**Zeitschrift:** Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
**Herausgeber:** Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
**Band:** 14 (1900)

**Artikel:** Aus der Geologie des Kantons Thurgau
**Autor:** Eberli, J.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-594071

**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:** 20.08.2025

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

# Aus der Geologie des Kantons Thurgau.

Von Dr. J. Eberli, Seminarlehrer in Kreuzlingen.

(Karte II.)

---

## Einleitung.

Die Geologie ist die Wissenschaft, welche sich mit dem Studium des Aufbaues der Erde und mit der Entstehung und Veränderung ihrer Formen beschäftigt. Ihre Aufgabe besteht darin, die Umgestaltungen, welche die Erdoberfläche im Laufe der Zeiten durchgemacht hat und deren Ursachen zu erforschen. Indem sie also die Frage behandelt, welches die Entwicklung unseres Erdkörpers gewesen sei vom Momente an, in welchem derselbe ein selbständiger Körper im Weltall war, bis zu dem gegenwärtigen Zustande, so sucht sie die *Geschichte* der Erde festzustellen.

Man pflegt die Erdgeschichte in vier Hauptabschnitte einzuteilen: die archäische Aera (Urzeit), die paläozoische Aera (Altertum), die mesozoische Aera (Mittelalter) und die känozoische Aera (Neuzeit). Eine Aera zerfällt in verschiedene *Perioden* und die Sedimente einer Periode heißen *Formation.*

Beim Versuche, uns mit der Geologie des Kantons Thurgau bekannt zu machen, werden wir uns nur mit einer kurzen Epoche dieser Geschichte zu befassen haben; denn die Ablagerung des Materials, aus welchen unsere Hügel und Höhenzüge aufgebaut sind, fällt in die jüngsten Perioden geologischer Vergangenheit. Bezüglich der känozoischen Formationsgruppe paßt für die schweizerischen Verhältnisse am besten folgende Einteilung:

| | |
|---|---|
| Quartär | Alluvium<br>Diluvium |
| Tertiär | Pliocän<br>Miocän<br>Eocän |

10741
126279

Das Eocän, das im Thurgau keine Ablagerungen aufweist, erwähnen wir deshalb, weil der Schluß der Eocänzeit einen für unser Land sehr wichtigen Wendepunkt bedeutet. In einem großen Teil des alpinen Gebietes sind nämlich die allerältesten Ablagerungen bis und mit dem Eocän im wesentlichen parallel zu einander auf gleichem Meeresboden erfolgt; man bezeichnet in der Geologie solche Schichten als *konkordant.* Durch die Ablagerung dieser Sedimente und Hebung des Bodens nahm natürlich das Meer an Tiefe mehr und mehr ab, so daß die Alpen nach und nach inselartig aus dem Wasser hervorragten. Aehnliche Verhältnisse zeigten sich im Jura; doch tauchte derselbe durch langsame Hebung zuerst im östlichen Teile (zur Kreidezeit) und dann erst zur Eocänzeit der ganzen Länge nach aus dem Wasser. Immerhin bildete er noch kein Faltengebirge, wie es heute der Fall ist, sondern ein flaches Tafelland mit horizontaler Schichtenlage, wie dies jetzt noch im schwäbischen Jura beobachtet werden kann.

Die zur Kreide- und Eocänzeit eben erwähnte Hebung des Juragebirges erreichte in der Miocänzeit ihren Höhepunkt und dehnte sich zugleich auch auf die Alpen aus. Indem die Gesteinsschichten zusammengeschoben wurden, liefern die Alpen und der Jura eines der großartigsten Beispiele der Wirkung gebirgsbildender Faltungen. Zwischen den Alpen und dem Jura beteiligte sich aber der breite Streifen, unser heutiges Mittelland, nicht an der Faltung, sondern blieb größtenteils noch mit Wasser bedeckt. In dieses ergossen sich von den Alpen und dem Jura her Flüsse und Bäche, deren Geschiebe mit der Zeit mächtige Ablagerungen bildeten.

Von diesen die Hauptmasse des thurgauischen Bodens bildenden miocänen Sedimenten, Molasse genannt, werden wir zunächst sprechen und in einem zweiten Abschnitt wird von den dieselben bedeckenden quartären Bildungen die Rede sein.

## Erster Abschnitt.

# Die Molasse.

Oberflächlich betrachtet gewährt die Molasse nicht das großartige Interesse wie z. B. die Alpen. Bei eingehenderem Studium werden wir aber auch in ihr Verhältnisse und Er-

scheinungen kennen lernen, die eine etwas ausführlichere Behandlung derselben rechtfertigen. Wir werden zu diesem Zwecke vorerst die Molasse im allgemeinen, dann ein Glied derselben, die obere Süßwassermolasse, in Betracht ziehen; schließlich folgt noch eine eingehendere Beschreibung einiger thurgauischer Molassegebiete.

## A. Die Molasse im allgemeinen.

Die Gesteinsarten, welche in großer Mächtigkeit das ganze schweizerische Mittelland bedecken, haben von einer weichen Sandsteinart, die in der französischen Schweiz, weil sie in den Steinbrüchen leicht geschnitten werden kann, „mou", „mol" heißt, den gemeinsamen Namen *Molasse* erhalten. Diese gehört zu den Sedimentärgesteinen, das sind Gesteine, die entweder aus einer wässrigen Lösung auskrystallisiert (Kalktuffe) oder aus mechanischem Absatze des Wassers hervorgegangen sind. Die durch Wasser abgelagerten Gesteinsschichten können in größerer Anzahl unter ganz gleichen oder ähnlich bleibenden Verhältnissen in einem und demselben geologischen Zeitraume (Periode) über einander abgelagert worden sein; in diesem Falle spricht man von einer *Sedimentärformation*. Die Sedimente liegen in der Hauptsache nach ihrem Alter geordnet, schichtenweise übereinander. Bei der Feststellung des *Alters* der Sedimentärformationen kann es sich nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse nicht um deren *absolutes* Alter handeln, das heißt um ein nach einem bestimmten Zeitmaße von Jahren ausgedrücktes Alter. In der Geologie spricht man vom *relativen* Alter der einzelnen Formationen und versteht darunter das gegenseitige Altersverhältnis zweier Formationen, das gegenseitige Aelter- oder Jüngersein derselben. Zur Bestimmung des relativen Alters der Sedimente dient die Art der Uebereinanderlagerung der Schichten, dann leistet diesbezüglich die Palaeontologie große Dienste, indem sie nachweist, daß für die einzelnen Formationen oder Formationsglieder ganz besonders charakteristische Versteinerungen vorhanden sind.

Für den Kanton Thurgau kommt vom Tertiär nur das Miocän in Betracht, und zwar zerfällt dasselbe nach den oben aufgestellten Gesichtspunkten in der Schweiz überhaupt in folgende Stufen:

*Obere Süßwassermolasse*, obere Braunkohlenbildung, Oehningerstufe, Tortonien (Oehningen, Käpfnach, Elgg).

*Obere Meeresmolasse*, helvetische Stufe (St. Gallen, Bern).

*Untere Süßwassermolasse* (Hohe Rhonen, Lausanne, St. Margarethen, Altstätten).

*Untere Meeresmolasse*, Tongrien (Basel, Pruntrut, Delsberg).

Aus dieser Einteilung ist ersichtlich, daß die Molasse teils eine marine, teils eine Süßwasserbildung ist. Dieser mehrfache Wechsel in den Ablagerungen ist wohl hauptsächlich die Folge von Niveauschwankungen des Bodens. Ueber die Verhältnisse zur Zeit der Entstehung des *ältesten* Gliedes unserer Molasse sind wir noch im Dunkeln. Wir wissen nur, daß damals das Meer bis über Basel in die Gegend von St. Jakob, Pruntrut, Delsberg und bis in den Kanton Neuenburg eingedrungen war. Aus dem Innern der Schweiz sind keine Ablagerungen aus dieser Zeit mit Sicherheit ermittelt.

Besser steht es mit unserer Kenntnis bezüglich der *unteren Süßwassermolasse*, welche Stufe auch den Namen der unteren Braunkohlenbildung oder aquitanische Stufe erhalten hat. Ohne Zweifel bildet diese Stufe eine bedeutende Ablagerung, welche aber größtenteils von jüngeren Gebilden überlagert ist. Das Material besteht aus bunten, meist roten Mergeln, welche Braunkohlen enthalten (Chexbres, Hohe Rhonen, Rüti bei Schänis), dann auch aus Sandsteinen, die wir längs der alpinen Zone bis in die Kantone St. Gallen und Appenzell finden, wo sie die Sandsteine des unteren Rheinthales bei St. Margarethen, Altstätten und des Ruppen bilden. Dies alles sind Ablagerungen in einem ruhigen süßen Gewässer, welches sich über das Flachland zwischen dem Jura und den Alpen ausbreitete.

Das ganze Land erhob sich nur wenig über die Meeresfläche, und in den Niederungen entstanden kleinere und größere Seen. Auch der Nordsaum der Alpen war wahrscheinlich von einem großen See bespült, der das Becken ausfüllte, das früher einen Teil des Meeres ausmachte. In diesen Gewässern wurde durch die in dieselben fließenden Gewässer auch das Material der Nagelfluh abgelagert, die zum Teil aus dieser Zeit stammt. Wohl infolge einer Senkung des Landes erobert das Meer sein Gebiet wieder, indem es allmählig das süße Wasser in den Seen verdrängt, um sich schließlich über das ganze Flach-

land auszubreiten, und damit ist die dritte Stufe unserer Molasse, die *obere Meeresmolasse* oder helvetische Stufe erreicht.

Das schweizerische Mittelland bildete aber nicht etwa ein Binnenmeer für sich allein, sondern ein Teil eines großen Meeresarmes, der von dem weiten Becken ausgehend, das die ungarische Ebene bedeckte, ganz Mitteleuropa durchzog und sich durch das Rhonethal bis nach dem Mittelmeer verfolgen läßt. Die Alpen und der Jura waren ja bereits Festland; sie bildeten die Ufer jenes Meeresarmes; dies beweisen die längs des ganzen Jurazuges bis an die Lägern sich vorfindenden Ablagerungen, welche unter dem Namen *Muschelsandstein* (Würenlos) bekannt sind, ferner der Streifen mariner Sandsteine, der sich von Rorschach über St. Gallen, Bäch, Luzern, vom Kanton Bern bis an die Saane nachweisen läßt. Dieses Meer, das sogenannte helvetische Meer, wurde aber auch wieder zurückgedrängt, und die vordem mit Salzwasser gefüllten Vertiefungen wurden durch das zuströmende Süßwasser ausgesüßt, wodurch Landseen von verschiedener Ausdehnung entstanden. Es bricht damit die Zeit der oberen *Süßwassermolasse* herein, die wir nun in einem besonderen Kapitel etwas eingehender besprechen wollen.

## B. Die obere Süsswassermolasse.

### I. Geologische Wirkungen des Wassers.

Der aufmerksame Naturfreund, der den Kanton Thurgau durchwandert, beobachtet, daß unsere Hügel aufgebaut sind aus einer unregelmäßigen Folge von Mergel-, Sandstein- und Süßwasserkalkbänken, zu denen sich namentlich im hinteren und westlichen Teile noch mächtige Nagelfluhschichten gesellen. Mit Ausnahme der Süßwasserkalke sind also unsere Felsschichten durch mechanische Sedimentation entstanden, und der ganze Charakter derselben entspricht demjenigen der *Deltabildungen*. Wollen wir nun das Material unseres Bodens nach Herkunft und Zusammensetzung kennen lernen, so haben wir in erster Linie Vorgänge, die sich heute noch vollziehen, ins Auge zu fassen.

Aus der Geographie ist bekannt, daß bisweilen Niederungen von Tausenden von Quadratkilometern an den Mündungen

von Strömen in stehende Gewässer entstehen, ferner, daß weite, tief in das Land einschneidende Buchten durch die Sedimentmassen der in sie mündenden Flüsse zugeschüttet wurden. Wir brauchen nicht besonders weit in die Ferne zu streifen, um derartige Beispiele zu finden, denn es ist nachgewiesen, daß alle unsere größeren Schweizerseen nach und nach immer kleiner werden, ja „auf Aussterbeetat gesetzt sind.“ Auf dem Nordrand der Alpen, wie auf der italienischen Seite reichten dieselben mit ihren oberen Enden einst weiter in das Gebirge hinein: der Genfersee bis in die Gegend von St. Maurice, der Vierwaldstättersee bis gegen Erstfeld, der Brienzersee bis Meiringen, der Bodensee bis in die Nähe von Sargans. Die Deltas der seitlich in Seen mündenden Flüsse vermochten sogar in verhältnismäßig kurzer Zeit langgestreckte schmale Seebecken in zwei getrennte Becken zu zerteilen. So stellen sich z. B. der Thuner- und Brienzersee als ein ehemals zusammenhängendes, langgestrecktes Becken im Aarthale dar. Durch die Geschiebe der Lütschine ist die Teilung derselben in zwei getrennte Becken erfolgt.

Betrachten wir nun vorerst den Lauf eines geschiebeführenden Flusses etwas eingehender. Man unterscheidet bei demselben gewöhnlich drei Teile: Oberlauf, Mittellauf, Unterlauf. Diese Dreiteilung gründet sich hauptsächlich darauf, daß dem Fluß in jedem dieser Teile eine charakteristische Thätigkeit nachgewiesen werden kann.

Die Thätigkeit eines Flusses zeigt im *Oberlauf* vornehmlich ein vertikales Einschneiden. Dies sieht man sehr schön an der Murg und ihren Nebenflüssen. Ihr Sammelgebiet zeigt ausgeprägt eine birnförmige Gestalt. Wir finden nach oben ein System von sich immer mehr verzweigenden Schluchten, welche steile, oft kahle Wände, ja sogar scharfe Gräte aufweisen. Das Einschneiden der Gewässer und das Nachstürzen der Gehänge kann überall da, wo noch keine Verbauungen stattgefunden haben, oft beobachtet werden; ein großer Teil des Sammelgebietes der Murg ist in Bewegung. An felsigen Gehängen sind noch andere Kräfte thätig. Es ist bekannt, daß sich das Wasser beim Gefrieren um $^1/_{11}$ seines Volumens ausdehnt und daß der ganze Boden, selbst die härtesten Gesteine durchfeuchtet sind. Infolge der erwähnten Eigenschaften öffnet das Wasser äußerst feine Spalten und Ritzen. Dies

wiederholt sich und schließlich wird die Spalte so groß, daß namentlich in Gebirgen, wo dieser Prozeß sich öfter abwickelt als in tiefer liegenden Gegenden, eine Menge Trümmermaterial zu Thale stürzt. So wirken vereinte Kräfte zusammen, die Bäche schneiden sich nach rückwärts ein; es findet die sogenannte *rückschreitende Erosion* statt. Beim Einschneiden des Flusses in harten Fels beobachten wir namentlich in einigen Schluchten am Untersee (beim Arenaberg) konkave, glatte Flächen, es sind dies *Erosionskessel.* Das Rückwärtsschreiten der Erosion läßt sich noch an zwei anderen Erscheinungen konstatieren, nämlich an *Stromschnellen* und *Wasserfällen.* Bei ersteren findet durch das Geschiebe ein Abschleifen statt, so daß sie immer mehr bergauf wandern. Bei den Wasserfällen aber, wie solche am Gießen und bei Horben zu sehen sind, wird durch das frei über eine Wand stürzende Wasser der Fuß der Wand unterspült, was in erhöhtem Maße der Fall ist, wenn sich dort weicheres Material vorfindet. Die überhängende Platte bricht, wie dies im Dezember letzten Jahres beim Gießen hinter Fischingen der Fall war, ab, und der Wasserfall wandert ebenfalls stromaufwärts.

Man nennt das Material, welches ein Fluß transportiert, das *Geschiebe;* die Kraft des fließenden Wassers, welche den Geschiebetransport bewirkt, pflegt man als *Stoßkraft* zu bezeichnen. Zum Verständnis für ihre Wirkungsweise muß man sich merken, daß sie proportional der Wassermenge und proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit wirkt. Folglich kann ein Fluß mit zunehmender Wassermasse *mehr* Geschiebe transportieren, namentlich feineres Material, während bei zunehmender Geschwindigkeit auch die Dimensionen des transportierten Materials zunehmen.

Um sich von der Menge des transportierten Geschiebes eine Vorstellung zu machen, zitieren wir noch zwei Beispiele aus der Schweiz:

1) Vor der Reußkorrektion von 1855 wurde das Seebecken des Urnersees vermessen; 1882 wurde die Vermessung wiederholt. Aus der Differenz der beiden Vermessungen läßt sich das Volumen der Geschiebe berechnen, welche die Reuß in 27 Jahren in den See führte. Es ergaben sich mehr als 4,000,000 $m^3$ oder 150,000 $m^3$ per Jahr. Das macht pro Tag 410 $m^3$ oder stündlich 17 $m^3$.

2) Die Linth bringt bei ungefähr gleichem Sammelgebiet jährlich 50—60,000 $m^3$ in den Walensee. Sie transportiert weniger als die Reuß, weil im Kanton Glarus die meisten Wildbäche, die großen Geschiebelieferanten, seit vielen Jahren rationell verbaut sind.

Im *Mittellauf* nimmt das Gefälle des Wassers ab, und eine deutlich sichtbare Erosion findet nicht mehr statt. Damit ist aber nicht gesagt, daß es hier zu bleibenden Ablagerungen des Geschiebes komme. Im Flußbett der Thur und namentlich in demjenigen der Murg sieht man Kiesbänke in großer Zahl und hat auch Gelegenheit zu beobachten, daß sie sich gewöhnlich nicht lange an derselben Stelle vorfinden, indem sie vielleicht schon wieder vom nächsten Hochwasser fortgeführt werden. Ist aber eine Kiesbank groß, so ist sie im stande, die Strömung des Wassers abzulenken und den Fluß an die andere Thalseite zu werfen, dort findet dann, um den Ausdruck unserer Landleute zu gebrauchen, ein „Unterfressen“ eine *seitliche Erosion* statt. Später kann der Fluß wieder zurückgeworfen werden, so daß er in seinem Bette hin- und herfließt; er bildet die sogenannten *Serpentinen*. Auf diese Weise wird das Flußbett verbreitert und wir erhalten breite Thalböden, die mit einer verhältnismäßig schwachen Kiesschicht bedeckt sind (Thurthal).

