt des Sees, und auf diese zwei Momente sollen die nachfolgenden Zeilen eingehen. Dabei werde ich mich aber nicht darauf beschränken, das „Wie“ zu konstatieren, es soll vielmehr auch das „Warum“ zu beantworten gesucht werden, m. a. W., der vorliegende Aufsatz soll den Leser bekannt machen mit den Kräften, welche den See schufen, seine besondere Lage und seine eigentümliche Gestalt bewirkten. Es wird dabei nötig sein, dass wir nicht bloss den Teil des Sees und seiner Umgebung betrachten, der jedem Auge zugänglich ist, wir müssen vielmehr auch in den Teil Einblick zu gewinnen versuchen, der für gewöhnlich sich unsern Blicken entzieht, ich meine, in das Seebecken unterhalb des Wasserspiegels. Wir sind nun in der angenehmen Lage, in den Blättern des Siegfriedatlas eine exakte kartographische Darstellung im 1:25000 nicht bloss der Umrahmung des Sees, sondern auch des Beckens zu besitzen. Die Darstellung des letztern fusst auf den sorgfältigen Lotungen des Ingenieurs Hörnlimann. Die gen. Blätter geben Aufschluss über alle wünschbaren Details im Relief des Beckens und der Ufer, aber sie gewähren kein anschauliches Bild, das unserm Auge als Ganzes entgegentritt. Ich habe mir nun die Mühe genommen, durch eine einfache Bleistiftschattierung die topographischen Blätter plastisch zu machen. Nebenstehendes Bild ist eine photographische Reproduktion meiner Karte, allerdings in sehr starker Verkleinerung. Ich



(Mit Bewilligung der Schweiz. Landestopographie nach den eidg. Kartenwerken bearbeitet.)

Fig. 1. **Reliefkarte des Vierwaldstättersees**

Masstab 1 : 160000 nach den eidgenössischen Aufnahmen im 1 : 25000.

hoffe, dass sie dem Leser hilft, den nachfolgenden Ausführungen leichter zu folgen. Zum gleichen Zweke kann auch die eidgenössische Schulwandkarte herbeigezogen werden.

Betrachten wir einmal bloss den Umriss des Sees. Kein zweiter See, der Luganersee vielleicht ausgenommen, hat eine solche bizarre Form. Sie erinnert an ein Kreuz, dessen Stamm zweimal gebrochen ist. Die drei Abschnitte des Stammes heissen bekanntlich Urnersee, Becken von Gersau und Becken von Weggis. Die Stelle, wo die drei Arme des Kreuzes vom Stamme abzweigen, wird Kreuztrichter genannt, während die Arme selber nach den Hauptortschaften die Namen Alpnacher-, Luzerner- und Küssnachtersee führen. Diese auffallende Gestalt kann natürlich keine zufällige sein; sie hängt vielmehr eng mit der Talbildung zusammen. Vor der Entstehung des heutigen Vierwaldstättersees bestanden an der Stelle der heutigen Seeabschnitte Täler, die zum Teil unabhängig von einander verliefen. Dadurch, dass beim Vorgang der Beckenbildung vorher getrennte Täler in Verbindung kamen, erhielt der See seine vielarmige Gestalt.