Der *Unterlauf* eines Flusses kennzeichnet sich dadurch, daß durch die Thätigkeit des letzteren die Thalböden erhöht werden. Wir haben hier zweierlei zu unterscheiden; einmal kann der Fluß sein Material infolge der Abnahme des Gefälles in seinem ganzen Unterlaufe ablagern, oder aber es kann eine Mündung in ein stehendes Gewässer erfolgen. Im ersteren Falle wird bei der Ablagerung eine Sonderung der Geschiebe nach der Größe eintreten; oben bleiben die größeren Geschiebe liegen und weiter flußabwärts immer feinere. Bei diesen Ablagerungen hängt es an ein und demselben Orte natürlich sehr viel von dem jeweiligen Wasserstande ab; es kann sich zu einer Zeit Kies ablagern, zu einer andern Sand. Die Schichtung ist fast horizontal. — Im zweiten Falle, wenn z. B. eine Einmündung in einen See erfolgt, so hört die Stoßkraft plötzlich auf, die Geschiebe fallen deshalb mit Ausnahme des ganz feinen Materials sehr rasch und häufen sich in steiler Böschung an. Da auch hier ein Wechsel der Wassermenge

stattfindet, so führt der Fluß bald feines, bald grobes Material in das Wasserbecken, wodurch wieder eine Wechsellagerung zu stande kommt. Das Dach dieser Ablagerung wird gebildet durch eine wagrechte Schicht grober Gerölle. Diese Merkmale setzen uns in den Stand, in einer Kiesgrube z. B. zu unterscheiden, ob es sich einfach um eine Auffüllung des Thales im Unterlauf des Flusses handelt oder ob die Ablagerung in einem stehenden Gewässer stattfand.

So einfach wie in oben dargelegter Weise ist der Vorgang der Thalbildung nicht immer; denn unsere Thäler zeigen, daß Perioden geringerer Thätigkeit mit solchen lebhafter Thätigkeit des Flusses wechseln. Eine vermehrte Wassermenge oder größeres Gefäll bewirken aber eine erneuerte, wirksamere Erosion. Da kann es vorkommen, daß sich der Fluß da einschneidet, wo er sich früher *verbreitet* hat, oder aber er kann sich auch da einschneiden, wo er früher *aufgeschüttet* hat. Nun kann man aber die Beobachtung machen, daß das neue Thal, welches sich in das alte einsenkt, nicht auf allen Punkten dessen volle Breite erreicht, so daß bald rechts, bald links, bald auf beiden Seiten Stücke des alten Thalbodens stehen bleiben; man nennt dies die *Erosionsterrassen*. Im ersten der genannten Fälle haben wir Erosionsterrassen auf anstehendem Fels, man kann sie daher *Felsterrassen* nennen, im zweiten Fall aber handelt es sich um aufgeschüttete und später erodierte Kiese, welche als *Akkumulationsterrassen* bezeichnet werden. Längs unserer Flüsse gibt es stellenweise prächtige Terrassensysteme, so z. B. kann man solche in ausgezeichneter Weise in der Landschaft von Wil bis Ganterswil (Niederterrasse des Wilerfeldes und Terrassensysteme von Schwarzenbach und Jonschwil) beobachten. Das Vorkommen von Terrassen gehört zu dem Wesen eines Erosionsthales.

Diese in aller Kürze betrachteten Veränderungen, hervorgebracht durch das fließende Wasser, berechtigen uns zu dem Schlusse, daß die Hauptthätigkeit des Wassers in einem fortwährenden Nivellierungsprozeß besteht: Höher gelegene Regionen der festen Erdkruste werden abgeschwemmt und in den Vertiefungen abgelagert. Dies geschieht jetzt und geschah zu allen Zeiten, und somit auch damals, als unsere Molasse abgelagert wurde.

## II. Das Material der Molasse.

Einen Beweis, daß unsere obere Süßwassermolasse als eine Deltabildung anzusehen ist, liefert uns das Material derselben, welches sowohl *anorganischen* wie *organischen* Ursprungs ist. Den Hauptanteil an den Deltabildungen überhaupt nehmen die anorganischen Substanzen, und von diesen sind es wiederum die von den fließenden Gewässern *mechanisch* transportierten und an der Mündung abgelagerten Schlamm- und Sandteilchen sowie auch gröbere Gerölle, welche die Deltaalluvionen in ihrer Hauptmasse aufbauen. Die Flüsse enthalten aber auch noch in wechselnder Menge mineralische Bestandteile in gelöstem Zustande, und auch diese liefern nach ihrer Ausscheidung, wenn auch nur lokal, Deltamaterial. Von organischen Stoffen haben nur die teilweise von den Flüssen, teilweise vom Pflanzenwuchs des Deltas selbst stammenden *Pflanzen* einen nennenswerten Anteil an der Deltabildung. Quantitativ eine noch untergeordnetere Rolle spielen die *tierischen* Reste, wie Molluskenschalen und Skeletteile von Wirbeltieren.

Die petrographische Beschaffenheit der Deltaalluvionen ist naturgemäß bedingt durch das Gesteinsmaterial, das im Sammelgebiete des Deltaflusses und seiner Nebenflüsse der gesteinszerstörenden Thätigkeit der Gewässer ausgesetzt ist. Die Dimensionen der transportierten Bestandteile hängt von der Stromlänge ab. Alle möglichen Stufen zwischen den feinsten, flockigen Schlammteilchen bis zu gröberem Sand, Kiesen und Geröllen sind vertreten. So ist als Beweis für die Feinheit der Mineralteile, welche von Flüssen fortgeführt werden, nachgewiesen worden, daß schwebende Bestandteile des Rheinwassers mehr als vier Monate brauchten, ehe sie vollständig zu Boden gesunken waren.[1]

Ist aber der Lauf eines in einen Binnensee mündenden Flusses kurz, so setzt sich das Delta naturgemäß neben feinerem Material auch aus gröberen Geröllen zusammen, so daß ein steter unregelmäßiger Wechsel von Schlamm und Thon, Sand und Kiesen, gröberem Schutt und Geröll in den verschiedenen Größenabstufungen konstatiert werden kann. Im Laufe der

[1] C. Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie II, pag. 1577. Bonn 1863—66.

Zeit wird das Material fest. Der Grad der Verfestigung hängt von dem Vorhandensein eines im Flußwasser gelösten cementierenden Bindemittels ab. Die Verfestigung kann aber auch eine Folge des Druckes der überlastenden Masse sein, wobei die Aneinanderlagerung der ursprünglich lose und locker aufgehäuften Sinkstoffe um so inniger wird, je größer der Druck ist.

Von den chemisch ausgeschiedenen anorganischen Bestandteilen, die sich an dem Aufbau der Mündungsalluvionen beteiligen, spielt der kohlensaure Kalk die größte Rolle. Wir haben uns die Ausscheidung desselben in der Weise zu denken, daß die Deltasedimente infolge periodischer Ueberflutungen von Wassertümpeln bedeckt werden, die wie alle Flußwasser in geringen Mengen doppelt kohlensauren Kalk gelöst enthalten. Dadurch nun, daß sich bei der Verdunstung der stehenden Gewässer auch die halbgebundene Kohlensäure verflüchtigt, scheidet sich der kohlensaure Kalk aus und indem er entweder die feinsten Schlammteilchen imprägniert oder die Lücken zwischen den Kies- und Geröllablagerungen ausfüllt, bildet er im ersteren Falle lokal kalkige Thone oder Mergel, im zweiten Falle Sandsteine und Conglomerate mit kalkigem Bindemittel. Auf ähnlichem Wege können sogar stellenweise Bänke von reinem Kalkstein entstehen.

Vegetabilisches Material, bestehend in frischen Pflanzenfragmenten oder in vermoderten vegetabilischen Substanzen, führen die Flüsse jetzt noch ihrer Mündung zu, und im erhöhten Maße mag dies früher der Fall gewesen sein, als die von den Flüssen durchströmten Landstriche von der Kultur unberührt waren. Mischen sich solche feinverteilte vegetabilische Substanzen mit dem feinen Thon und Schlamm, so erhalten letztere eine schwarze Farbe (bituminöse Mergel). Auffälliger aber sind die Treibholzmassen, welche den Deltaablagerungen zugeführt werden, die dann, wie Deltabohrungen gezeigt haben, nach und nach verkohlen. So wurde in dem durch Trockenlegung des Lungernsees klar erschlossenen Delta des Dundelbaches ein sechs Zoll mächtiges Lager von plattgedrücktem, bituminösem Holz und Blättern als Zwischenlage zwischen den Geröllschichten entblößt.

Vergleichen wir das Material unserer Molasse mit den eben erwähnten Bildungen eines Deltas. Wir finden in derselben ganz homologe Bildungen, indem den Ablagerungen

feineren Kornes die Mergel und Sandsteine, dem gröberen Gerölle die Nagelfluh, den chemischen Sedimenten der Süßwasserkalk, den vegetabilischen die Molassekohle (sowie vereinzelt vorkommende fossile Pflanzen) und den animalischen die in verschiedenen Schichten sich vorfindenden tierischen Ueberreste entsprechen. Wir wollen nun diese einzelnen Molasseglieder etwas näher ins Auge fassen.

### a. Die Mergel.

Diese sind größtenteils sehr kalkreich und werden deshalb hie und da ausgebeutet (bei Eschikofen); sie sind selten thonig, bisweilen ziemlich fest, zerbröckeln meist leicht und zerfallen dabei in unregelmäßige Bruchstücke, die etwas fettig glänzende Ablösungsflächen aufweisen. In der Farbe herrscht große Mannigfaltigkeit; sie ist oft eine bunte. Eine bestimmte Bezeichnung des Gesteins wird etwa dadurch erschwert, daß von den Mergeln zu den Sandsteinen und umgekehrt alle möglichen Uebergänge stattfinden. Sehr häufig sind die Mergel bituminös; sie enthalten nicht nur kohlige Trümmer von Pflanzen, sondern auch Reste von Land- und Süßwasserconchylien.

### b. Der Sandstein.

Seine Farbe ist grau, die Struktur fein bis grobkörnig; seiner geringen Festigkeit wegen eignet er sich selten als Baustein. Wird er in Säure gebracht, so erfolgt ein heftiges Aufbrausen, und während des Auflösens zerfällt er vollständig. Im Rückstand beobachtet man glasglänzende, farblose oder schmutziggelbe, durchsichtig bis durchscheinende Quarzkörner, rote Körner von Feldspat und Quarz, helle Glimmerblättchen und mehr oder weniger gräulichen Schlamm, der wohl von beigemengter Thonerde herrührt. Das Bindemittel besteht aus kohlensaurem Kalk. Ein größerer Gehalt an Thonerde bedingt eine geringere Festigkeit des Gesteins; immerhin kann auch ein allzuniedriger Gehalt an kohlensaurem Kalk die Ursache einer geringen Festigkeit sein, in welchem Falle dann der Sandstein in losen Sand übergeht. Oft kommt es vor, daß sich das Bindemittel auf einzelne Stellen konzentriert, wodurch diese härter erscheinen als das umgebende Gestein und dann an den freiliegenden Schichten als Knauer und Wülste vorragen (Knauermolasse).

### c. Der Süsswasserkalk.

Diese Gesteinsart, von deren Bildung wir schon gesprochen haben, findet sich namentlich im hinteren, mittleren und westlichen Teile unseres Kantons ziemlich häufig, aber selten in einer Mächtigkeit, daß ein Abbau lohnend wäre. Meist ist dieser sogenannte Wetterkalk knollig mit erdigem bis muscheligem Bruch, gräulich-weiß oder gelblich, bläuliche bis rötliche Flecken zeigend. Oft schließt er Schalen von Land- und Süßwasserschnecken ein.

### d. Die Nagelfluh.

Sie ist ein gemengtes Konglomerat, das aus stark abgerundeten Rollstücken, die durch einen Cement zusammengehalten sind, besteht. Die Unterscheidung verschiedener Arten von Nagelfluh beruht hauptsächlich auf der Beschaffenheit der Gerölle. Man spricht von *bunter* (polygener) Nagelfluh, wenn die Gerölle zum größeren Teile aus Granit und Porphyr, Gneiß und Quarziten bestehen; herrschen aber Kalk- und Sandsteingerölle vor, so nennt man sie *Kalknagelfluh.* Vergleicht man nun die Gesteine unserer bunten Nagelfluh mit den in den zunächst liegenden Teilen der Alpen anstehenden Felsarten, so findet man die eigentümliche Thatsache, daß die meisten Gerölle ihres fremdartigen Charakters wegen nicht von dort stammen können. So ähneln die Kalkgerölle dem dunkeln Alpenkalk, die roten Granite und porphyrischen Gesteine hingegen denen des Schwarzwaldes. Diese merkwürdige Erscheinung hat die Geologen geraume Zeit beschäftigt und zur Aufstellung mannigfacher Hypothesen Veranlassung gegeben. Die interessanteste ist die von Studer und Escher. Diese nahmen nämlich an, daß sich längs des nördlichen Alpenrandes eine Kette von Hügeln hingezogen habe, deren Gesteinsarten aus buntem Granit, Porphyr, Serpentin und metamorphischen Schiefern bestand. Durch Verwitterung dieser Hügel und durch Brandung der sie bespülenden Gewässer wären die Gerölle entstanden, die unsere bunte Nagelfluh bilden. Bei der Hebung der Alpen versanken dann diese Hügel infolge eines vom Innern der Alpen ausgehenden Druckes in die Tiefe, indem die benachbarten Kalkgebirge über die Küstenbildung vorgeschoben wurden.

Noch weitere Hypothesen wurden aufgestellt, so daß die schweizerische naturforschende Gesellschaft sich veranlaßt sah, bezüglich der Nagelfluhfrage eine Arbeit zur Konkurrenz auszuschreiben und zwar auf 1. Juni 1886. Der Titel der Aufgabe lautete: „Die Gesellschaft verlangt eine Zusammenstellung der auf die miocäne Nagelfluh bezüglichen Erscheinungen, welche über den Ursprung derselben, über die sie bildenden Strömungen und über die letzteren bestimmten Aufschluß geben können.“ Eine gekrönte Preisschrift wurde geliefert von Dr. J. J. Früh, damals Kantonsschullehrer in Trogen. Diese ausgezeichnete Arbeit „Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh“ ist grundlegend für das Studium dieser Gesteinsart; wir werden sie deshalb in unseren weiteren Erörterungen in Berücksichtigung zu ziehen haben.

Die Nagelfluh der oberen Süßwassermolasse, die zwischen Reuß und Rhein überhaupt die flächenreichste und großartigste noch anstehende Erdbildung dieser Art in unserem Vaterlande darstellt, erstreckt sich in unserem Kanton von der Hörnlikette ausgehend wesentlich über den mittleren und westlichen Teil. In der Gegend von Turbenthal, am Schauenberg, in der Umgebung von Wil sehen wir die Nagelfluh sowohl unten im Thale als oben auf den Bergrücken auftreten; sie mag vielleicht noch $^1/_4$ bis $^1/_6$ der gesamten Gesteinsmasse ausmachen. Sobald wir das Thurthal erreichen, erscheint die Nagelfluh nur auf den obersten Teilen der Berge, wie z. B. am Ottenberg, am Seerücken und den Anhöhen östlich von Frauenfeld. Es darf mit Gewißheit angenommen werden, daß diese Erhebungen ihre relativ bedeutende Höhe der sie bedeckenden Nagelfluh verdanken, welche der Erosion weit größeren Widerstand zu leisten vermag als der weichere Sandstein und die Mergel.

Bezüglich des *Stammortes* der Geröllmassen unserer Nagelfluh kommt der oben genannte Autor auf Grund eingehender Forschungen auf eine Bestätigung der Ansicht, die Escher im Jahre 1853 ausgesprochen hat, indem er schon damals sagte, daß die vollständige Aehnlichkeit verschiedener Geschiebe — namentlich der Kalke — in der ostschweizerischen Nagelfluh mit Gesteinen des Vorarlberges auf die Vermutung führe, daß sie zur Molassezeit aus letzteren Gegenden hergeschwemmt worden seien. Dies gilt nun aber nicht nur für die Kalk-

geschiebe, sondern auch für die Gerölle des ostrheinischen Eocäns, des ganzen Lias und insbesondere der Trias. Die Qualität der Gerölle ist geeignet, das Sammelgebiet der miocänen Ströme, welche die Nagelfluh ablagerten, von Nordtirol bis Unterengadin und das westliche obere Etschgebiet auszudehnen.

Um nun die *Richtung* dieser miocänen Ströme zu bestimmen, erwähnen wir nur einige Hülfsmittel.

In erster Linie kommt in Betracht die *dachziegelige* Stellung der Geschiebemassen. Bei der Betrachtung einer größeren trockenen Kiesbank sieht man, daß die Lagerung der Geschiebe durchaus keine regellose ist, sondern daß sich alle mehr oder weniger plattenförmigen Steine dachziegelartig übereinander lagern. Blickt man dann flußaufwärts, so sieht man lauter schmale, liegende Ovale; es sind die Stirnseiten der flachen, plattenförmigen Geschiebe. Blickt man dagegen flußabwärts, so beachtet man nur breite, glatte Flächen, die alle flußabwärts sanft ansteigen. Die Entstehung dieser Lagerung ist leicht zu erklären: So lange ein solch plattenförmiges Geschiebe mit der schmalen Stirnseite flußaufwärts liegt, wird es vom Wasser unterspült, gehoben und umgewendet, bis es schließlich in obiger Stellung zur Ruhe gelangt, in der es dem Wasser möglichst wenig Angriffsfläche bietet. Diese dachziegelige Stellung der Geschiebemassen ist allerdings in unserer Nagelfluh selten deutlich zu erkennen, denn sie ist um so weniger ausgeprägt, je reichlicher rundliche Gerölle statt abgeplatteter Geschiebe vorkommen.