Wir wollen zuerst versuchen, an Hand der topographischen und geologischen Verhältnisse die ursprünglichen Täler in der Gegend des heutigen Vierwaldstättersees zu rekonstruieren. Der Urnersee ist sichtlich ein Stück Reusstal. Dieses ist von Brunnen aufwärts ein typisches Quertal, das die Faltenzonen annähernd senkrecht zum Streichen der Schichten durchsetzt, wie man das schön an den Steilwänden zu beiden Seiten des Urnersees beobachten kann. Das Reusstal muss ein Tal sein, das schon lange in Funktion steht; denn es erstreckt sich tief in das Alpengebirge hinein. Bei Brunnen scheint es sich zu gabeln; aber man wird kaum fehlgehen, wenn man das Talstück Brunnen-Goldau-Zugersee als die ursprüngliche Fortsetzung des Reusstales auffasst, da es viel stärker der allgemeinen Reusstal-Richtung gehorcht, als der jetzige Reusslauf über Luzern. So betrachtet, erscheint das Tal des Gersauerbeckens als ein linkes Seitental dieses alten Reusstales. Dieses Seitental hatte seine Wasserscheide wahrscheinlich in der Nähe des Buochserhornes. Von hier bis Brunnen war es dann ein Längstal, ausgespült im eozänen Flyschschiefer. Wohl zu derselben Zeit ging das Tal der Engelbergeraa als Quertal direkt über Stans und Horw nach Luzern. Es querte dabei von oben nach unten der Reihe nach die Faltenzüge der Kalkalpen und der gehobenen Molasse. Mit ihm vereinigte sich noch innerhalb der äussersten alpinen Randkette, die vom Pilatus über den Bürgenstock zum Viznauerstock und zur Rigihochfluh sich zieht, das Sarnertal, während in der Gegend von Buochs eine Wasserscheide bestand. Bei Luzern vereinigte sich mit dem eben beschriebenen Tal ein kleines Quertal, das mit zwei

Ästen sich an den Nordabhang der Randkette anlehnte. Das scheint mir der ursprüngliche Verlauf der Talfurchen in der Gegend des heutigen Vierwaldstättersees gewesen zu sein zu der Zeit, als die Beckenbildung noch nicht eingesetzt hatte und die tiefen Einschnitte bei Stansstad einerseits und zwischen den „Nasen“ anderseits noch nicht bestanden. Dieser Verlauf entspricht am ehesten den hydrographischen Gesetzen. Bei obiger Untersuchung sind wir auch zu der Einsicht gekommen, dass die einzelnen Abschnitte der Täler und damit die einzelnen Abschnitte des Sees in geologisch verschiedenen Zonen liegen. So werden die Ufer des Urner- und Gersauersees von Kalkstein gebildet, der hier bei der Gebirgsbildung mannigfach gebogen und aufgerichtet worden ist. Die Buchten von Hergiswil, Luzern, Küssnacht hingegen liegen in den weichen Sandsteinen der Molasse, die bei der Gebirgsstauung nur noch in sanfte Wellen gelegt worden sind. So begreifen wir den Wechsel in der Umrahmung des Sees. Der Vierwaldstättersee vereinigt eben die Lieblichkeit eines Mittellandsees, wie der Zürichsee einer ist, mit der Grossartigkeit eines Alpensees, wie ein solcher vom Walensee repräsentiert wird.

Nun haben aber die Sohlen der normalen Täler eine kontinuierliche Neigung nach einer Richtung, sie bilden schiefe Ebenen, die sich nach dem Mittellande zu senken. Durch was für Ursachen nun kann dieses normale Gefälle gestört und in ein z. T. rückläufiges verwandelt worden sein, so dass die Talflüsse sich zu ruhenden Wassermassen stauen mussten?

Von den verschiedenen Antworten, welche zu verschiedenen Zeiten auf diese Frage gegeben worden sind, fallen heutzutage nur noch zwei in Betracht, sofern man bloss den aus anstehendem Gestein gebildeten Teil der Seebecken betrachtet, also von der Abdämmung durch Schutt absieht. Letztere ist aber beim Vierwaldstättersee ganz geringfügig. Würde man allen Schutt an seinen Ufern wegräumen, so würde der Spiegel bloss um wenige *m* sinken. Die eine Antwort rührt her von Rütimeyer und wurde sodann weiter ausgeführt von Heim. Diese beiden Forscher erklärten die Entstehung der Alpenrandseen durch die Annahme, es seien nach Ausbildung der Täler wieder Krustenbewegungen eingetreten, welche die Talsohlen verbogen hätten. Ihnen gegenüber schreiben Penck und Brückner die Entstehung der Alpenrandseen der Glazialerosion, d. h. dem Ausschleifungsvermögen der eiszeitlichen Gletscher zu. In ihrem eben erscheinenden neuesten Werke: „Die Alpen im Eiszeitalter“ machen sie gegen die erstgenannten Forscher in erster Linie geltend, dass nirgends sich Beweise dafür ergeben haben, dass nach Ausbildung der Täler junge Bewegungen eingetreten seien. Ferner weisen sie darauf hin, dass die Randseen beschränkt sind auf die ehemals, d. h. zur