Als zweites Mittel zur Feststellung der Richtung der Strömung dient die Bestimmung der Richtung, in welcher die *Geröllgröße abnimmt.* Die Stoßkraft eines fließenden Gewässers nimmt im allgemeinen im Mündungsgebiet im Sinne der Stromrichtung ab, weil sich die Geschwindigkeit in der Regel stärker vermindert, als die Wassermasse zunimmt. Die Richtung, in welcher die Geschiebe zunehmend kleiner werden, muß mit der allgemeinen Stromrichtung identisch sein. Die Richtung, in der sich Nagelfluhbänke derselben Zusammensetzung *auskeilen,* um in Sandsteine oder Mergel überzugehen, stimmt mit der Richtung der ehemaligen Strömungen überein. Beobachtungen, die wir gerade in unserem Kanton zu machen Gelegenheit haben, zeigen eine entschiedene und oft rasche Abnahme der Geröllgröße in nordwestlicher Richtung und in

demselben Sinne eine Abnahme in der Zahl der Nagelfluhbänke, an deren Stelle gemeine Molasse oder Mergel treten.

Schließlich erwähnen wir noch, daß die *horizontale Ausbreitung* von Nagelfluh derselben Zusammensetzung auf die Richtung der Hauptströmung schließen läßt. So spricht die Verteilung der Nagelfluh der Hörnlikette mit einer Südost-Nordwest streichenden Ausbildung deutlich für eine *südöstliche Herkunft.*

Diese südöstliche Herkunft der ostschweizerischen Nagelfluh findet außerdem auch in der *Bildung der Alpen* überhaupt ihre Erklärung.

Heim sagt in seinem „Mechanismus der Gebirgsbildung", daß das Erdrindenstück, welches die Alpen umfaßt, zur Zeit der Molassebildung als viel weniger gefaltetes bedeutend nach Südosten zurückgeschoben war. Eingehende Studien haben die österreichischen und bayrischen Geologen zur Ueberzeugung gebracht, daß die Hebung der Alpen im östlichen Teile begann und von da gegen Westen fortschritt. Aus dem Fehlen des Jura, der Kreide und des Eocän in Graubünden und im westlichen Tirol geht hervor, daß sie am Ende der Eocänzeit nicht nur Festland waren wie die Schweizeralpen, sondern bereits ein vertikal bedeutendes und vielfach gegliedertes Gebirgssystem darstellen konnten, wodurch die abfließenden Gewässer ein erhebliches Gefälle bekamen, mit vorwiegend Südost-Nordwest Richtung, und so eine relativ starke Stoßkraft gewannen und folglich auch einen ausgedehnten Geschiebetransport zu vermitteln vermochten.

Eine Art Nagelfluh muß noch erwähnt werden, die, obwohl sie nicht in unserem Kanton anstehend gefunden wird, doch einige Bedeutung für uns hat; es ist dies ein Gestein, bekannt unter dem Namen „*Appenzeller-Granit.*" Er ist ebenfalls eine Süßwasserbildung, ein Konglomerat, dessen Zusammensetzung sowohl nach petrographischen Eigenschaften als nach Größe der Gerölle variiert; es zeigt in ausgezeichneter Weise die Ungleichheiten fluviatiler Ablagerungen. Am Bistrich bei Degersheim erscheint die typische Form der Appenzellergranite; wir finden darin Kalke von verschiedener Farbe, Dolomite, Hornsteine in einem mit kohlensaurem Kalk durchtränkten Bindemittel. Bei der Politur heben sich einzelne Gemengteile sehr schön ornamental ab. Die Säulen in der Vorhalle der Kirche

in Fischingen bestehen aus solchem „Granit.“ Die Zone des Vorkommens dieses Gesteins ist gezeichnet durch die Linie Abtwil bei Winkeln über Herisau-Bistrich-Loretto-(Lichtensteig)-Laufen bei Wald (Zürich) und Feldbach am Zürichsee. Für uns kann der Appenzeller-Granit als Erratikum etwa als Hülfsmittel dienen, um Kontaktverhältnisse vom Säntis- und Rheingletscher zu bestimmen.

Die Kenntnis der Nagelfluhschichten überhaupt bedarf noch der Vervollständigung. Ungemein erwünscht ist das Sammeln von Geröllen mit undeutlichen bis deutlichen Petrefakten. Für den Sammler ist zu bemerken, daß benetzte Gesteine die Objekte oft besser erkennen lassen als trockene oder angewitterte Gerölle. In jedem einzelnen Falle hat man sich aber über die wirkliche Herkunft aus einer bestimmten Nagelfluhregion zu vergewissern.

### e. Molassekohle.

Den verkohlten vegetabilischen Resten in den Deltabildungen entspricht in der Molasse die Molassekohle. Dieselbe ist in neuester Zeit wiederholt eingehend untersucht worden. Was den Charakter und die Entstehung der Kohlenvorkommnisse anbetrifft, so haben wir genau zwischen *Flözkohle* und *Nesterkohle* zu unterscheiden. Die erstere erscheint in *Flözen*, d. h. in Schichten, die den übrigen Gliedern der Molasse, den Sandsteinen, der Nagelfluh, den Mergeln, den Süßwasserkalkbänken parallel eingelagert sind. Ihr Liegendes wird immer gebildet von Thon- oder Mergelschichten; ihr Hangendes kann Thon, Mergel, Sandstein oder Nagelfluh sein. Die Flöze sind autochthone Gebilde, d. h. Kohlen aus ehemaligen Torflagern an Ort und Stelle entstanden. Die *Nesterkohle* dagegen ist ein allochthones Gebilde, d. h. Kohle, die von Bruchstücken eingeschwemmter Pflanzen herrührt. Sie kommt unregelmäßig in allen möglichen Schichten vor und zeigt oft noch ganz deutlich Holzstruktur, während die Flözkohle strukturlos geworden ist. Ein weiterer Unterschied zeigt sich darin, daß die Nesterkohle nur 2,8 bis 4,6 % Asche, d. h. nur wenig mehr als das Holz, aus dem sie hervorgegangen ist, enthält, während die Flözkohle 13,2 bis 27,1 % Asche aufweist; dies rührt davon her, daß sich schon in dem ehemaligen Torf-

moore zwischen den Torfpflanzen mechanisch und chemisch eine Menge mineralischer Substanzen ablagerte.

Die Art der Entstehung der Kohlennester macht es begreiflich, daß ihre Zahl in den Molasseschichten groß ist; doch können dieselben natürlich nicht die Basis für bergmännische Ausbeutung geben, welche vielmehr in den Kohlenflözen zu suchen ist. Auch die Zahl der letzteren ist eine überraschend große; aber die Mächtigkeit ist eine ganz geringe, gewöhnlich nur einige cm starke; solche von 20 cm Dicke gehören zu den Seltenheiten. Daß unter solchen Umständen von einer Abbauwürdigkeit nicht die Rede sein kann, ist selbstverständlich, wie es denn überhaupt, wenn auch nicht völlig ausgeschlossen, so doch höchst unwahrscheinlich ist, daß in unserer Molasse abbauwürdige Kohlenflöze gefunden werden können.

Es würde zu weit führen, alle Fundstellen von Molassekohlen in unserem Kanton anzuführen; wir beschränken uns auf die Aufzählung einiger Lokalitäten, wo entweder Kohle ausgebeutet oder wenigstens der Versuch dazu gemacht wurde.

1) *Bergwerk Herdern.* Als man im Jahre 1855 von Herdern nach Kalchrain eine Straße baute, stieß man oberhalb der Rappennester Reben auf ein Kohlenflöz. Das betreffende Land gehörte zum Berghofgut und wurde im darauffolgenden Jahre samt dem Berghof von den Herren Landsmann und Duden in Zürich zum Zwecke der Kohlenausbeute erworben.

Das Flöz bildete nicht eine einzige zusammenhängende Kohlenmasse, sondern zerfiel meistens in drei Streifen, die durch hellbräunlichen Süßwasserkalk oder kohligen Schiefer von einander getrennt waren. Die Gesamtmächtigkeit der Kohlenstreifen mag 9 bis 15 cm, stellenweise bis zu 30 cm betragen haben; die horizontale Ausdehnung erreichte etwa 9000 $m^2$.

Die ersten Stollenanlagen wurden 1856 von den Ginsberg in Käpfnach ausgeführt; darauf ließen die beiden oben genannten Käufer des Berghofes durch einige Bewohner von Herdern weiter arbeiten. Die Kohlen befanden sich 2 bis 3 m tief unter der Oberfläche, und da die darüber liegenden mergeligen Schichten durchweicht waren, so mußte natürlich alles gesperrt und verschalt werden. Die eigentliche Ausbeutung hörte im Jahre 1862 auf; gelegentlich wurden in den Jahren 1865 und 1893 noch kleinere Quantitäten gewonnen.

2) *Berlingen.* An der Straße von Berlingen nach Büren ließ die Gemeinde 1857 Grabungen vornehmen. Zu diesem Zwecke wurden zwei Stollen in den Berg hinein getrieben; da sich aber die Ausbeute nicht lohnte und sich zudem in einem der Stollen ein Unglück ereignete, so hörte man auf zu graben.

3) *Wellhausen.* Dort sollen im Berge südlich des Dorfes schon zu Anfang des vorigen Jahrhunderts französische Emigranten nach Kohlen gegraben haben, wobei sie einen 24 bis 30 m langen Stollen in den Berg getrieben hätten. Aus der Zahl der jetzt noch auffindbaren Stollen-Mundlöcher (18) kann man den Schluß ziehen, daß hier eine Zeit lang emsig gearbeitet wurde. Genauere Resultate über die Quantität der Ausbeute fehlen.

4) *Murkart.* Die Stelle, wo jetzt noch an dem südlichen Vorsprunge bei „Försterhaus" nahe der Hauptstraße ein verschütteter Stollen von 12 bis 15 m Länge zu beobachten ist, war schon im Jahre 1707 bekannt und es fanden schon damals Nachgrabungen statt. Dann geriet die Sache in Vergessenheit, bis 1766 die Kohlenader wieder entdeckt wurde; aber erst 1783 und 1794 kam man durch genauere Untersuchungen zu dem Resultat, daß die geringe Mächtigkeit und die nesterweise Zerteilung des Kohlenflözes den Abbau nicht lohne.

5) In *Oberwil* wurden in den 60er Jahren Grabversuche vorgenommen, nachdem dortige Bewohner zufällig auf Kohlen gestoßen waren. Auch hier waren die Resultate derart, daß von einer Fortsetzung der Arbeiten abgesehen wurde.

6) In der Gegend von *Littenheid* waren eine ganze Anzahl von Kohlengruben im Betrieb. Schon vom Jahre 1837 werden acht Stollen erwähnt, die nunmehr zerfallen sind. In mehreren derselben war das Flöz stellenweise ziemlich mächtig; doch scheint die Ausbeute auch nicht lohnend gewesen zu sein, denn dieselbe reichte nicht über die 40er Jahre hinaus.

7) Bei *Bichelsee* am steilen Abhang des „Ziegelmoos" südlich Höfli wurden Ausbeutungsversuche gemacht, ebenso in ungefähr gleicher Zeit in der Mitte zwischen *Riet* und *Schurten.* Da aber der Ertrag zu gering war, dauerte die Ausbeute nur kurze Zeit.

Die eben angeführten Beispiele, sowie solche aus anderen Kantonen sind wohl deutliche Beweise dafür, daß von einem

Vorhandensein abbauwürdiger Kohlenlager in unserer Süßwassermolasse kaum die Rede sein kann.

### f. Die Flora und Fauna der Molasse.

Die Molasseschichten (Oehninger Stufe) unseres Kantons sind durchaus nicht so arm an pflanzlichen und tierischen Resten, wie man früher annahm, indem nunmehr ein großer Reichtum von fossilen Repräsentanten bekannt ist.

In Heers Tertiärflora ist der Thurgau mit vier Lokalitäten vertreten: Stettfurt, Herdern, Steckborn und Berlingen. An diesen Orten haben sich im ganzen 27 Arten fossiler Pflanzen nachweisen lassen. In neuerer Zeit aber hat sich die Zahl der Fundorte vermehrt. So wurden in Mergeln über dem früher abgebauten Süßwasserkalk zu *Neu-Hunzenberg* bei Oberwangen eine schöne Zahl Vertreter der tertiären Flora aufgefunden. Von Tägerweilen allein wurden ferner 134 Arten, von Bernrain 67 Arten bestimmt, so daß der Thurgau bezüglich des bis jetzt bekannten Reichtums an Tertiärpflanzen in die vorderste Reihe gerückt ist. Meist sind die fossilen Blätter gut erhalten, die Nervation ist deutlich und der Rand scharf. Gewisse Arten treten nur in wenigen, oft sogar nur in einem Exemplar auf, während andere in großer Zahl vorhanden sind, wie denn überhaupt die Beobachtung gemacht wurde, daß jede Fundstelle in petrographischer und palaeontologischer Beziehung ihre spezifischen Eigentümlichkeiten aufweist. Sehr interessant ist ein Fund von Bernrain (im Stollen der Kreuzlinger Wasserversorgung). Es betrifft dies einen Kastanienbaum (Castanea Jacki Würt.), der nach Heer im Ausland durch die ganze Molasse hindurch sporadisch vorkommt, in unserer Molasse aber vermißt wurde, so daß das Fehlen desselben geradezu als charakteristische Eigentümlichkeit der Schweizer Molasse angeführt wurde. Zur Miocänzeit war überhaupt eine größere Mannigfaltigkeit der Holzgewächse vorhanden, ein Artenreichtum, wie er jetzt nur in wärmeren Ländern konstatiert werden kann. Unter den Holzgewächsen herrschten die immergrünen Bäume und Sträucher vor, so immergrüne Eichen, Lorbeer, Myrte, Tulpenbäume, Cypressen u. s. w. Das europäische Klima muß also im Miocän bedeutend wärmer gewesen sein, ja, tropische Feigenbäume, Akazien, Kampfer- und Zimmtbäume setzen ein tropisches

Klima voraus. Neben diesen fremdartigen Vertretern finden wir aber auch solche, die jetzt noch in unserer Gegend gedeihen: Weiden, Erlen, Birken, Stechpalmen, Ahorn, Heidelbeeren, Pappeln u. s w. Der Charakter der miocänen Vegetation zeigt am meisten Uebereinstimmung mit der jetzigen Pflanzenwelt der südlichen Teile der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Daneben finden wir von weniger zahlreichen Arten die nächsten jetzt lebenden Verwandten in den Mittelmeerländern, in Kleinasien, Persien, China und Japan. Nach Heer erfordern diese Vertreter der tropischen, subtropischen und gemäßigten Zone eine mittlere Jahrestemperatur von 18 bis 19° C.

Weniger reich an Funden ist die thurgauische fossile Fauna. Gewiß wird die Tierwelt zum Teil ebenso fremdartig gewesen sein, wie die Pflanzenwelt. Neben Schnecken und Muscheln sind bis jetzt nur einzelne Vertreter von Säugetieren gefunden worden. Ein wichtiger Fund wurde im Februar 1899 beim sogenannten Königswuhr südlich von der Stadt Frauenfeld gemacht. In einem durch das Wasser der Murg erodierten Molassefels förderte Herr Prof. Wegelin in Frauenfeld Skelettstücke vom Mastodon angustidens Cuv. zu Tage. Das Mastodon gehört zu den Rüsseltieren, welche Vielhufer von bedeutender Körpergröße sind. Sie sind bekanntlich charakterisiert durch einen langen, als Greiforgan fungierenden Rüssel, durch zusammengesetzte Backenzähne und durch Stoßzähne im Zwischenkiefer. Die Stoßzähne sind wurzellos und haben eine weite Höhlung; die Backenzähne finden sich je nach dem verschiedenen Alter in verschiedener Zahl vor. Während die Backenzähne des späteren Elephanten einen blättrigen Bau haben (die Blätter sind durch Cement verbunden), so erheben sich beim Mastodon, das in Europa dem jüngeren Tertiär angehört, auf der Kaufläche der beim erwachsenen Tiere in der Dreizahl vorhandenen Molaren zitzenförmige Höcker, welche paarig auf Querjochen stehen und von welchen die Gattung den Namen „Zitzenzahn“ erhalten hat. Diese Höcker, zwischen welchen sich kein Cement befindet, werden von dickem Schmelz gebildet; die Zahl derselben ist bei geologisch älteren Formen geringer als bei jüngeren. Die Mastodonten besaßen vier Stoßzähne, zwei große schwachgebogene im Oberkiefer und zwei kleine gerade im Unterkiefer.

Bei dem Funde in der Nähe von Frauenfeld fand man nach den Mitteilungen von Herrn Prof. Wegelin das ganze Kopfskelett eines solchen Mastodonten. „Sein Unterkiefer war in natürlicher Lage dem Sandstein eingebettet, die Backenzähne nach oben gerichtet, der Schädel mit dem Oberkiefer verkehrt, die Backenzähne schauten ebenfalls nach oben. Vom *Unterkiefer* war nur noch die linke Backzahnreihe vollständig und gleichzeitig die einzige wertvolle Ausbeute, da sie nachträglich mit aller Sorgfalt aus dem Steinblock herausgemeißelt werden konnte. Die beiden oberen Zahnreihen wurden leider beim Herausarbeiten größtenteils zerstört, so daß wohl die Lage und Gesamtdimension, aber weder die Zahl der Zähne noch die der Querjoche zu erkennen ist. Ebensowenig gelang es, die beiden Stoßzähne des *Oberkiefers* als Ganzes zu erhalten. Das Elfenbein war von zahllosen Sprüngen durchsetzt und zerbröckelte bei Berührung. Die Stoßzähne des *Unterkiefers* waren bereits der Verwitterung des Felsens zum Opfer gefallen. Die *Knochen* zeigen violette Farbe. Sie gehen aber mit ihrer Substanz derart in die Einbettungsmasse über, daß sie durchaus nicht zu isolieren sind. Deutlich zeigt sich der zellige Bau des Stirnbeins. — Das Tier muß ein altes Exemplar gewesen sein, da der vordere dreijochige Backenzahn vollständig flach abgenutzt ist und statt der Kaukegel Kaugruben zeigt. Der zweite Molare zeigt drei Querjoche. Das erste Joch hat drei schon stark abgenutzte Zitzen, das zweite deren vier mit nach vorn schräg abfallender Kaufläche. Die dritte Kegelreihe hat ebenfalls die Vierzahl und ist fast gar nicht abgenützt. Der dritte Molare ist zur Zeit noch nicht frei gelegt.

Die *Stoßzähne* des *Oberkiefers* ragen etwa 75 cm aus dem Knochen heraus bei einer Gesamtlänge von zirka 90 cm. An der Ansatzstelle, wo ihr Quermesser 11 cm beträgt, ist ihre Entfernung 2 cm. Außerhalb des Körpers spreizen sie schwach bogenförmig auswärts mit einem mittleren Winkel von zirka 35°. Die dünne Schmelzlage ist deutlich. Im hinteren Drittel wurde die Dentinmasse nach und nach zur dünnen Kruste um einen Sandsteinkern, der Ausfüllung der Zahnkeimhöhle. Beide Steinkerne ließen sich leicht isolieren.“

Wir haben diesen Fund aus dem Grunde etwas eingehend erörtert, da derselbe bis anhin der einzige von Bedeutung

in unserem Kanton ist. Im Naturalienkabinett in Konstanz befindet sich ein Stoßzahn, der in Egelshofen gefunden worden sei. Ebenso soll die Sammlung in Frauenfeld ein Kieferstück von einem Mastodon, das aus einem hinter Müllheim liegenden Tobel herabgeschwemmt worden sei, enthalten. In Tägerweilen fanden sich eine große Zahl von Knochen, Säugetierzähnen, Geweihen, Schildkröten u. a. m. und in Bernrain die trefflich erhaltenen Zähne eines großen schweineartigen Tieres, Hyotherium Soemeringi Myr., und des tertiären Affen, Hylobates antiquus.

## III. Ueber die orographischen Verhältnisse zur Zeit der Ablagerung der Molasse.

Nachdem wir nun in den obigen Abschnitten die Thätigkeit eines Flußlaufes, die Eigentümlichkeiten einer Deltabildung und das Material der Molasse eingehend betrachtet haben, so kommen wir zur Ueberzeugung, daß die Sedimente derselben auf eine *Deltabildung* hindeuten. Bei der Betrachtung der Nagelfluh haben wir gesehen, welches die ungefähre Hauptrichtung des das Delta bildenden Stromes war. Die genannte Gesteinsart gibt uns aber auch Wegleitung, die *Größe* dieses Deltas, das man Hörnli-Delta nennen könnte, annähernd zu bestimmen. Im Gebiete der Stadt *St. Gallen* nimmt die Zahl der Nagelfluhbänke nach Osten ab, und diese keilen sich auch nach dieser Himmelsrichtung aus; im *Tößgebiet* finden sie sich zahlreicher als am *Untersee;* um Zürich ist ihr Auftreten spärlich und die äußersten Aufschlüsse finden sich in nordwestlicher Richtung bei *Nußbaumen.* Will man die *Breite* des Deltas bezeichnen, so könnte dies durch die Entfernung *Uetliberg-Untersee* geschehen, was eine Breite von 50 bis 60 km ergeben würde. Diese Zahl, so groß sie auch erscheinen mag, wird durch Deltas der Jetztzeit übertroffen, indem dasjenige z. B. der Donau 74 km, des Ural 53 km, des Nil 207 km, des Mississippi 300 km breit ist. Die *Deltalänge,* für welche man die Entfernung *Hörnli-Höhenzüge* bis *Rafz* annehmen kann, ist wenig größer als die Breite. Die Länge des Deltas der Donau beträgt 74 km, des Nil 171 km, des Mississippi 320 km. Aus diesen Zahlen ersehen wir, daß das Gebiet Zürich-Untersee-Hörnli-Rafz kleiner ist als das

*gegenwärtige Donaudelta*, weshalb die Ausfüllung des eben genannten Teiles des miocänen Süßwasserbeckens ganz wohl das Werk eines von Südosten her fließenden Stromes sein kann.

Betrachten wir nun diesen geschiebereichen Fluß selbst, so können wir aus der großen Mannigfaltigkeit in den Absätzen des gleichen Querschnittes auf ein Gewässer mit sehr wechselnder Stoßkraft bezw. Wassermenge schließen. Sein Mittellauf muß zu kurz gewesen sein, um alle Gerölle in feineres Material zu zermalmen. Bei ruhigem Laufe lagerte der Fluß außerhalb des Stromstriches in horizontalen Schichten Sand und Thon ab; bei größerer Wassermenge kam auf jene Schichten gröberes Material zu liegen, bei abnehmendem Wasser wieder feineres. Auf diese Weise lassen sich die unregelmäßig und wechselvoll zusammengesetzten und zahlreiche Uebergänge bildenden Schichten verstehen. Durch sein Geschiebe zwang sich der Fluß oft zur Gabelung und trennte auf diese Weise Gebiete ab, die bei Mittel- und Niederwasserstand abgeschlossene Tümpel oder Lagunen bildeten, in welchen sich stagnierende Wasser ansammelten. Das feine thonige Material, das die Unterlage derselben bildete, wurde mit dem in warmer Jahreszeit ausgeschiedenen kohlensauren Kalk vermengt und so entstanden lokal kalkige Thone oder Mergel. Bei Deltalagunen, die lange ruhig liegen blieben, konnte, begünstigt durch die hohe Temperatur, die chemische Sedimentation des Kalkes stattfinden.

„Wenn wir uns in die damalige Zeit zurückversetzen, so haben wir ein ausgedehntes Deltagebiet vor uns, durchströmt von einem vielgegabelten, unruhigen und in der Wassermenge sehr schwankenden Hauptflusse, sowie wahrscheinlich von einigen kleineren selbständigen Wasserläufen. Eine Menge Lagunen sind entweder von seinen Armen selbst oder von Strandwällen abgedämmt. Die Wassertümpel liegen verschieden hoch, sind ungleich groß und tief und ungleich der Gefahr des Ueberflutens ausgesetzt. Mehr seitwärts herrschen ruhigere Zustände und breiten sich größere Lagunen aus (Oehningen). Der Fluß hat sich allmählig in seinem Sammelgebiete weiter rückwärts eingeschnitten und teils dadurch, teils durch seine eigene Anschüttung seinen Lauf verlängert und dadurch auch die Fähigkeit erhalten, sein Transportmaterial immer vollkommener zu zerkleinern.“ Dies ist der Grund, warum wir

nach den bis jetzt bekannten Aufschlüssen über die oben angegebene Nordwestgrenze keine Nagelfluh mehr finden.

Wenn wir nun noch das Niveau der Kohlenschichten (Mammern 430 m, Herdern 550 m, Wellhausen 508 m, Murkart 445 m, Oberwil 475 m), ferner pflanzliche und tierische Ueberreste, die sich in allen Höhen und Schichten finden, berücksichtigen, so zeigt uns das zum ersten, daß zeitweise trockene Stellen im Delta selbst und die Umgebung reich bewachsen und bewohnt waren. Zweitens aber muß sich beim Betrachten der angeführten Niveaudifferenzen der Gedanke aufdrängen, daß sich während der Ablagerung das Niveau des Wasserspiegels *verändert* habe. Es muß also entweder eine allmählige Senkung des Landes eingetreten sein, wie das denkbar ist, indem sich der Boden während der Faltung von Alpen und Jura infolge Belastung durch Alluvionen senken konnte, oder es ist die Möglichkeit vorhanden, daß das Wasser langsam gestiegen wäre, indem irgend eine Barrière sich schneller hob, als daß dasselbe sie zu durchbrechen vermochte. Sei nun das eine oder das andere der Fall, so ist es sehr wahrscheinlich, daß der Molassesee nie tief war und wohl auch niemals ein einziges zusammenhängendes Becken bildete, denn sowohl die untersten wie die obersten Schichten tragen den Charakter der Seichtwasserbildung. Durch einen derartigen allmähligen und kontinuierlichen Niveauwechsel wird natürlich innerhalb des Deltagebietes die Bildung von Tümpeln, die Verschiebung, Ausfüllung und Neubildung derselben begünstigt. Dadurch entsteht das, was wir auf beiden Seiten des *Seerückens* zu beobachten Gelegenheit haben; „benachbarte und parallele Bachschluchten zeigen keine Fortsetzung der bituminösen Mergel, Mergelkalke oder Kalke, sie zeigen aber solche Ablagerungen tiefer und höher und zwar bald in horizontaler Lage, bald mit schwachem, seltener starkem Fallen auf diese oder jene Seite.“ Es war also die Ablagerung unserer Molasseschichten eine unstäte, „es war ein unruhiges Verjagen und Wiederentstehenlassen von Gebieten.“ Kaum hatte sich z. B. irgendwo an zeitweise geschützter Stelle eine Pflanzendecke, auf welcher sich auch Tiere aufhielten, gebildet, so trat auch deren Vernichtung ein, indem alles Organische vergraben oder auch fortgeschwemmt wurde. So sind ganze Kadaver oder nur Stücke von solchen durch die Wasserfluten

weggeschwemmt worden, wobei sich z. B. von den Wirbeltieren die härtesten Teile: Knochen, Unterkiefer und Zähne am besten erhielten. Ein interessantes Beispiel haben wir im vorigen Abschnitte erwähnt.

Diese Betrachtungen machen es uns begreiflich, warum in den Schichten unserer Molasse, wie wir anfangs sagten, ein gesetzmäßiges Aufeinanderfolgen in petrographischer Vertikalreihe nicht nachweisbar ist, und daß auch in horizontaler Richtung die Ablagerungen der gleichen Zeit so große Mannigfaltigkeit zeigen.

## C. Spezielle Beschreibung thurgauischer Molassegebiete.

Beim Versuche, einige Gebiete unseres Kantons etwas eingehender zu betrachten, soll vorerst darauf hingewiesen werden, daß wir im wesentlichen den Ausführungen eines unserer besten Molassekenners, denjenigen von Gutzwiller (l. c.), folgen werden.

### I. Die Thur von Schwarzenbach bis Bischofszell, Uzwil und Niederbüren.

Bei einem Marsche von Rickenbach über Henau-Uzwil-Ober- und Niederbüren nach Bischofszell fallen die schon genannten scharf abgesetzten Flußterrassen auf. Sie werden teilweise von Nagelfluhbänken gebildet, die man in verschiedener Höhe anstehend sehen kann, so an der Brücke von Oberbüren, bei Neubrück hart am Ufer; auch das Kloster Glattburg steht auf Nagelfluh, und an der wohl 30 m hohen Halde erblickt man noch eine dritte Nagelfluhbank. An der Brücke bei Brübach stehen am Flußufer zwei Nagelfluhbänke an, welche durch mächtige Mergelablagerungen getrennt sind. Die unterste Schicht setzt über die Thur und zieht sich als deutlich sichtbare Terrasse (ehemaliges Flußufer) gegen Henau hin. Uebrigens ist zu betonen, daß in diesem Gebiet das Tertiärgestein von mächtigen Kiesablagerungen bedeckt wird; das Inundationsgebiet wird von Schwarzenbach an bis zur Brücke von Brübach breit.

Gegen Bischofszell hin bemerken wir, daß das Thal der Thur breit bleibt bis zur Einmündung des von Hauptwil

herkommenden Baches; dort wird das Bett der Thur plötzlich eingeengt und Molasse und Nagelfluh werden an beiden Ufern sichtbar. Am Katzensteig südwestlich von Bischofszell stößt die Thur an eine neue Nagelfluhbank, welche von grauen Mergeln überlagert als leicht sichtbare Terrasse nach den Häusern von Muggensturm hin sich fortsetzt. Hier, unterhalb der Brücke, fließt die Thur über eine Nagelfluhschicht, welche bei niederem Wasserstand leicht zu sehen ist.

Bischofszell steht auf einer Terrasse, welche ganz mit glacialen Schuttmassen bedeckt oder vielleicht von solchen gebildet ist. Nur an der Sitter und an der Thur kommen an einzelnen Stellen Nagelfluhschichten und Molasse (Sandsteine und Mergel) zum Vorschein.

Ein Streifen Molasse zieht sich zwischen Sitterdorf und Hummelberg auf halber Höhe in südwestlicher Richtung hin. Die Molasse ist ein ziemlich kompakter, rotkörniger Sandstein, in welchem Keller angelegt sind; hin und wieder enthält er kleine Geschiebe.

## II. Gebiet zwischen Thur und Murg.

### a. Umgebung von Wil.

Das Städtchen Wil scheint auf glacialem Boden zu stehen. Die wallartige Erhöhung, auf welcher der Ort steht, ist wohl der Rest einer Moräne, welche an den westlichen Ausläufer des Nieselberges sich anschließt. Im Gebiet südlich von Wil, zwischen Thur und Murg, spielt die Nagelfluh eine untergeordnete Rolle, indem jenes Bergland wesentlich aus gelben, grauen und rötlichen Mergeln aufgebaut ist.

Nördlich von Wil erhebt sich eine Berggruppe, die sich nach Norden, Osten und Süden allmählig zur Thur, gegen Westen und Nordwesten zum Thal der Murg und Lauche herabsenkt. Inmitten dieser Berggruppe liegen die Dörfer Wuppenau und Braunau, rings um dieselbe Bronschhofen, Bettwiesen, Tobel, Affeltrangen, Märwil, Mettlen, Schönholzerswilen, Neukirch, Zuckenriet, Zuzwil und Züberwangen. Nur auf dem innerhalb der genannten Ortschaften gelegenen Teil tritt das Tertiärgestein mit wenigen Ausnahmen überall zu Tage, während der Außenrand bis zur Thur mit Gletscherablagerungen bedeckt ist. Selbst die steil abgrissenen Ufer der

Thur von Bischofszell an abwärts bis Amlikon zeigen mit Ausnahme einer Stelle gegenüber Bürglen dieselben Glacialbildungen. Hier bei Bürglen zeigt sich am linken Ufer der Thur eine etwa 10 m hohe Molassewand, bestehend aus teilweise knauerigem Sandstein, gelben und blaugrauen Mergeln. Dieselben Schichten erscheinen auch östlich von Bürglen, am Südrande eines Hügels, auf dessen westlichem Ende Kirche und Schloß Bürglen erbaut sind. Auf den genannten Höhen nördlich von Wil ist die Nagelfluh noch häufig zu beobachten, besonders im östlichen Teile bei Wuppenau, Hosenrugg und Gabris; sie zeigt überall dieselbe Zusammensetzung.

### b. Gebiet zwischen Lauche, Thur und Murg.

Zwischen diesen Flüssen erhebt sich eine Bergmasse, deren höchste Gipfel mehr als 400 m die Thalsohle der Thur überragen. Gegen Norden, Westen und Süden zeigt dieselbe steil abfallende Gehänge, während sie sich gegen Osten allmählig zum oberen Teil des Lauchethales (Märwil) herabsenkt. Ein Hochthal, vom Thunbach durchflossen, trennt die Bergmasse, wenn auch unvollständig, in zwei Längszüge, einen nördlichen und einen südlichen. Auf dem letzteren, auch Immenberg genannt, liegen das Schloß Sonnenberg und das Dörfchen Wezikon, an seinem Südfuß die Orte Stettfurt, Weingarten und Zezikon. An dem kurzen Südabhang des nördlichen Zuges, zum Teil auch Wellenberg genannt, liegen die Orte Kirchberg, Thundorf und Lustdorf, an seinem Nordfuß Frauenfeld, Wellhausen, Hüttlingen u. a. O. Die glacialen Bildungen bedecken hier wesentlich den mittleren und westlichen Teil.

Der obere Teil der Stadt Frauenfeld liegt auf einer ziemlich mächtigen Sandsteinschicht, welche eine deutliche Terrasse bildet und deren Schichtkopf in der Nähe der katholischen Kirche sichtbar ist. In der Umgebung von Frauenfeld sind die Molassegebilde an verschiedenen Stellen bloßgelegt, so z. B. an der Straße nach Matzingen gegenüber der Aumühle, wo die Straße zirka 25 m tief in das Gestein einschneidet. Ueberall findet sich ein Wechsel von Sandsteinen, Mergeln und auch etwa Nagelfluhschichten.

Die bei Wellhausen, Mettendorf, Hüttlingen u. s. w. ausgehenden Tobel zeigen sämtlich unten Sand, Mergel und Sand-

steine, oben Nagelfluh mit Mergeln wechselnd; letztere ist auch auf der Südseite des Höhenzuges bei Lustdorf und Kirchberg anstehend.

Der Höhenzug nördlich von Stettfurt, auf dessen Rücken das Schloß Sonnenberg liegt, scheint wesentlich aus Mergeln zu bestehen; selten zeigt sich eine feste Sandsteinbank oder eine Nagelfluhschicht. Daher auch die vielen Schlipfe, die besonders der steile Südabfall zeigt. Die durch die Atmosphärilien gelockerte Masse rutscht auf den Schichtköpfen der horizontal liegenden Schichten abwärts und läßt die Vegetation nur schwer aufkommen.