Eiszeit, vergletschert gewesenen Täler. Der Gedankengang ihrer Ausführungen ist folgender: Soweit die mächtigen eiszeitlichen Gletscher ein Tal erfüllten, schliffen sie es aus und vertieften und verbreiterten es so. Gegen das Ende der Gletscher aber musste diese Glazialerosion abnehmen wegen der geringer werdenden Mächtigkeit des Gletschereises, um schliesslich am Gletschersaume selber gleich Null zu werden. Hier also wurde der Boden nicht mehr vom Eise abgeschliffen, im Gegenteil, er musste durch die Ablagerung des Moränenmateriales noch erhöht werden. Deshalb entstand unter dem Gletscher ein zungenförmiges Becken, das sich nach dem Rückzuge des Eises mit Wasser füllen musste. Ich persönlich stehe ganz auf dem Boden der Anschauungen von Penck und Brückner. Nur möchte ich beim Vierwaldstättersee dem Wechsel in der Beschaffenheit des Bodens, sowie den Strömungsverhältnissen der eiszeitlichen Gletscher einen grössern Anteil an der Entstehung der einzelnen Becken zuschreiben. Es soll im Folgenden versucht werden, an der Hand der Eiserosionstheorie die Reliefverhältnisse der Wanne des Vierwaldstättersees zu erklären. Gelingt mir das in befriedigender Weise, so ist gewissermassen die Probe auf die Richtigkeit dieser Theorie gemacht.

Schon Rütimeyer erkannte, dass einstmals über die Gegend des Vierwaldstättersees die Gletscher hinweggegangen sein mussten. So fand er an der Rigihochfluh Findlinge von Gotthardgranit bis in eine Höhe von 1393 *m* Eigentliche Moränen aus Gotthardgesteinen finden sich auf der Südseite bei Felmis nördlich vom Viznauerstock in 1134 *m*, an der Westseite auf dem Seeboden in 1060 *m*. Östlich vom Zugersee liegt erratisches Material an der Grossmatt und am Rufiberg bis 1050 *m*. Daraus geht hervor, dass zur Zeit des höchsten Gletscherstandes nur die obersten Teile des Rigi inselartig aus dem Eismeer aufragten, während die Abhänge und der Fuss vom Eis umflutet wurden. Der Reussgletscher musste zu jener Zeit in der Gegend von Brunnen eine Mächtigkeit von über 1000 *m* besessen haben. Es ist einleuchtend, dass ein solcher Eisstrom auf sein Bett stark einwirken musste, mag man nun den absoluten Betrag der Eiserosion so oder so einschätzen. Wir dürfen also erwarten, in den Formen des Beckens und der Umrahmung des Vierwaldstättersees Spuren der mechanischen Einwirkung des mächtigen Gletschers zu finden. In der Tat zeigt der Südabhang der Rigihochfluh gegenüber der Mündung des Reusstales eine bemerkenswerte Konkavität und eine sehr grosse Steilheit (im Mittel 41°). Beides ist auf Grund der Glazialtheorie leicht zu erklären. Als der diluviale Reussgletscher mehr und mehr anschwoll, genügte ihm der Abschluss über Brunnen—Goldau nicht mehr, um so weniger,

als ihm dort der Muottagletscher ebenfalls Platz versperrte. Ein Teil des Reussgletschers drehte deshalb am Südabhang des Rigi links ab und floss in das Seitental von Buochs und von hier über die niedrigste Stelle der Wasserscheide in das benachbarte Tal von Weggis. Dabei wurde natürlich diese Wasserscheide zwischen Bürgenstock und Viznauerstock erniedrigt. Je tiefer aber diese Wasserscheide gelegt wurde, ein desto grösserer Teil des Reussgletschers nahm die neue Richtung und desto stärker musste bei der Abdrehung auf den Südabhang der Rigihochfluh

(Mit Bewilligung der Schweiz. Landestopographie nach den eidg. Kartenwerken bearbeitet.)