In diesem Gebiet ist überhaupt auffallend, daß der Südabhang des Immenberges so steil ist, während der Nordabhang sich viel langsamer senkt. Bei Bergen mit einseitig geneigten Schichten ist diese Erscheinung leicht begreiflich, sie erklärt sich aus der Schichtenstellung; doch hier liegen alle Schichten horizontal, so daß nur die Erosion zur Erklärung dieser Thatsache zur Verfügung steht. Aehnliches zeigt sich auch an anderen Orten, wie am Nollen und selbst an dem nördlich vom Sonnenberg gelegenen Wellenberg.

## III. Gebiet westlich der Murg und südlich der Thur.

Dieses Gebiet, welches den aussichtsreichen Schauenberg als seinen höchsten Gipfel hat, zeigt dieselben Gesteinsarten wie die Umgebungen von Wil und Frauenfeld. Die Nagelfluh erscheint in zahlreichen Schichten von der Thalsohle bis auf die höchsten Punkte mit Ausnahme des nordwestlichen Teiles, wo sie nur in wenigen Schichten auftritt. Ihre Zusammensetzung ist genau dieselbe wie diejenige der vorher beschriebenen Gebiete. Das Bindemittel ist ein lockeres, sandartiges; die Größe der Gerölle variiert von Nuß-, Ei- bis Faustgröße. Gute Sandsteine sind selten, um so häufiger aber die Mergel, welche, in allen Farben auftretend, wohl $^3/_4$ aller Gesteine ausmachen. Schichten von Wetterkalk sind ebenfalls nicht selten; sie werden an verschiedenen Orten abgebaut.

Nördlich und westlich von Schneitberg tritt die Nagelfluh selten mehr zu Tage, so noch bei Gachnang und bei Bausel, nördlich von Gerlikon; die Geschiebe sind aber nur nuß- bis eigroß.

Nördlich von Gerlikon und Gachnang bilden die festeren Sandsteinbänke deutliche Terrassen; da und dort erblickt man einen Steinbruch, wie bei Oberwil.

## IV. Gebiet zwischen dem Bodensee, dem Rhein und der Thur.

In dem nordöstlichen Teile unseres Kantons, von den Ufern der Steinach und der Sitter bis an die Straße von Bürglen nach Konstanz treten die Tertiärgebilde nur selten zu Tage. Von Illighausen erstreckt sich über Hohenegg nach Oftershausen eine Terrasse, welche aus festen Sandsteinbänken zu bestehen scheint, die an verschiedenen Stellen angebrochen sind. In dem von Dettighofen nach Bottighofen sich hinunterziehenden Tobel stehen meist graue und gelbe Mergel, selten Sandsteine an. Bessere Aufschlüsse als im erwähnten Gebiet finden wir am Ottenberg und auf dem Seerücken.

### a. Der Ottenberg bei Weinfelden.

Der untere Teil des Ottenberges bis auf die Höhe von Weierswil, Straußberg, Schloß Weinfelden besteht aus Sandstein und gelblich grauen Mergeln. In der oberen Partie erscheinen Nagelfluhschichten, zwischen welchen wesentlich nur gelbe und graue Mergel eingelagert sind. Die festen Gesteine, wie Nagelfluh und Sandsteine, bilden besonders im östlichen Teil, bei Burg und Weierswil, deutliche, oft breite Terrassen, die hin und wieder mit geringmächtigen glacialen Ablagerungen bedeckt sind.

Oestlich von Weinfelden, bei Gontershofen, wurde Sandstein gebrochen, der grau und wenig rotkörnig ist und hin und wieder erbsen- bis nußgroße Geschiebe enthält. Die Mächtigkeit der Schicht beträgt etwa 8 m, das Hangende bildet ein mergeliger Sandstein (Leberfels). Auf derselben Sandsteinschicht steht die Kirche in Weinfelden. Von Gontershofen nach Burg bildet die Molasse steile Abstürze. Je höher hinauf und je näher man aber der Nagelfluh kommt, um so mehr nehmen die Mergel überhand und um so seltener werden die Sandsteinschichten. Die Nagelfluh ist rings um den Berg an verschiedenen Stellen sichtbar; sie ist oft reich an Sand; daher sind die meist ei- bis faustgroßen Geschiebe nur locker verbunden und zeigen wenige deutliche Eindrücke.

### b. Der Seerücken.

Als Seerücken bezeichnet man den Höhenzug zwischen dem Untersee und der Thur von Konstanz bis Stammheim. Der Südfuß ist mit Ausnahme weniger Stellen, wie die Gegend von Altenklingen, das linke Ufer der Thur bei der Brücke von Pfyn und das bei Ochsenfurt ausgehende Tobel, von mächtigen Glacialablagerungen bedeckt, so daß die Molassebildungen erst auf einer Höhe von 500 m anstehen. Der Nordfuß dieses Höhenzuges aber von Ermatingen bis Mammern ist nicht bedeckt mit fremdem Material. Der obere Teil des Seerückens von Wäldi bis Nußbaumen besteht, ähnlich wie derjenige des Ottenberges, aus Nagelfluh und Mergel, welche hin und wieder mit Sandstein und Süßwasserkalk wechseln. Oestlich von Wäldi senkt sich der Seerücken rasch und wir finden hier auch keine Nagelfluh mehr. Von Herdern westwärts bis Stammheim ist der Rücken mit mächtigen Gletscherschuttbildungen bedeckt; nur hie und da treten die Schichtköpfe der Nagelfluh- oder Sandsteinbänke zu Tage oder zeigen durch eine scharfe Kante ihre Anwesenheit unter dem Rasen an. Zwischen Herdern und Wäldi erblickt man die Glacialbildungen selten. Die Schichten bilden häufig besonders auf der Südseite (Lanzenneunforn und Homburg) flache und breite Terrassen mit nicht sehr fruchtbarer Ackererde. Die Nagelfluh dieser Höhen ist oft sehr arm an krystallinischen Gesteinen; die Gerölle sind klein, nuß- bis eigroß; das Bindemittel ist sehr sandreich.

Der Sandstein, im allgemeinen grau, doch hie und da rotkörnig und dann dem granitischen Sandstein sehr ähnlich, bildet nicht selten feste Bänke von bedeutender Mächtigkeit. Diese Bänke, hin und wieder große Knauer einschließend, geben, besonders auf der Nordseite, vielfach zur Bildung kleinerer Wasserfälle Veranlassung.

Eigentümlich ist das Auftreten glimmerreicher, hellgrauer bis weißer Sande oder lockerer sandartiger Molasse am Nordfuß des Seerückens von Mammern bis Tägerwilen. Man beobachtet diese Sandschichten, welche besonders zwischen Steckborn und Ermatingen schön entblößt sind, vom Seeniveau bis zu einem Drittel der Berghöhe. Sie bilden oft schneeweiße Sandhalden (Nordseite eines Tobels zwischen Berlingen und Steckborn „weißer Fels“) und enthalten Knauer von Sandstein,

sowie Lagen von sandhaltigen Kalkknollen oder kalkreichen Mergelknollen nebst dünnen, bald sich auskeilenden Kohlenstreifen. Der Sand ist in der nächsten Umgebung dieser Kohlenstreifen rostig gefärbt und die Färbung ist um so intensiver, je näher der Sand der Kohle liegt. An einzelnen Stellen ist der Sand so glimmerreich, daß er fast nur aus Glimmerblättern zu bestehen scheint und die blättrigen Stücke lebhaft an Glimmerschiefer erinnern. Diese Schicht tritt auch auf der Südseite des Seerückens oberhalb Ochsenfurt auf.

An der Straße von Steckborn nach Berlingen zeigen sich steile Abrisse von lockerer, ganz in Sand übergehender glimmerreicher Molasse, in welcher eine Anzahl Keller gegraben sind. In dieser Molasse ist eine gegen 1 m dicke Bank von gräulichem, dünnblättrigem Mergel und schieferigem Mergelsandstein eingelagert, welche stellenweise sehr reich ist an Pflanzen- und Tierresten.

Aehnliche Verhältnisse zeigen sich auch bei Berlingen, wo namentlich an der Johalde verschiedene fossile Pflanzen- und Tierformen aufgefunden worden sind.

Zwischen Wolfsberg und Gonterswilen, sowie bei Wäldi erscheinen die am weitesten vorgeschobenen Nagelfluhbänke. Die Zahl der krystallinischen Geschiebe ist hier etwas größer als im westlichen Teil des Seerückens; die Kalkgeschiebe zeigen schöne Eindrücke, und die Feldspatgesteine sind in starker Zersetzung begriffen.

## Zweiter Abschnitt.

# Das Quartär.

Das Quartär, der letzte Abschnitt der Erdgeschichte, zerfällt in das Diluvium und in das Alluvium.

## A. Das Diluvium.

Im ersten Teile unserer Besprechung haben wir gesehen, daß in der miocänen Zeit während einer, eine unendlich lange Reihe von Jahren umfassenden Periode ein warmes Klima mit tropischer und subtropischer Vegetation herrschte. Allmählig aber nahm die Temperatur ab und die Menge der

Niederschläge zu, und die südlichen Gewächse starben infolge des Temperaturrückganges nach und nach aus. Eis und Schnee bedeckten in immer mächtiger anwachsenden Massen die Länder, und eine neue, eine nordalpine Vegetation, wie auch eine nordische Tierwelt traten an die Stelle der vergangenen.

Um uns nun von jenen riesenhaften Eismassen und deren Wirkungen ein Bild zu verschaffen, wollen wir vorerst einen Blick in die jetzige Gletscherwelt werfen.

## I. Ueber die Gletscher im allgemeinen.

In der Region des ewigen Schnees häufen sich in Kesselthälern große Schneemassen an. Diese werden teils durch den Druck darüber ausgebreiteter neuer Schneefälle, teils durch Zusammensintern in grobkörnigen Schnee-*Firn* umgewandelt und bilden die sogenannten *Firnschneefelder*. Im weiteren Verlauf des Prozesses vereist der grobkörnige Firnschnee in den tiefsten Lagen des Firnfeldes immer mehr und mehr und tritt dann als *Gletschereis* an einer tiefsten Stelle — Firnlinie — aus der Schneemulde in Form eines Stromes aus und fließt nun, indem es sich an die Thalform anpaßt, langsam thalabwärts. Die Schnelligkeit dieser Bewegung hängt von mannigfachen Faktoren ab und ist deshalb sehr verschieden. Es kann in Betracht kommen z. B. bedeutender Nachschub aus großem Schneefeld und das damit verbundene Wachstum der Dicke des Eisstromes; dann die größere Neigung des Terrains; ferner beträchtliche Wärme sowohl bei Tag als im Sommer und die Durchtränkung mit Schmelzwasser. Tritt das Gegenteil dieser Bedingungen ein, so wird die Bewegung selbstredend verlangsamt. Man kann auch beobachten, daß einzelne Punkte desselben Gletschers keine gleichförmige Bewegung zeigen. So wandert der Eisstrom im Oberlauf schneller, im Unterlauf langsamer und in der Mitte schneller als an den Rändern. Gegenwärtig beschäftigen sich die Gletscherforscher auch damit, die Variationen in der Geschwindigkeit des Gletschers in den verschieden tiefen Schichten zu bestimmen.[1]

[1] Zu diesem Zwecke lautet eine Preisfrage der „Schläflistiftung“ auf den 1. Juni 1901 ausgeschrieben von der schweiz. naturf. Gesellschaft: „Es soll eine Methode gefunden werden, um einen Gletscher bis auf den Grund in der Zone seiner größten Bewegungsgeschwindig-

Die Ansichten über die *Ursachen* der Gletscherbewegung gehen auseinander. Aeltere Forscher (Hugi) setzen im Gletscher selbst einen ewigen Wechsel zwischen Gefrieren und Auftauen voraus, und da das Wasser beim Gefrieren eine Ausdehnung erfährt, so müsse diese eine Vorwärtsbewegung zur Folge haben.

Gegenwärtig stehen sich zwei Theorien gegenüber. Die eine findet die Ursache der Fortbewegung des Eises in der Vergrößerung der die Gletscher zusammensetzenden Eiskörner durch Ankrystallisieren von Infiltrationswasser. Man bezeichnet diese Erklärung als die *thermische* Theorie.

Die überwiegende Mehrzahl der Forscher aber (darunter Helmholtz, Tyndall, Heim u. a.) bekennen sich zur *mechanischen* oder *Schweretheorie*. Nach älteren und neueren Untersuchungen zeigt das Eis in der Nähe des Schmelzpunktes eigentümliche Plastizitätsverhältnisse; tritt nun noch die Wirkung der Schwere dazu, so läßt sich ein Fortschreiten der Eismasse am besten mit der Bewegung einer dickflüssigen Masse auf geneigter Ebene vergleichen.

Die Gletscher zeigen Perioden der Abnahme und Zunahme, des Wachsens und Schwindens. Genaue diesbezügliche Angaben seien angeführt vom Rhonegletscher, welcher 1856 einen Maximalstand erreichte; 1857 begann das Schwinden. Ohne Unterbruch dauerte dasselbe noch fort bis heute und wird vielleicht noch länger anhalten. Im Mittel ist sein Ende jährlich anfangs 23 m, später bis 70 m per Jahr und im ganzen von 1856 bis 1880 um 854 m zurückgegangen. Während des Zeitraumes dieser 27 Jahre fand nie weder ein Stillstand noch ein Vorrücken statt; darum beobachten wir zwischen der Endmoräne von 1856 und dem jetzigen Gletscherende keine Endmoräne mehr.

Für den *täglichen* Fortschritt einiger Gletscher sei noch erwähnt der Unteraargletscher mit 0,140 bis 0,211 m, das Mer de Glace, Mittel von 1788 bis 1832, 0,321 m. Bemerkenswert ist auch der Jakobshavngletscher in Grönland, bei dem nach Hellands Untersuchungen ein mittlerer täglicher Fortschritt von 15,0 bis 22,46 m konstatiert wurde. Obwohl dieser

keit zu durchbohren.“ (In das Bohrloch werden kurze numerierte Holzcylinder eingesenkt, welche, später durch Ablation successive ausschmelzend, dazu dienen sollen, die Geschwindigkeit des Gletschers in Regionen von verschiedener Tiefe festzustellen.)

Gletscher wenig geneigt ist, so verdankt er seine abnorme Geschwindigkeit dem als beschleunigende Kraft wirkenden enormen Nachschub aus den Vorräten des Inlandeises.

Ueber den Einfluß der zu Thale fließenden Gletscher auf ihren Untergrund, über die Erosionsfähigkeit, sind die Geologen geteilter Ansicht. Man kann zwei verschiedene Arten von Eiserosion unterscheiden. Die eine ist die bekannte plättende Abschleifung, die sich besonders an den festen, nicht schieferigen Gesteinen bethätigt. Wir finden nämlich im Eise eingeschlossen eine Menge großer und kleiner Felstrümmer, welche vom Eise so gefaßt sind, wie das Eisen vom Hobel. Bei der Bewegung thalabwärts schleift der Gletscher diese Trümmer auf der Unterlage; dadurch wird der schleifende und geschliffene Stein abgerieben und geschrammt. So werden durch Gletscherschliff auch die sogenannten *Rundhöcker* erzeugt, die wir nicht nur vor und unter dem Eise, sondern als Zeugen früheren höheren Standes der Gletscher auch seitlich an den Thalgehängen vorfinden.

Die zweite Art der Eiserosion ist weniger bekannt und wird bestritten. Diese besteht darin, daß der Gletscher namentlich an den seitlichen Gehängen Gesteinsstücke abreißt und absplittert, so daß jene wie zerhackt aussehen. Das wird bedingt durch die Art und das Gefüge der Gesteine, welche das Gehänge bilden. Wo schieferige Gesteine anstehen, bewirkt der Eisdruck, unterstützt von Frost und Witterung, ein solches Zersplittern der Felswand; Stücke bis zu einem $m^3$ scheinen auf diese Weise aus der Wand entfernt zu werden. Diese Beobachtungen hat Professor A. Baltzer in Bern speziell am Unter-Grindelwaldgletscher gemacht, doch läßt sich dieselbe auch auf andere Gletscher ausdehnen. Eine derartige splitternde Erosion wird sich ferner auch auf dem Boden eines Gletscherbettes vollziehen können, insofern derselbe durch schieferige Gesteine gebildet wird.

In neuerer Zeit ist die Frage der Eiserosion wieder in Zusammenhang gebracht worden mit der Frage nach der Entstehung der Thäler und Seebecken. So sprach Professor Dr. A. Penck in Wien am internationalen Geographenkongreß in Berlin, 28. September bis 4. Oktober 1899, über „die Uebertiefung der Alpenthäler“ folgende Ansicht aus:[1]

[1] Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1899, Nr. 43.

„Jedes normale Thalsystem ist gekennzeichnet durch die Gemeinsamkeit des Sinnes aller Abdachungen, sowie durch eine Korrelation seiner einzelnen Glieder. Alle Thalsohlen schneiden sich assymptotisch; die Fortbildung einer Thalstrecke hat die gleiche aller benachbarten aufwärts gelegenen zur Folge. Regional sind also die Teile des Thales in gleicher Entwicklungsphase; durchgreifend ist die Gleichsohligkeit der Thalmündungen. Die Mehrzahl der Alpenthäler weicht von diesen Regeln ab. Ihre Sohlen haben vielfach kein gleichsinniges Gefälle, sondern zeigen in den Seewannen rückfällige Strecken. Die Hauptthäler sind erheblich breiter und tiefer als die Nebenthäler; letztere münden daher meist stufenförmig. Jene sind übertieft. Dieser Zustand entspricht nicht den Flußläufen. Sie suchen ihn zu beseitigen, indem sie die übertieften Thäler verschütten, in die anderen aber einschneiden. Dabei ist die Anordnung der alpinen Thalsysteme die der normalen; sie sind aus solchen hervorgegangen.

„Ein Rücksinken des Gebirges oder die Erhebung von Ketten quer über normale Thäler kann solche nicht in übertiefte verwandeln. Man kann damit nur rückfällige Sohlenstrecken, nicht aber auch die Stufenmündungen erklären. Will man beide zusammen auf tektonische Ursachen zurückführen, so muß man Grabenversenkungen in den übertieften Thälern annehmen; solche sind aber im Schichtbau nicht nachweisbar. Zudem tragen die übertieften Thäler den Charakter von Erosionswerken. Man kann auf der Nordseite der Alpen jene normalen Thäler rekonstruieren, aus denen sie hervorgegangen sind. Das Alpenvorland stellt hier eine Rumpffläche dar, deren Entstehung in die Pliocänepoche fällt. Von ihr aus kann man längs der übertieften Thäler Erosionsterrassen verfolgen, die sich an die Sohlen der unvertieften Nebenthäler anschließen. Die also ergänzten pliocänen Thalböden senken sich mit steilerem Gefälle als die heutigen Hauptthäler alpenauswärts. Die übertieften Strecken sind, wie aus Einzelheiten ihrer Gestaltung hervorgeht, in sie hineingeschnitten. Es muß also auf eine Periode normaler Thalbildung in der Pliocänzeit eine Periode der Uebertiefung gefolgt sein. Dies war die große Eiszeit. In der That deckt sich die Verbreitung ihrer Gletscher genau mit der der übertieften Thäler; diese fehlen in den östlichen Teilen des Gebirges, wo jene nicht zur Entfaltung

kamen. Ihre Bildung fällt zeitlich und räumlich mit der Vergletscherung zusammen. Man kommt hiernach zur Annahme einer sehr bedeutenden glacialen Erosion, die angesichts der großen Mächtigkeit der eiszeitlichen Gletscher (bis 1500 m) begreiflich ist. Sie folgte denselben Gesetzen, wie die des rinnenden Wassers in den Flußbetten. Fluß- und Gletscherbetten sind analog gestaltet, und die Uebertiefung gewisser Thäler durch eiszeitliche Gletscher wird dadurch verständlich, daß sie während der Vergletscherung das waren, was sie in ihrer Gesamtheit nie zuvor gewesen, nämlich Betten einer Strömung."

Bezüglich der Entstehung der Seebecken spricht Professor Dr. E. Brückner[1] in Bern folgende Ansicht aus:

„In der Eiszeit war es, daß die hydrographischen Verhältnisse des Schweizerlandes ihren Stempel erhielten. Ihr verdankt vor allem die Schweiz ihren Reichtum an Seen. Auf mannigfache Weise schufen die Gletscher der Diluvialzeit Seen. Wo sich eine Moräne wallartig vor ein Thal legte, entstand ein Seebecken; bei der unregelmäßigen Ablagerung des Schuttes wurden Becken ausgespart. Die *großen Seen der Schweiz aber sind wohl als ein Werk der Gletschererosion* zu deuten; sie sind die Enden der Thäler, in denen die Gletscher sich abwärts schoben und die durch die Gletscher bedeutend vertieft wurden."

Mit Recht wird aber darauf aufmerksam gemacht, daß, bevor die wichtige Frage der Eiserosion entschieden werden kann, bestimmt nachgewiesen werden sollte, wie stark innerhalb einer bestimmten Zeit die abhobelnde Arbeit eines bestimmten Gletschers sei. Zu diesem Zwecke hat Baltzer in den durch den Rückzug freigelegten Boden des Gletscherthales am Unter-Grindelwaldgletscher eine Anzahl (15) von Bohrlöchern zwischen ein und zwei m Tiefe angebracht. Da der genannte Gletscher im Vorrücken begriffen ist, so wird er bald diese Stelle überziehen und abschleifen, und wenn er wiederum sich zurückgezogen haben wird, so wird man später an der Tiefe der noch vorhandenen Bohrlöcher den Betrag der Eiserosion innerhalb eines bestimmten Zeitraumes mit zweifelloser Sicherheit feststellen können.

---

[1] Dr. E. Brückner, Die schweizerische Landschaft einst und jetzt.

Die eben erwähnte Eiserosion führt uns zur Besprechung der *Gletscherablagerungen*. Man nennt den vom Gletscher transportierten Gesteinsschutt *Moräne* und die im Bette des Eisstromes entstehenden Terrainformen *Moränenlandschaft*. Eine solche kann bestehen aus *Grundmoränen* und *Obermoränen*, je nachdem der Transport der Gesteinstrümmer innerhalb und an der Basis des Eises oder auf dessen Oberfläche stattfand.

Die Mächtigkeit der *Grundmoräne* kann unter Umständen ganz beträchtlich sein. Dies kommt davon her, daß die Eismassen auch innerlich ein bedeutendes Quantum Gesteinsschutt führen, von welchem ein großer Teil von Obermoränen herrührt, indem Trümmer derselben durch die Spalten und Mechanik des Eises ins Innere des Gletschers gelangen. So kommt lateraler und dorsaler Schutt in die Tiefe, und viele Geologen halten es für wahrscheinlich, daß der Hauptgesteinstransport der diluvialen Gletscher nicht auf dem Rücken derselben, sondern unter deren Sohle durch die Grundmoräne geschah.

Das Material der Grundmoräne weist eine große Verschiedenheit in Form und Größe der Bestandteile auf. Es zeigt sich eben hier die gleiche Erscheinung wie bei einem Flusse, wo die Größe der Geschiebe abhängt von der Länge des zurückgelegten Weges. Allerdings darf ein Unterschied zwischen einer Fluß- und einer Gletscherablagerung nicht übersehen werden. Während bei einem Flusse eine Ausschlämmung der Schleif- und Schlammprodukte stattfindet, sind diese beim Gletscher zwischen den Geschieben noch vorhanden als Lehm und Mergel. So erscheint die Grundmoräne bald als fast *reiner plastischer Thon* (z. B. bei Bischofszell) mit wenigen Geschieben und in unserem Gebiete meist auch von geringer Mächtigkeit, bald als betonartiger ungeschichteter *Geschiebemergel* mit zahlreichen, durchschnittlich 5 bis 30 cm großen gekritzten Geschieben, oder als *Blocklehm* mit Blöcken von 0,5 bis mehr als 1 m Durchmesser (an der Bahn zwischen Romanshorn und Amrisweil). Ein Merkmal kommt allen Geschieben der Grundmoräne zu: sie sind stets kantenbestoßen oder allseitig gerundet und in allen Fällen geschrammt oder geritzt.

Die *Obermoränen* zerfallen in Seitenmoränen und Endmoränen. Während sich die Seitenmoränen in Form von langgestreckten Wällen auf beiden Seiten eines Gletschers hin-

ziehen, erstrecken sich die Endmoränen wallförmig quer durch das Thal und entstehen da, wo das Gletscherende längere Zeit stationär bleibt. Durchqueren mehrere konzentrische Bogen das Thal, so haben wir einen Beweis dafür, daß der Gletscher zu verschiedener Zeit eine verschiedene Ausdehnung besaß.

Die Frage nach der *Entstehung* dieser Moränen ist nicht schwierig zu beantworten. Durch Verwitterung und namentlich durch Frost löst sich von den Gehängen herunter eine große Menge von Schutt. Fällt dieser auf festen Boden, so bleibt er liegen und bildet einen Schuttkegel; fällt er aber auf Eis, so wird der Schutthaufen durch die Bewegung des Eises zu einem Walle ausgezogen. Die Trümmer werden auf dem Eise wie auf einem Schlitten fortgefürt, und da, wo der Eisstrom sein Ende erreicht, bleibt schließlich alles liegen und häuft sich zur Endmoräne an. Weil nun auf dem Eise sich grobes und feines Material gleich schnell bewegt, so treffen wir in den Moränenwällen dieses Material ohne jegliche Schichtung in ausgezeichneter Schutthaldenstruktur. Infolge des Transportes *auf* dem Eise sind die Geschiebe eckig und ungeschrammt; selten findet man einseitig entwickelte Ritzen. Am Ende eines Gletschers mengt sich das Grundmoränenmaterial mit demjenigen der Obermoränen, so daß dort eckiges, ungeschrammtes, und gerundetes, geschrammtes Geschiebe zusammenkommt. Bezüglich des petrographischen Charakters muß noch hervorgehoben werden, daß eine Gesteinsart, die auf der linken Seite des Thales ansteht, jeweilen auch nur in der entsprechenden linken Seitenmoräne zu finden ist; der Gletscher sondert demnach in den Wallmoränen das Gesteinsmaterial *nach der Herkunft.*

Die Moränen sind direkte Ablagerungen des Gletschers; die Thätigkeit desselben hört an seinem Ende auf. Doch spricht man auch noch von *fluvioglacialen Bildungen* oder *Glacialschottern,* die so genannt werden, weil sie teils durch den Gletscher, teils durch das fließende Wasser erzeugt worden sind. Gewöhnlich versteht man unter Schottern im allgemeinen geschichtete Sand- und Kiesablagerungen, wie sie von fließenden Gewässern gebildet werden. Die Glacialschotter entstehen durch das Schmelzwasser des Gletschers, indem der *Gletscherbach* nicht nur den ihn milchig färbenden feinen Schlamm der

Grundmoräne fortführt, sondern je nach seiner Stärke auch größere Geschiebe. Durch den Transport werden die Gerölle selbstredend auch mehr oder weniger gerundet, die Schrammen zerstört und bei zähen homogenen Gesteinen bilden sich die kreisförmigen *Schlagfiguren*. Die Gletscherbäche lagern das Geschiebe da ab, wo das Gefäll kleiner wird. Meistens ist dies schon in nächster Nähe der Endmoräne der Fall, weshalb man in der Regel unterhalb der Endmoräne einen aus Glacialschottern aufgebauten flachen Thalboden findet, den *Gletscherboden* (zwischen Münchwilen und Wil).

## II. Die Eiszeiten.

In einer interessanten biologischen Skizze weist F. A. Forel[1] nach, daß vor Venetz und Charpentier, die bis anhin die Begründer der Theorie von der einstigen weiten Verbreitung der Gletscher galten, ein einfacher intelligenter Bergbewohner und leidenschaftlicher Gemsjäger aus Lourtier im Bagnes-Thale, namens Jean Pierre Perraudin, auf Grund fortgesetzter Beobachtungen der Gletscher seiner nächsten Heimat wiederholt der festen Ueberzeugung Ausdruck gegeben habe, die Gletscher hätten früher eine viel weitere Ausdehnung gehabt. Charpentier selbst erzählt, daß er 1815 zum ersten Male von diesem Perraudin, den er in Lourtier kennen gelernt hatte, die Ansicht verteidigen hörte, daß der Gletscher einst das ganze Thal ausgefüllt haben müsse, da nur ein Gletscher die großen Felsblöcke, die im Thal zerstreut sind, aus ihren Stammorten herbeigeführt haben könne. Ferner hat Forel eine Notiz dieses Perraudin, wahrscheinlich aus dem Jahre 1818/19, aufgefunden, in welcher er die Glättung und Ritzung der Felsen als eine Wirkung der Gletscher und somit als einen Beweis für ihre frühere weite Ausdehnung erklärt. Da Venetz und Charpentier erst 15 bis 20 Jahre später ihre Theorien entwickelt haben, Charpentier selbst die Priorität dem Perraudin zuerkennt, und Venetz in der Zeit, wo Perraudin seine Notiz über die geritzten Felsen niederschrieb, noch nicht an eine Ausdehnung der Gletscher geglaubt hat, so scheint in der That jenem einfachen Landmanne und Gemsjäger die Priorität

[1] Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. 1899, Vol. XXXV, Nr. 132.

für die Lehre von der einstigen weiten Verbreitung der Alpengletscher zu gebühren.

A. Escher v. d. Linth zeigte dann an Hand der geologischen Verhältnisse in den Kohlengruben von Wetzikon und Dürnten, daß es zwei Eiszeiten gegeben haben müsse, und in neuerer Zeit haben Penck, Du Pasquier und Brückner eine dreifache Eisbedeckung des Alpenvorlandes nachgewiesen. Wenn nun auch Nachrichten von dem Nachweise einer noch größeren Zahl von Eiszeiten — fünf — auftauchen, so soll in unseren Erörterungen einstweilen von drei Eiszeiten, für deren Existenz wir in unserem Kanton sichere Belege haben, die Rede sein. Welches sind nun die Beweise früherer allgemeiner Vergletscherung unseres Landes? Wir nennen folgende Erscheinungen: die Glacialschotter, die Drumlins- und Moränenlandschaften, die erratischen Blöcke, sowie die alten Gletscherschliffe; ferner die für unser Gebiet nur Belege von untergeordneter Natur liefernden Riesentöpfe, und endlich die Flora und Fauna der Eiszeit.

### a. Die Glacialschotter.

Wir haben bereits darauf hingewiesen, daß die Gletscherbäche, die bei größeren Gletschern zu ordentlichen Flüssen anwachsen können, die nächstfolgenden Thalstücke mit Geschiebe ausfüllen; das sind die *Glacialschotter*. In der Nordschweiz ist eine Auffüllung der Thäler mit Kies allgemein bis auf eine Höhe von 30 m konstatiert. Diese unsere Flüsse in genannter Höhe begleitenden Kiesmassen sind Produkte der letzten Eiszeit. Nachdem nämlich die Gletscher abgeschmolzen waren, transportierten jene Flüsse nicht mehr so viel Geschiebe; dadurch erhielten sie neue Stoßkraft und schnitten sich in diese Kiesauffüllungen ein. Die nun naturgemäß bald rechts, bald links stehen bleibenden Reste dieser Kiesmassen bilden Terrassen, die man die *Niederterrassenschotter* nennt. Auf dieser Terrasse der dritten Eiszeit liegt z. B. das Dorf Wettingen, die Stadt Baden, das Kloster Königsfelden u. a. O. In unserem Gebiete finden sich solche zwischen Wil und Rickenbach, fluvioglaciale Kiesgruben bei Eschlikon und Aadorf. Aus dem Gesagten läßt sich ersehen, daß eine Eiszeit *außerhalb* des vergletscherten Gebietes charakterisiert ist durch *Akkumulation* von *Schottern*, eine *eisfreie* Zeit aber durch *Erosion*.

Man hat nun in Thälern der Nordschweiz außer dem Niederterrassenschotter einen anderen Schotter gefunden, dessen Entstehung in eine ältere Zeit fällt als diejenige des Niederterrassenschotters. Es muß demnach der dritten Eiszeit eine zweite vorangegangen sein, in welcher der zweite Glacialschotter abgelagert wurde; darauf folgte dann eine zweite Interglacialzeit, während welcher die Erosion die Thäler bedeutend vertiefte. Die damalige Ausfüllung der Thäler mit Glacialschotter erreichte eine Höhe von zirka 100 m, und nach der nun folgenden Erosion blieben wieder Reste von diesen Schottern stehen, welche man wegen ihrer Lage *Hochterrassenschotter* und die Terrassen selbst *Hochterrassen* nennt.

Bei diesen Terrassen beobachtet man die gleiche Erscheinung wie bei den gleichaltrigen Moränen. Die Hochterrassenschotter sind von einer bedeutenden und vorwiegend lehmigen Verwitterungsschicht bedeckt, was bei den Niederterrassenschottern nicht der Fall ist.

Die beiden genannten Vergletscherungen waren schon längst bekannt, als A. Penck im bayrischen Vorlande Spuren einer noch älteren Eiszeit vorfand. Bald hernach wiesen L. Du Pasquier und E. Brückner nach, daß auch im schweizerischen Alpenlande eine dreimalige Vereisung stattgefunden habe. Es wurde nämlich höher als der Hochterrassenschotter ein anderer Schotter, den man *Deckenschotter* (früher *löcherige Nagelfluh)* nennt, gefunden, und zwar ohne Ausnahme auf den plateauartigen Rücken der Molasseberge, so für den Rheingletscher auf dem Kohlfirst 550 m, der Hochfluh 510 m, dem Gaisberge bei Schaffhausen 510 m, auf dem Buchberge bei Thaingen 540 m, auf dem Stammheimerberg 620 m, auf dem Hohenklingen 600 m, auf dem Schienerberg 700 m, auf dem Hohlenstein bei Bischofszell 600 m u. s. w. Gewöhnlich sind die Deckenschotter fest miteinander verbunden, was dadurch zu stande kommt, daß die Sickerwasser kohlensauren Kalk auflösen und denselben an den Berührungsstellen der Gerölle wieder absetzen. Diese Sickerwasser aber greifen einzelne Kalkgerölle selbst an, wodurch dieselbe eine rauhe, zerfressene Oberfläche bekommen. Vollzieht sich nun dieser Prozeß längere Zeit, so kann es vorkommen, daß entweder das Innere des Gerölles weggeführt wird, wodurch ein *hohles* Geschiebe entsteht, oder daß sogar das ganze Geschiebe durch Lösung

verschwindet, wodurch sich ein Hohlraum bildet. Alle diese Erscheinungen: die angefressenen, hohlen oder ganz verschwundenen Geschiebe sind es, die dem Deckenschotter früher den Namen „löcherige Nagelfluh“ eingetragen haben.

Der Deckenschotter oder die *diluviale* Nagelfluh darf nicht verwechselt werden mit der früher erwähnten *miocänen* (bunten) Nagelfluh. Außer in der Verkittung liegt der Unterschied auch in der Zusammensetzung. Der Deckenschotter enthält allerdings ungefähr zu $^3/_4$ Gerölle, welche auch in der miocänen Nagelfluh vorkommen; der Rest aber besteht aus alpinen Geröllen: Graniten, Gneißen, Sernifiten und schwarzem Hochgebirgskalk, welche der miocänen Nagelfluh fehlen.

Somit liefern die Glacialschotter deutliche Beweise für die riesige Vergletscherung unseres Landes. Es gibt Gegenden, wo wir die Schottermassen der drei Eiszeiten nahe beieinander studieren können, wo wir auf „klassischem Boden“ stehen, wie das z. B. in der Umgebung von Zürich der Fall ist. Wie steht es nun in dieser Beziehung im Kanton Thurgau? Auch wir besitzen eine klassische Stätte, wo die drei genannten verschiedenaltrigen diluvialen Ablagerungen vertreten sind; es ist die *Umgebung* von *Bischofszell*. Dort finden wir nämlich den Deckenschotter vom Hohlenstein, den Hochterrassenschotter am Bischofsberg und die überall zerstreuten Ablagerungen der dritten Eiszeit.