Fig. 2. **Der Vierwaldstättersee zur letzten Eiszeit.**

Die obersten Partien von Rigi und Rossberg ragen über die Eisstromoberfläche empor.

eingewirkt werden. Umgekehrt war der Gletscherarm, der von Brunnen nach dem Zugersee ging, nicht mehr imstande, sein Bett in demselben Masse auszutiefen, wie es der ganze Reussgletscher oberhalb der Teilung getan hatte. Die Folge davon war, dass sich unterhalb Brunnen im alten Reusstale eine relative Erhöhung der Talsohle herausbildete. Diese Erhöhung wird durch folgende zwei Daten illustriert: Der tiefste Punkt des Urnersees liegt in 237 *m* ü. M., der höchste Punkt des Talstückes Brunnen—Arth aber in 510—520 *m*, die relative Erhöhung beträgt also rund 300 *m* der Reussgletscher war aber nicht der einzige Gletscher,

welcher das Gebiet des Vierwaldstättersees betrat. Vom Brünig her kam durch das Tal der Sarner-Aa ein Arm des Aaregletschers, aus dem Engelberg der Engelbergeraa-Gletscher. Der erstere nahm zur Hauptsache seinen Weg westlich vom Bürgenstock vorbei in die Täler von Horw und Luzern, der letztere wurde nach Osten abgelenkt zum Gersauerarm des Reussgletschers und überschritt mit diesem die Rippe des Bürgenstockes östlich von der Hammetschwand. Dieser Punkt kam gerade noch unter die Eisstromoberfläche zu liegen; er wurde deshalb weniger erniedrigt, als die Partien westlich und östlich davon. Umgekehrt wurden diese vom fliessenden Eis viel weniger niedergeschliffen, als die Täler südlich und nördlich davon; denn diese liegen ganz oder teilweise im weichen Flyschschiefer, während die Kette Pilatus—Bürgenstock—Rigihochfluh aus den festen Kalksteinen der Kreide besteht. Das macht uns erklärlich, dass das Tal von Gersau den tiefsten Teil des Vierwaldstättersees darstellt. Sein Boden, der auf grosse Flächenausdehnung fast eben ist, liegt in 223—230 *m* ü. M., was einer maximalen Tiefe von 214 *m* entspricht. Nachdem der vereinigte Engelbergeraa-Reussgletscher die Vorgebirge der beiden „Nasen" passiert hatte, floss er ins Tal von Weggis ab. Hier musste er sich wieder eine Richtungsänderung gefallen lassen, weil der Rigi sich entgegenstellte. Dass das Becken von Weggis nicht mehr so tief ausgeschliffen wurde, wie das von Gersau, erklärt sich einmal dadurch, dass es nur zum Teil im weichen Flyschschiefer, zum Teil aber in der härtern Nagelfluh liegt, sodann dadurch, dass durch das Auffahren am Rigihang die Tiefenerosion beeinträchtigt wurde. Dieses Auffahren und Abdrehen ist auch der Grund für den eigentümlichen konkaven Verlauf der nördlichen Uferlinie. Im Kreuztrichter trafen sodann der Brünigarm des Aaregletschers und der Reussgletscher unter spitzem Winkel zusammen. Ersterer wurde zur Hauptsache ins Luzernertal, letzterer gegen Küssnacht abgelenkt. Da aber vom Kreuztrichter an der Eisstrom auf den Seiten nicht mehr durch überragende Bergflanken zusammengehalten wurde, so konnte er sich ausbreiten. Dadurch wurde die Tiefenerosion bedeutend vermindert. So zeigen die Buchten von Horw, Luzern, Küssnacht ein Ausklingen der glazialen Tiefenerosion, indem sie an ihren Anfängen noch ziemlich tief sind, aber gegen die Enden immer seichter werden (siehe Karte).

Wir haben so die Modellierung der einzelnen Becken des Vierwaldstättersees durch die Glazialerosion zu erklären versucht, welche lokal bald eine verstärkte, bald eine schwächere war. Stark war sie an solchen Orten, wo eine Konfluenz von Eisströmen stattfand, schwächer wurde sie da, wo das Eis sich ausbreiten konnte. Von grossem Einfluss auf das Resultat der

Glazialerosion war dann die Beschaffenheit der Unterlage. Ihr ist es zuzuschreiben, dass sich die Becken von Gersau und Vitznau so stark vertieften und verbreiterten, während anderseits der aus festem Kalkgestein bestehende Gebirgszug Pilatus-Bürgenstock-Vitznauerstock in der gleichen Zeit viel weniger niedergeschliffen wurde, also sich mit der Zeit aus seiner Umgebung immer mehr herausheben musste. Wir kommen so zum Schlusse: Fährt ein Eisstrom über einen Boden, der in der Richtung des Stromflusses aus ungleichen Gesteinen besteht, so heben sich mit der Zeit die härtern Schichten heraus, während die weichern eingetieft werden. Man nennt das die selektive (auswählende) Erosion des fliessenden Eises. So zerfällt also die Sohle eines Gletscherbettes in eine Anzahl Becken, welche durch Riegel härteren Gesteines voneinander getrennt sind. Eine wertvolle Unterstützung dieser Ansicht liefert der Zugersee. Sein tieferer Teil, das Becken oberhalb des Kiemen, das in dem weichen Sandstein der Molasse modelliert ist, erscheint unverhältnismässig eingetieft zwischen den Nagelfluhzonen des Kiemen einerseits und der Talstrecke Arth-Lowerz anderseits (siehe Karte).

Ein höchst auffälliger Zug in der Umrahmung des Vierwaldstättersees sind die Terrassen. Brückner hielt dieselben für Reste alter Talböden, wie dies übrigens auch Rütimeyer und Heim getan hatten. So deutete er z. B. die Terrassen am Zugerberg (950 *m*) und am Nordwestgehänge des Rigi (Seeboden in 1050 *m*) für Reste der präglazialen Landoberfläche. Diese erstreckte sich nach ihm einerseits über den Bürgenstock (1000—1100 *m*), anderseits über den Stoss (1200 *m*, südlich v. d. untern Muotta) in sanftem Anstieg gegen das untere Reusstal. Die Terrassen des Dietlisberges (1069 *m*) südwestlich und der Rötifluh (1088 *m*) südöstlich von Beckenried, ferner der flache, plateauförmige Rücken des Stützberges und des Oberwaldes (1102 *m*) bei Seelisberg wären weitere Reste dieses alten Talbodens. Ich kann nun an die Existenz dieser präglazialen Landoberfläche nicht recht glauben und zwar aus folgenden Gründen:

1. Die Hintergehänge der Terrassen des Zugerberges und der Rigiwestseite haben gar nicht den Charakter von Talflanken (siehe Karte).

2. Die Verbindung der genannten Terrassen zu einem Talboden geschieht lediglich auf Grund des annähernd gleichen Niveaus. Nun können solche, demselben Niveau angehörige Terrassen noch durch andere Vorgänge entstehen, z. B. durch die Verwitterung im Niveau der ehemaligen Eisstromoberfläche. Ich halte nun die genannten Terrassen für solche Denudationsniveaus. Diese Ansicht wird gestützt durch die Tatsache, dass die oben angeführten Terrassen einstmals in der Höhe der eiszeitlichen Gletscheroberfläche lagen und dass die aus ihnen rekonstruierte

schiefe Ebene zwischen den Eggbergen bei Flüelen und dem Zugerberge ein Gefälle von 16—20‰ aufweist, welches Gefälle übereinstimmt mit dem Oberflächengefälle des diluvialen Reussgletschers während des Maximums der letzten Vergletscherung. Nach meiner Meinung sind also diese Terrassen viel jünger als die präglaziale Landoberfläche.