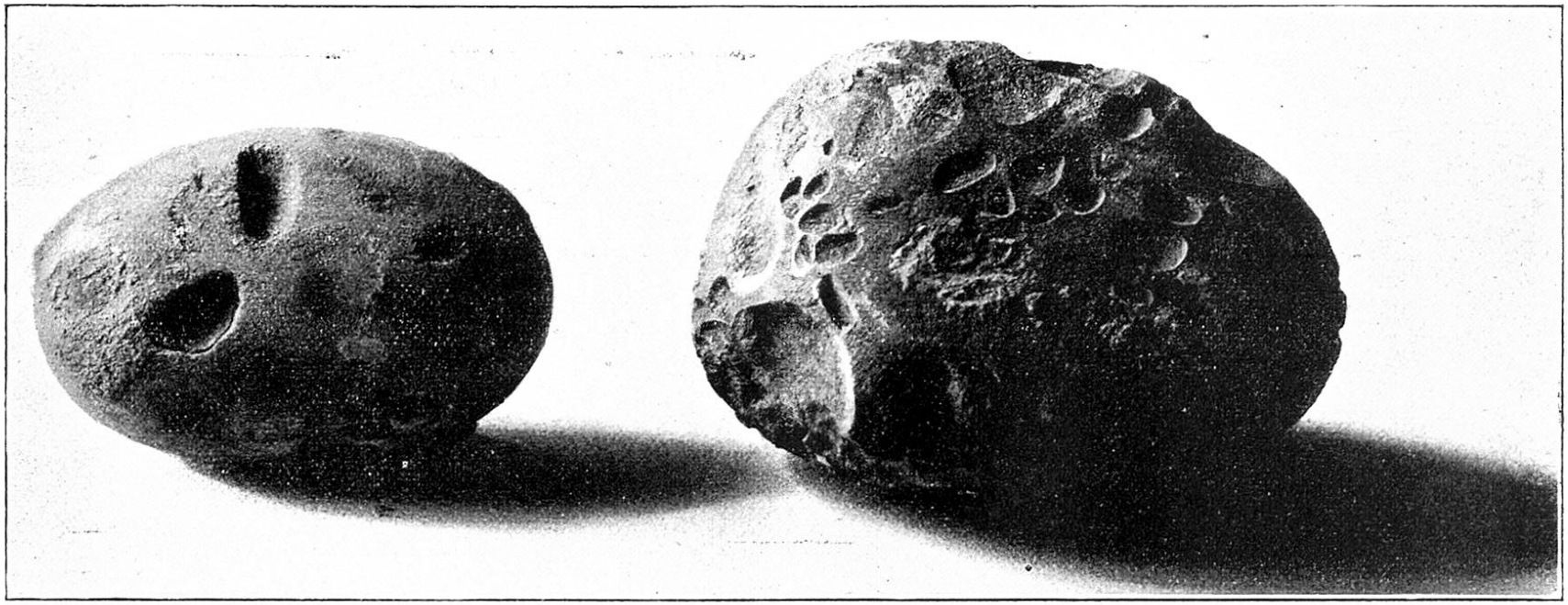
Die *Nagelfluh* von *Hohlenstein* am rechten Ufer der Sitter entspricht dem *Deckenschotter* anderer Gebiete. Sie bildet einen west-östlich streichenden, nach Süden mit senkrechten Felswänden abstürzenden 1,2 km langen Bergrücken. Das Material ist wesentlich zusammengesetzt aus umgelagerten Geröllen, der subalpinen Nagelfluh, welche hie und da Spuren ihrer früheren Eindrücke aufweisen. Der Rest der Gerölle entstammt der Mehrzahl nach der subalpinen Molasse, eine kleine Zahl dem alpinen Kalkgebirge. Die krystallinen alpinen Gesteine sind nur vertreten durch vereinzelte zersetzte Hornblendeschiefer (Amphibolite). Letztere sind erratisch und finden sich niemals in der subalpinen Nagelfluh, wohl aber in den übrigen glacialen Ablagerungen, besonders in den jungen Moränen und Schottern. Die Molassegerölle erreichen oft eine bedeutende Größe; große Quarzite aber fehlen ganz. Auffällig ist ferner, daß das sandige, meist grobkörnige Bindemittel sehr reichlich

vorhanden ist und oft zu festem Sandstein verkittete Bänke bildet, die deutlich 5 bis 10° nördlich einfallen, während die liegenden tertiären Schichten horizontale Lage haben. Wiewohl die gegenseitige Lagerung der Gerölle als eine verworrene bezeichnet werden muß, so deuten größere flache Geschiebe deutlich auf eine nordöstliche, gegen den Bodensee gerichtete Strömung hin. Die ganze Ablagerung erreicht eine Mächtigkeit von 50 m; abgelöste größere Blöcke liegen tiefer am Gehänge. Das Material kann auch als Baustein verwendet werden, wie solches bei der Fabrik im Brühl bei Bischofszell der Fall ist.

Die Ablagerungen auf dem *Bischofsberg* und dessen Umgebung (Rässenberg, Störshirten, Birenstiel) sind von der vorigen durch das Thal der Sitter getrennt. Die Gerölle sind teilweise lose, teilweise fest verkittet und deren Zusammensetzung ähnlich derjenigen von Hohlenstein; immerhin *fehlen* die großen *Molassegeschiebe.* Ferner sind die alpinen krystallinen Geschiebe viel zahlreicher; neben den Hornblendeschiefern bemerkt man auch massige Diorite. Das Bindemittel ist sandig-lehmig und bildet hie und da regelmäßig verlaufende dünne Schichten, die aber nie zu festem Sandstein verkittet sind. Die gegenseitige Lagerung der einzelnen Gerölle ist oft eine unregelmäßig wirre; immerhin kann man an einzelnen Stellen eine deutliche von Südosten nach Nordwesten gerichtete Strömung erkennen. Das obere Niveau der Geröllmasse beträgt am Bichofsberg 615 m; in der Umgebung finden sich einzelne Stücke dieser Nagelfluh als erratische Blöcke in den Moränen (bei der Burgruine Last).

Als Repräsentant der dritten Eiszeit ist zu bezeichnen das mächtige *Grundmoränenmaterial,* welches die beiden genannten Ablagerungen, sowie die ganze Landschaft bedeckt (die Drumlins); dann kommen auch vereinzelte *Blöcke* und verschwemmter, sandig-kiesiger *Moränenschutt* vor. Die Gesteinsarten charakterisieren die jüngsten glacialen Ablagerungen des ehemaligen Rheingletschergebietes der Ostschweiz. Wir finden da in großer Menge ganz frische Amphibolite, ferner grüne Verrucano (Vorderrheinthal, Ilanz), rote Verrucano (Graub.), Albula-Juliergranite, grüne sericitisch-chloritische Gneiße (Rofnagneiße und Adulagneiße) und polygene Konglomerate der Bündnerschiefer neben einer großen Anzahl alpiner Kalk- und Nagelfluhgeschiebe.

Tafel I.



Phot. Henny Ammann, Kreuzlingen.

**Gerölle aus der miocänen Nagelfluh mit „Eindrücken“.**

| | Material. | Bindemittel. | Gegenseitige Lagerung der Gerölle. Strömungsrichtung. |
|---|---|---|---|
| Nagelfluh von Hohlenstein. | Dreiviertel d. Gerölle a. d. miocänen N'fluh.[1] Rest entstammt der Mehrzahl nach d. Sandstein d. subalpinen Molasse, wenige d. alpinen Kalkgbge. Die krystallin. alp. Geschiebe sind nur v'treten durch vereinzelte *zersetzte* Amphibolite. | S'dig, meist grobkörnig, sehr reichlich, oft zu festem S'stein verkittete Bänke bildend mit deutlich. nördlich. Einfallen von 5 bis 10°. | Verworren, größ. flache Geschiebe deut. auf eine Strömung gegen Nordosten. |
| Ablagerung a. d. Bischofsberg. | Die großen Molassegeschiebe *fehlen*, die k'stallinen alpinen Geschiebe sind *zahlreicher*, neb. Amphiboliten auch massige Diorite. | Gerölle teils lose, teils fest verkittet, in letzterem Falle ist das Bindemittel sandig-lehmig, hin u. wieder unregelmäßig verlaufende dünne Schichten bildend, die nie zu festem S'stein verkittet sind. | Oft unregelmäß., wirr, lassen stellenweise eine deutliche, von Südosten nach N'westen gerichtete Strömung erkennen. |
| Ablagerungen in d. Umgebg. | Alpine krystall. Gerölle in großer Menge, d. jüngsten Ablagerungen des Rheingletschers charakterisierend. Reichlich v'treten ganz *frische* Amphibolite. | | Teils wie gewöhnlich bei Grundmoränen, teils vereinzelte Blöcke oder verschwemmter s'dig-kiesiger Moränenschutt. |

[1] Die miocäne Nagelfluh, sowie auch Konglomerate älterer Formationen enthalten Geschiebe mit den schon erwähnten deutlichen „Eindrücken." (Siehe Tafel I.) Diese sind durch Lösung des Gesteins mit Kohlensäure unter Druck entstanden. Die Gerölle des Deckenschotters, welche der miocänen Nagelfluh entstammen, zeigen entweder keine, oder nur Spuren früherer Eindrücke.

Behufs genauer Orientierung stellen wir diese drei glacialen Ablagerungen bei Bischofszell noch einmal vergleichend einander gegenüber. — Es ist einleuchtend, daß die verschiedenartige Zusammensetzung, der nicht gleiche Aufbau, sowie die verschiedene Lage der Gerölle völlige Berechtigung geben, diese Ablagerungen zu trennen und die an krystallinen alpinen Geschieben ärmste, an Molasse- und Nagelfluhgeröllen reichste als älteste Bildung zu betrachten. Es mag allerdings auffallen, daß der Deckenschotter von Hohlenstein, der auf tief erodierter Molasse liegt, und der Hochterrassenschotter am Bischofsberg zu beiden Seiten der Sitter zufällig in gleicher Höhe liegen; diese Erscheinung läßt sich aber erklären, wenn man die erodierende Thätigkeit der fließenden Gewässer in der Zeit vor der Ablagerung des Deckenschotters und vor der zweiten Glacialzeit in Betracht zieht.

Nach seinen neuesten Untersuchungen kommt Gutzwiller (Eclog. Geol. Helv., Vol. VI, Nr. 4) hinsichtlich des Deckenschotters von Hohlenstein zu einer etwas abweichenden Ansicht.

Er unterwarf die diluvialen Schotter vom Tannenberg und diejenigen von Bischofszell einer nochmaligen Besichtigung und insbesondere einer Vergleichung. Das Resultat der Forschungen ergibt nun, daß wir auch auf unserem benachbarten Tannenberg die Ablagerungen aus drei verschiedenen Eiszeiten nachweisen können, „nämlich den deutlich fluviatilen Deckenschotter der ersten Eiszeit (vielleicht von Grundmoräne unterlagert) unmittelbar der obern Süßwassermolasse aufliegend, dann Moränenschutt (an andern Stellen wohl auch Schotter) der vorletzten Eiszeit, den Deckenschotter überlagernd, und endlich Grundmoräne letzter Eiszeit.“ Der Deckenschotter des Tannenbergs gehört mit demjenigen des Uetlibergs (873 m) zu den höchst gelegenen glacialen Schottern des alpinen Vorlandes, und er ist von allen Deckenschottern des Rheingletschergebietes der dem Alpengebirge am nächsten gelegene.

Bei der Vergleichung des Deckenschotters vom Tannenberg mit demjenigen von Hohlenstein ist auffallend, daß der obere Teil des ersteren auf 860 m, der des letzteren auf 600 m gelegen ist, was auf eine Entfernung von nur 8 km eine Höhendifferenz von 260 m ausmacht; ja, der Deckenschotter von Hohlenstein liegt nicht höher als derjenige vom Kohlfirst in zirka 50 km größerer Entfernung. Die tiefe Lage

dieser Ablagerung bei Hohlenstein veranlaßt uns zur Frage, ob wir hier wirklich Deckenschotter vor uns haben. Der genannte Forscher äußert sich nun in dieser Beziehung folgendermaßen:

„An ein nachträgliches Einsinken, wie dies für die Deckenschotter am Zürichsee angenommen wird, ist hier nicht zu denken. Die diluviale Nagelfluh von Hohlenstein liegt auf tief erodierter oberer Süßwassermolasse, die hier nur noch schwach (1 bis 2°) nordwestlich einfällt; die Gerölle sind auffallend fest verkittet; große blockartige Stücke, wesentlich aus Molassesandstein bestehend, sind nicht selten; die ganze Ablagerung zeigt Deltastruktur, d. h. feste Sandsteinbänke mit Geröllschichten wechselnd, die im allgemeinen 5 bis 10° nördlich einfallen, und ebenso weisen auch die Gerölle, sofern es überhaupt deutlich wahrnehmbar ist, auf eine ehemalige Strömung, die nördlich bis nordöstlich und nicht nordwestlich gerichtet war. Man erhält den Eindruck, als hätte ein fließendes Wasser in der Richtung des heutigen Thurlaufes zwischen Wyl und Bischofszell die Geröllmasse abgelagert. . . .“

Infolge ihrer Lage läßt sich die Ablagerung von Hohlenstein nicht identifizieren mit derjenigen vom Tannenberg, und „man wird gezwungen, dieselbe als eine Bildung anzusehen, deren Alter zwischen dasjenige des Deckenschotters und des Hochterrassenschotters, d. h. zwischen die erste und die vorletzte Eiszeit fällt.“

Somit hätten wir auf dem Tannenberg und bei Hohlenstein zwei Deckenschotter, die hinsichtlich ihrer Lage und ihres Alters nicht übereinstimmen; es sind ähnliche Verhältnisse auch an anderen Stellen der Nordschweiz nachgewiesen.

Werfen wir nun einen Blick auf die wechselvollen Schicksale, welche unser Kanton seit der miocänen Zeit erlebt hat und zu deren Kenntnis die Glacialschotter Wesentliches beigetragen haben, so ergibt sich folgendes:

Am Ende der Miocänzeit bildete das schweizerische Mittelland überhaupt ein sanft nach Norden geneigtes Plateau. Durch die Hebung der Alpen im Süden wurde ein Teil der Molasse disloziert, diejenige unseres Kantons blieb im allgemeinen horizontal. Durch diese Dislokation am Südrande wurden aber Niveauunterschiede hervorgerufen, was natürlich ein Abfließen des Wassers von höher zu tiefer gelegenen Punkten zur Folge haben mußte. Damit aber begann auch

die thaleinschneidende Thätigkeit des fließenden Wassers, die Erosion, welche infolge der Weichheit des Materials eine sehr ausgiebige gewesen sein muß, so daß schon vor der ältesten Eiszeit unser Land von Thälern durchfurcht war. Wie nun diese jetzt noch in der Bewegung des plastischen, langsam abwärts fließenden Eises richtungsbestimmend eingreifen, so war es auch zur ersten Eiszeit der Fall. Die Eisströme lagerten auf diesen alten Thalböden die erwähnten glacialen Schottermassen ab, und durch solche Zeugen sind die Geologen in die Lage versetzt, die Richtung alter Flußläufe zu bestimmen. In dieser Beziehung bietet unser Kanton interessante Thatsachen. Die höchstgelegenen Thalböden lagen 550 bis 650 m über Meer. Wir finden Beweise für die Existenz derselben an verschiedenen Orten, so daß wir mit Bestimmtheit annehmen dürfen, daß sich der Rhein in der Præglacialzeit nach seinem Austritte aus dem Gebirge in drei Arme geteilt hat, von denen der eine, der südliche, seinen Lauf von Rorschach über Mörschwil, Wittenbach, Waldkirch, Niederhelfenschwil einschlug und die jetzige Südgrenze unseres Kantons bestrichen hat. Ein zweiter Arm, der mittlere, ging in annähernd gleicher Höhe von der Romanshorner Gegend aus zwischen dem Otten- und Braunauerberg hindurch, teilte sich in zwei Teile, von denen der linke seinen Weg durch das jetzige Lauchethal zwischen dem Braunauer- und Immenberg hindurch einschlug, während der rechte zwischen Immenberg und Seerücken in den untern Thurgau führte. Der dritte, ~~südliche~~ Arm endlich erstreckte sich vom Bodensee aus in das Gebiet des jetzigen Untersees.

Nun kam die erste Vergletscherung unseres Landes. Vom Bodensee her überfluteten drei Eisströme die Thalböden des thurgauischen Hochplateaus in einer Höhe von 550 bis 650 m. Wo tiefer gelegene Stellen vorhanden waren, standen die Hauptströme miteinander in Verbindung; so der südliche in der Gegend von Neukirch a. d. Th., Affeltrangen und Märwil mit dem mittleren; dieser in der Richtung Hugelshofen-Altishausen mit dem nördlichen, und endlich alle drei untereinander in den tiefer gelegenen Teilen der Kantone Thurgau und Zürich; die höher gelegenen Bergrücken aber, wie der Braunauerberg, der Ottenberg und der Seerücken, ragten inselartig aus dem Eismeere empor.

In der nun folgenden Interglacialzeit setzte die Erosion ihr Werk fort und schuf Thalböden, die in einer Höhe von 500 bis 550 m über Meer liegen. Solche sind nachgewiesen bei Berg, Hagenwil, Bleicken, Märwil, Oppikon, Leutmerken, Haarenwilen und in der Gegend der Bommer Weiher. Die erodierende Thätigkeit der Gewässer wurde wieder unterbrochen durch eine zweite abermalige Vergletscherung, in welcher die Gletscher die größte Ausdehnung und die größte Höhe erreichten. Sie folgten auch diesmal in der Hauptsache den großen Thälern und bildeten gewaltige Schottermassen.