Brückner glaubte ferner, im Gebiet des Vierwaldstättersees aus weitern, niedriger gelegenen Terrassen einen zweiten, schmälern Talboden rekonstruieren zu können, der in seine präglaziale Landoberfläche eingesenkt erscheint. Er schrieb diesen Talboden der Erosion in der zweiten Interglazialzeit zu. Es ist hier zur Erklärung beizufügen, dass zur Eiszeit, welche bekanntlich der Jetztzeit unmittelbar voranging und welche gekennzeichnet war durch eine ungewöhnliche Ausdehnung der Vergletscherung, die Gletscher nicht immer gleich weit aus den Alpentälern herausreichten. Es folgten vielmehr auf Zeiten maximaler Gletscherausdehnung Perioden minimaler Eisbedeckung, welch letztere man eben Interglazialzeiten nennt. Gegenwärtig unterscheidet man vier Glazialzeiten, welche durch drei Interglazialzeiten voneinander getrennt werden. Während der präglaziale Talboden nach Brückner im Gebiet des Vierwaldstättersees in rund 1000—1200 *m* Höhe über Meer lag, besass dieser interglaziale Talboden eine solche von rund 750—800 *m*. Reste dieses zweiten Talbodens wären nach Brückner am Urnersee die Terrassen von Seelisberg und Morschach, am Gersauersee die Terrassen von Emmeten und der Kuranstalt Schönegg, ferner die untere und obere Nase; endlich würde auch die Molassehöhe nordwestlich vom Küssnachersee zum grössten Teil in diesen Talboden fallen. Für mich ist auch diese Deutung der zum Teil wirklich prachtvoll entwickelten Terrassen als Reste eines interglazialen Talbodens nicht zwingend bewiesen. Ich halte im Gegenteil auch diese Terrassen für Produkte der randlichen Erosion des Gletschereises und der Verwitterung im Niveau eines lang andauernden, niedrigen Gletscherstandes. Diese Terrassen wären ein Analogon zu jenen terrassenförmigen Randpartien in den Betten unserer Ströme, die bei Niederwasser sichtbar werden.

In der nähern Umgebung des Vierwaldstättersees treten mehrfach mächtige Moränenablagerungen auf, die schon Rütimeyer's Aufmerksamkeit erregt hatten. Es sind das Moränen, die der Gletscher bei seinem Rückzug abgelagert hat. Wir müssen uns nämlich vorstellen, dass beim Übergang der Diluvialzeit in die Gegenwart die Gletscher sich nicht stetig zurückzogen, sondern dass sie bei diesem Rückzuge längere Halte machten, während welcher es zur Ablagerung bedeutender Moränenwälle kam. So treffen wir zwischen Emmenbrücke und Luzern den ganzen Komplex

von fluvioglazialen Ablagerungen: Schottern, Sanden, Moränen, wie er vor einem Gletscherende zur Ablagerung kommt. In dieser Rückzugsphase entstanden wohl auch die prächtigen Riesentöpfe des Gletschergartens zu Luzern, welche dadurch erzeugt wurden, dass das in Spalten des Gletschers herunterstürzende Schmelzwasser am Boden Steine in eine rotierende Bewegung brachte (Gletschermühlen). In der nämlichen Zeit lag auch eine Gletscherzunge in der Küssnacherbucht und lagerte am Nordende des Sees Endmoränen ab. Einem spätern Rückzugsstadium gehört die Moräne an, die sich von Hertenstein mitten durch den Kreuztrichter nach Kehrsiten am Nordwestende des Bürgenstockes schlingt. Ein noch kleineres Stadium markiert die wunderbar klare, bogenförmige Stirnmoräne am Seeboden zwischen den beiden „Nasen", die von einer kleinen Ausstülpung des schon auf den innern See beschränkten Gletschers aufgebaut wurde. Sie erhebt sich 110 *m* über den Boden des Vitznauerbeckens, so dass hier der See bloss eine minimale Tiefe von 27 *m* besitzt (siehe Karte). Gleichzeitig mit dieser Stirnmoräne dürften die Ufermoränen an der Strasse von Beckenried nach dem Kurhaus Schönegg, die auf Seelisberg und die bei Morschach zur Ablagerung gekommen sein. 130 *m* hoch erhebt sich über den Boden des Gersauerbeckens als letzte der Stirnmoränen die Moräne an der Kindlimordkapelle; ihr höchster Punkt liegt nur 50 *m* unter dem Seespiegel (siehe Karte).

Die eben geschilderten Rückzugsmoränen des diluvialen Reussgletschers erzeugten also nachträglich bemerkenswerte Details im Relief der Seewanne. Noch grössere Veränderungen schufen später die Zuflüsse des Sees, welche Deltas in den See hinausbauten und so dessen Wanne verkleinerten. So hat die Reuss den südlichen Teil des Urnersees zugeschüttet, der wohl einst bis Amsteg hinaufreichte. Die Muota füllte die ins Schwyzer Tal hineinragende Bucht auf und ist gegenwärtig noch damit beschäftigt, ihr Delta immer weiter in den See hinauszubauen. Die Engelberger Aa schüttete den ganzen Seearm zu, der einst südlich vom Bürgenstock den Gersauer- mit dem Alpnachersee verband. Der letztere wurde durch das Delta der Sarner Aa verkleinert. Die Ebene zwischen Luzern, Kriens und Horw ist ein Werk des Krienbaches und der übrigen aus der Umgebung zuströmenden kleinern Bäche. Zum Schlusse will ich, soweit es möglich ist, die obigen Ausführungen zu einer kurzen geologischen Geschichte des Vierwaldstättersees zusammenfassen.

Zur mittleren Tertiärzeit bildete die Gegend des heutigen Vierwaldstättersees die Uferzone eines Meeres. Aus den Alpen, die man sich noch als ein wenig aufgestautes Gebirgsland vorzustellen hat, mündeten Flüsse in dieses Meer. Sie brachten Alpenschutt mit. Nahe dem Ufer wurden

die gröbern Gerölle abgelagert, weiter im Meere draussen der feinere Sand und Schlamm. Aus den gröbern Geröllen entstanden beim Festwerden die Nagelfluhmassen, welche z. B. den Rigi und Rossberg aufbauen, aus dem feinern Sand und Schlamm die Sandsteine und Mergel der Molasse, welche z. B. den Untergrund der Stadt Luzern bilden. — Nach Ablagerung der Nagelfluh und Molasse trat eine Periode lebhafter Krustenbewegungen ein. Die Kalkstein- und Schieferkomplexe der Alpen wurden noch stärker gefaltet und gestaut. Die Faltung ergriff aber auch die eben abgelagerten Nagelfluh- und Sandsteinmassen. Die den Alpen benachbartesten Teile derselben wurden am stärksten mitgenommen und sogar auf sich selbst übergelegt (Rigi); während weiter weg die Faltung allmählich ausklang. — Schon vor dieser letzten Faltung mussten sich in den Alpen Anfänge von Tälern gebildet haben, indem eben die Flüsse, welche die Nagelfluh ablagerten, sich einschnitten. Während und nach der Faltung ging die Talbildung weiter. Besonders intensiv war sie am Alpenrand. Sie ging nach zwei Hauptrichtungen vor sich: einmal parallel den Faltungen (Tal von Gersau, Weggis, Obwalden) und sodann quer zu ihnen (Tal der Reuss von Flüelen zum Zugersee, Engelbergertal, Täler von Horw und Luzern). In ersterer Richtung fand das fliessende Wasser zwischen härtern Gesteinen Zonen von weichern Gesteinen, in letzterer Richtung hatte es wegen des grossen Gefälles die grösste Erosionskraft. So wurden einerseits die geologischen Ketten herauspräpariert, anderseits zerschnitten. — Als dann zur Eiszeit die Gletscher ins Mittelland vorstiessen, mussten sie im grossen und ganzen den ihnen durch die vorangegangene Wassererosion vorgezeichneten Bahnen folgen; aber eben nur im grossen und ganzen. Im einzelnen erfolgte ein Überfliessen der Eismassen aus einem Tal über die trennenden Wasserscheiden in ein benachbartes, sobald im ersten Tal das Eis hoch genug gestiegen war. So erfolgte ein Überfliessen eines Teiles des Reussgletschers und des Engelberggletschers ins Tal von Weggis. Das fliessende Eis übte nun auf seinen Boden eine abschleifende Wirkung aus, ähnlich wie eine schmirgelnde Hand. Diese Glazialerosion war aber nicht überall quantitativ dieselbe. An den Punkten, wo Eisstränge zusammenkamen, wie im Becken von Gersau, musste sie eine stärkere sein, ebenso an solchen Stellen, wo der Eisstrom, nachdem er eine Rippe passiert hatte, in ein benachbartes Tal hinunterfuhr (Becken von Weggis). Umgekehrt wurde das Abschleifungsvermögen des Eises von den Punkten an geringer, wo es sich ausbreiten konnte, weil es nicht mehr von Bergflanken zusammengehalten wurde (Becken von Horw, Luzern, Küssnach; nördlicher Teil des Zugersees.) Ferner wurde die Tiefenerosion beträchtlich vermindert

an solchen Orten, wo der Eisstrom auf einen in seiner Bewegungsrichtung befindlichen Berghang auffuhr und abdrehen musste; hier ging die Tiefenerosion mehr in eine Seitenerosion über (Becken von Weggis). Der Erfolg der Erosionswirkung war sodann in hohem Grade abhängig vom Bau des Untergrundes. In weicherm Materiale vertiefte der Gletscher sein Bett stärker als daneben in härterm. So wurden mit der Zeit die härtern Partien als Riegel herauspräpariert (Talwasserscheide bei Goldau, Kiemberg am Zugersee), während die weichern Stellen sich als Becken betonen mussten (oberer Teil des Zugersees).

So erklärt sich das Becken des Vierwaldstättersees in letzter Linie durch den lokal bald grössern, bald geringern Erosionserfolg der eiszeitlichen Gletscher. Der Vierwaldstättersee ist somit ein Geschenk der zweitjüngsten Epoche der Erdgeschichte, der Diluvial- oder Eiszeit.

Hauptsächlich benützte Literatur:

Vor allem:

Penk und Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter, und daraus besonders Kap. II von Brückner: Linth-, Reuss-, Aare- und Rhonegletscher auf schweizerischem Boden. Seite 441 u. f.

Ferner:

Heim: Erosion im Gebiete der Reuss. Jahrbuch des S. A. C. 1878/79. Alpine Randseen. Vierteljahrsschrift der Züricher Nat. Ges. 1894. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Band XXV. 1891.

Kaufmann: Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. XI. 1872. ib. XIV. 1877. Geologische Skizze von Luzern und Umgebung. Jahresbericht der Luzerner Kantonsschule 1886/87.

Rütimeyer: Der Rigi. 1877. Über Tal- und Seebildung. 1869.

Literarisches.

Das Nibelungenlied dem deutschen Volke erzählt von *E. Falch*, Prof. in München. IV und 34 S. gr. 8⁰. Fr. 1.60. — *Homers Odyssee.* Erzählt von F. W. P. Lehmann. VI u. 114 S. Mit 4 mehrfarbigen Vollbildern. gb. Fr. 2.70. *Unsere Jungs*, Geschichten für Stadtkinder von *F. Gansberg* u. *W. Eildermann.* IV u. 109 S. gb. 2 Fr. Leipzig, B. G. Teubner.

Die Erzählung der Nibelungsage ist in ihrer kräftigen Sprache und engen Anlehnung an das Epos ein Muster schöner wirkungsvoller Darstellung, die alles vermeidet, was nicht zum Gang der Handlung gehört. Doch nichts wesentliches geht aus dieser verloren. Ganz im deutschen Geiste gefasst, mit Humor und dramatischer Lebendigkeit sind im zweiten der genannten Bücher die schönsten Erzählungen aus der Odyssee wiedergegeben, wie sie der Verf. seinen Schülern vorerzählt hat. Eigenartig sind die Geschichten für Stadtkinder, welche die Erlebnisse junger Städter in den Mittelpunkt der Erzählung rücken. Dinge aus dem Wirklichkeitsleben der Kinder, gut aufgefasst und mit Kunst gestaltet und durch die beigegebenen Bilder drastisch belebt.