Die zweite Interglacialzeit ist wieder eine Zeit der Erosion; die Flußsohlen in den Hauptläufen wurden weiter vertieft. In den vorhin erwähnten Verbindungsstücken der drei Rheinarme bildeten sich Wasserscheiden aus, wie solche in den Gegenden der Bommer Weiher und Märwil heute noch zu sehen sind, und die Läufe des Kemmenbaches und des Thunbaches entwickelten sich immer mehr. Aus der zweiten Interglacialzeit finden wir keine Belege für die Existenz eines südlichen Rheinarmes, sondern nur für diejenige eines mittleren und nördlichen, von welchen der erstere vom Bodensee über Amriswil, Erlen, Bürglen, Weinfelden, Frauenfeld gegen Andelfingen floß.

Nun erfolgte zum dritten Mal eine Eisflut von den Alpen her; sie war aber wesentlich kleiner als die vorige; es reichte der Rheingletscher z. B. nur bis Schaffhausen. — Wir haben oben schon angedeutet, daß die Annahmen der Geologen in der Zahl der Eiszeiten zur Zeit noch auseinandergehen. Beweise für mehr als drei Eiszeiten sind in unserem Kanton bis anhin noch nicht erbracht worden. Aber soviel ist festgestellt, daß *vor* der letzten Eiszeit — sei es nun vor unserer dritten oder einer noch nachzuweisenden vierten oder fünften — in unserem Kanton große Terrainänderungen eingetreten sind. So hatte der nördliche Rheinarm durch energische Erosion im Unterseegebiet sein Bett vertieft, der Bodenseespiegel senkte sich infolge dessen bedeutend, seine Ufer zogen sich zurück und damit verließ auch der mittlere Rheinarm sein Wirkungsfeld. Aber nicht lange blieb sein Bett leer, indem dasselbe von der Thur erobert wurde, von welchem Ereignis jedoch im nächsten Abschnitte die Rede sein wird.

Als eine besonders interessante Bildung der Diluvialzeit haben wir noch den *Löß* zu erwähnen. Es ist dies ein licht-

grau bis bräunlich und ockergelb gefärbter kalkhaltiger Lehm, der meist keine Schichtung zeigt und große Neigung zu vertikaler Zerklüftung und Bildung senkrechter Wände hat. Er ist mürbe zerreiblich, mehlig abfärbend und besteht zum größten Teile (etwa 50 %) aus äußerst winzigen Quarzkörnchen, welchen noch feine Glimmerblättchen, Feldspat etc. beigemengt sind. Häufig schließt der Löß Mergelkonkretionen von unregelmäßiger Gestalt *(Lößkindel,* Lößmännchen, Lößpuppen), außerdem Knochen von Säugetieren und Gehäuse von Landschnecken (Helix hispida, Pupa muscorum, Succinea oblonga u. a.) ein. Eine große Verbreitung hat der Löß in verschiedenen Gegenden Deutschlands und dann namentlich in den innerasiatischen Gebieten, in der Mongolei, in Tibet und ganz besonders in China, wo er als die gelbe Erde der Chinesen, welche dem „gelben Meer“ und dem „gelben Fluß“ den Namen gegeben hat, eine Mächtigkeit bis zu 600 m erreicht.

In der Schweiz hat man den Löß ebenfalls nachgewiesen, so z. B. bei Wartau im Rheinthal und in der Umgebung von Basel an verschiedenen Stellen. Der Befund an letzteren Orten zeigt, daß sich der Löß und der aus demselben infolge Entkalkung hervorgegangene Lehm (Lößlehm) stets nur auf Bildungen findet, die *älter* sind als die Schotter der *Niederterrasse.* Lößkindchen, Kalk- oder Wurzelröhrchen (röhrenförmige Abdrücke der Wurzeln aller durch den mehligen Boden erstickten Generationen der Steppengräser), sowie die Schnecken resp. Fossilien können nur in unentkalktem Löß und nicht im Lehm nachgewiesen werden.

Bezüglich der *Entstehung* des Lößes existieren hauptsächlich zwei Ansichten. Nach der einen, Hauptvertreter F. v. Richthofen, ist der Löß eine *äolische* Bildung. Nach dieser Hypothese führten heftige Winde die Verwitterungsprodukte der Gesteine in kontinentale Steppengegenden und erzeugten so Ablagerungen, ähnlich denjenigen, welche sich noch heute in den Steppen Centralasiens unter dem Einfluß der dort häufigen Staubwinde bilden. Nach der anderen, der *fluviatilen,* glacialen oder fluvioglacialen Bildung, ist der Löß ein Absatz der Flüsse oder von Schmelzwassern der Gletscher.

### b. Drumlins- und Moränenlandschaften.

(Siehe Kärtchen.)

Während im letzten Abschnitt die glacialen Schotter Veranlassung gaben, in kurzen Zügen die Vorgänge zu erwähnen, die sich in unserem Kanton seit der Miocänzeit abspielten, werden wir in diesem, sowie im dritten und vierten Abschnitte vornehmlich von dem schweizerischen Gebiete des *letzten* Rheingletschers sprechen, dessen Material die allgemeine Bedeckung unseres Bodens bildet.

Jeder aufmerksame Wanderer wird in gewissen sonst flachen Gebieten unseres Kantons eigentümliche, linsenförmige Hügel beobachtet haben, auf denen teilweise in freundlicher Lage Ortschaften liegen, wie z. B. Uerenbohl, Engwang, Bommen, St. Pelagi u. a. Diese Hügel kommen gewöhnlich nicht vereinzelt, sondern in größerer Zahl beieinander vor; man nennt ein solches Vorkommen eine *Drumlinslandschaft*. Ein einzelnes Individuum heißt man „*Drum*", welche Bezeichnung keltisch-irischen Ursprungs ist und auf Deutsch Rücken (rückenartig) bedeutet. Der Diminutiv „*Drumlin*" fand schon 1866 Verwendung für bestimmte Aufschüttungen durch diluviale Gletscher in Irland und hat seither durch die schottischen und amerikanischen Geologen und Geographen allgemeine Anwendung gefunden.

Die Drumlins, welche aus Grundmoränenmaterial bestehende linsenförmige Hügel, selten Rundlinge repräsentieren, weisen zweierlei Achsen auf: eine Längsachse und eine Querachse, deren Verhältnis etwa 2,5 : 1 beträgt. Sie erreichen durchschnittlich eine Länge von 1 km und eine Höhe von selten mehr als 30 m. In allen Gebieten kommen auch asymmetrische Drums vor, bei welchen das eine Ende steil ist, während die andere Seite sanfter abfällt. Auffallend ist, daß die Zwischenräume zwischen den einzelnen Hügeln oft mit Mooren oder kleinen Seen erfüllt sind (siehe Verzeichnis der thurgauischen Moore, S. 88/89). Man kennt bis jetzt nur Drumlins *innerhalb* der *Endmoränen* der *letzten* Eiszeit.

Bezüglich der Ursachen der Entstehung dieser Drumlins herrscht noch manches Dunkel. Darin gehen die Geologen einig, daß die Entstehung der Drumlins wesentlich auf die Mechanik des Diluvialeises zurückzuführen ist. Von den verschiedenen Theorien wollen wir nur eine erwähnen, nämlich

diejenige, welche die Bildung der Drumlins mit derjenigen der Sandbänke in Flüssen vergleicht.

Bei Niederwasser entstehen in geschiebereichen Flüssen Kiesbänke. Dies kommt gewöhnlich dadurch zu stande, daß der im Abnehmen begriffene Fluß an irgend einem Punkt auf ein Hindernis stößt (großer Block), so daß ein Stoßschatten entsteht. In diesem häufen sich andere kleinere Geschiebe an, und die Kiesbank wächst rasch flußaufwärts. So ist das Eis eine, wenn auch nur langsam fließende Masse, bei welcher alles, was für irgend eine Stelle die Stoßkraft verkleinert, zur Ablagerung des Geschiebes beiträgt. Solche das Fortfließen des Eises verlangsamende Ursachen sind: Abnahme des Gefälles, Verbreiterung des Gletscherbettes, Abnahme der Dicke durch Abschmelzen, Lockerung der Kontinuität bei schwachem Gefälle. Wir beobachten nun in der That, daß die Drumlinslandschaften übereinstimmend auf sehr schwach thalabwärts geneigten Ebenen oder in ansteigendem Terrain auftreten, wie dies sehr schön in der Umgebung des Bodensees der Fall ist (siehe Karte). Wie sich nun die Kiesbänke um ein Hindernis ablagern, so mögen sich oft Drumlins um Felsreste gebildet haben, die allmählig deren Kern geworden sind. Die den Endmoränen zuschauenden, sanfter abfallenden Enden gleichen dem unteren Teile der Kiesbank, während die steilere Seite dem entsprechenden Ende der Geschiebebänke entspricht. Ferner sei noch das den Kiesbänken und Drumlins Gemeinsame erwähnt, daß ihre Größe und Masse in umgekehrtem Verhältnis steht zur Zahl und gegenseitigen Entfernung der Individuen.

Von großer Wichtigkeit ist nun das, daß die Individuen einer Drumlinslandschaft nicht, wie der Beobachter gewöhnlich meint, unregelmäßig zerstreut herumliegen, sondern mit ihren Längsachsen die Richtung des Eisstromes angeben. Auf diese Weise bilden sie ein wichtiges Bestimmungsmittel für die *Bewegungsrichtung* des Eisstromes. Da, wo die später zu besprechenden Gletscherschliffe nicht mehr erhalten sind, wird sie durch die Drumlins festgestellt.

Nach diesen einleitenden Erörterungen können wir nun übergehen zur Besprechung des schweizerischen Gebietes des letzten Rheingletschers. Zu diesem Zwecke zerlegen wir dasselbe in drei Teile, nämlich in ein östliches Dreieck von

Rorschach bis zum Meridian von Konstanz, einen mittleren bis Stammheim-Frauenfeld-Winterthur („Molassezeugenlandschaft") und einen westlichen. Alle diese Gebiete sind fast durchwegs von teilweise 40 bis 60 m mächtigem Schutt, der vorwiegend Grundmoräne repräsentiert, bedeckt.

Der Oberthurgau sowohl wie auch das benachbarte St. Gallen sind bekannt wegen ihres tiefgründigen Bodens, der sich für Obstbau ausgezeichnet eignet. Die Gegend, welche weder Ufer- noch Stirnmoränen aufweist, ist sanft wellig. In diesem Gebiet finden wir vier typische Drumlinslandschaften:

*a.* Zwischen *Steinach* und *Sitter*, auf dem Plateau innerhalb der Gemeinden Wittenbach und Häggenschwil.

*b.* Zwischen *Thur* und *Sitter* südöstlich Bischofszell im Gottshaus.

*c.* Auf dem Plateau westlich Bischofszell zwischen *Zuckenried-Enkhäusern* im Norden und *Brübach* und *Niederhelfenschwil* an der Thur.

*d.* Nördlich *Bischofszell-Zihlschlacht*, jenseits des Deckenschotterplateaus des *Hohlensteins*, östlich der *Thur* und südlich der *Nordostbahnlinie*.

In den Gemeinden Sulgen, Erlen, Leimbach, Andwil und Donzhausen sind kleinere Hügel zerstreut.

Während also der erste Teil des Rheingletschergebietes durch eine allgemeine Bedeckung mit Grundmoräne charakterisiert ist, so ruhen in der „Zeugenlandschaft" der Molasse massige Aufschüttungen in den trennenden Mulden und Thälern. Vom Oberthurgau aus erstreckte sich die Eismasse lappenförmig durch die Molasse hindurch. In einem solchen Lappen, oder besser gesagt in einer solchen Bucht des südlichen Gletscherarmes liegt die erwähnte Drumlinslandschaft westlich Bischofszell.

Ein zweiter Lappen zog sich zwischen dem Braunauerberg im Süden, dem Sonnenberg im Norden und bis zur Murg im Westen hin und hinterließ als Rückzugsablagerung eine typische Drumlinslandschaft. Diese erstreckt sich vom *Lauchenacker* westlich Märwil über *Erikon, Tobel, Affeltrangen, Lommis, Thürn, Sedel, St. Margarethen* bis zur Eisenbahnstation *Sirnach*. Ueberall bewegt man sich auf Grundmoräne; hie und da beobachtet man fluvioglaciale Bildungen. Die Drumlins geben die Bewegungsrichtung der Gletscherzunge, deren Thalwände die Molassezeugen sind, an, so daß sich gegen

St. Margarethen hin das Eis fast Nordsüd bewegt haben muß. Dies beweisen nicht nur die Terrainformen, sondern auch die Gletscherschliffe, von denen später die Rede sein wird. Sehr schöne Drumlins repräsentieren z. B. die Groß- und Kleinegg östlich Lommis.

Ein dritter Lappen des Rheingletschers und eine neue Drumlinslandschaft findet sich im Thale des *Kemmenbaches* von *Alterswilen, Hugelshofen* bis *Märstetten*. In der tiefgründigen Mulde verteilen sich die Drumlins auf 2 km Nordsüd. Sehr ausgeprägt sind sie südlich und nördlich der Bommer Weiher und östlich und nördlich Hugelshofen. Bemerkenswert ist ferner auch der im Osten steile Hügel Halden 534 m; dort liegt ein Sandsteinbruch; wir haben also hier einen Drumlin mit Molassekern vor uns.

Marschieren wir in der Verlängerung des Hugelshofer Zuges nach Westen, so treffen wir in der Hügelregion von *Engwang-Wigoltingen-Pfyn* abermals eine typische Drumlinslandschaft. Der Bühlberg ist ausgeprägt asymmetrisch mit Steilrand im Osten. An der Basis des Rückens „Krauchenberg“ bei Pfyn mit dem Schützenhaus steht Molasse an.

Gegen Frauenfeld hin mögen manche Drumlins durch die Thur zerstört worden sein; doch treffen wir bei *Kefikon* wieder eine Drumlinslandschaft, welche vom Hügel „Bergreben“ aus betrachtet einen prächtigen Anblick gewährt.

Damit sind wir bereits in dem westlichen Teile des Rheingletschergebietes angelangt. Hier sind Grundmoränen und fluvioglaciale Bildungen reichlich vorhanden; nur in der Umgebung von *Seuzach* treffen wir noch eine Drumlinslandschaft.

Im ganzen Gebiet des Rheingletschers finden wir noch Moränen in Gestalt von Wällen, sei es als Endmoränen oder als Seitenmoränen; doch kommen sie nicht so häufig vor, wie man vielleicht anzunehmen geneigt wäre. Es ist eben nicht gesagt, daß jeder Wall vom Gletscher abeglagert worden sei, denn es ist auch die Möglichkeit vorhanden, daß die Erosion durch teilweises Wegführen des Materials solche gebildet hat. Moränenwälle finden wir bei St. Gallen, Wil, Stammheim und Etzweilen. Innerhalb der Moränen finden wir hie und da kleine Seen, die man als Moränenseen bezeichnen könnte, wie die Seen von Nußbaumen und Hüttwilen.

Werfen wir nun noch einmal einen Blick zurück in unsere Darlegungen. Die noch gut erhaltenen Endmoränen des Rheingletschers zeigen, daß sich das Eis nach seinem Austritte aus dem Gebirge bei Bregenz-Rorschach fächerförmig in der Molasseebene ausgebreitet hat. Der Rückzug geschah in fächerförmig angeordneten Lappen:

1) über Wil-St. Gallen;
2) über Münchwilen-Lauchenthal-Sulgen-Amrisweil;
3) von Stammheim über Kefikon-Sulgen (Thurlappen) mit Abzweigung;
4) über Hugelshofen.

Somit erscheinen die Drumlinslandschaften in ihren Individuen als ausgezeichnete Leitlinien der Gletscherbewegung und bestätigen die Fächerstruktur.

Es ist leicht begreiflich, daß die großen Massen von Material, welche die Gletscher stellenweise ablagerten, im stande waren, Wasserläufen andere Richtungen zu geben, Thäler zu sperren und Seen zu bilden. Oben wurde angedeutet, daß die Thur ursprünglich einen anderen Lauf hatte, indem es sehr wahrscheinlich ist, daß sie vor der letzten Eiszeit von Rickenbach über Dußnang-Bichelsee-Turbenthal in die Töß geflossen ist. Dadurch nun, daß ihr durch Ablagerung einer großen Endmoräne bei Wil der Weg versperrt wurde, überschwemmte sie den Thalboden von Niederhelfenschwil und ergoß sich vereint mit der Sitter in das vom Rhein gegrabene Flußbett im mittleren Thurgau.

In ähnlicher Weise wurde auch der Thunbach, auf dessen Unterlauf eine Moräne vorgeschoben wurde, nach Süden umgebogen; das gleiche Schicksal erlebte die Lützelmurg, indem dieselbe von ihrem nördlichen Laufe gegen Osten gedrängt wurde.

Besonders interessant ist der Nachweis, daß die Umgebung von Frauenfeld einen See von der Größe des Bielersees bildete. Durch das Vorschieben von Moränenmaterial in der Gegend von Andelfingen, wo an der Thur die Mächtigkeit des glacialen Schuttes 40 m und mehr erreicht, mußte eine Stauung im Abflusse der Thur eintreten, wodurch ein bis Eschikofen sich erstreckendes ungefähr 40 km² großes stehendes Gewässer entstand. Diese Thatsache wurde dadurch festgestellt, daß die Kiesgrube bei der Eisenbahnbrücke über

die Murg bei Frauenfeld deutlich eine Deltabildung der Murg repräsentiert; es muß also dieselbe in ein stehendes Gewässer gemündet haben.

### c. Die erratischen Blöcke.

(Siehe Kärtchen.)

Diese haben wir als einen dritten Beweis für die einstige Ausdehnung der Gletscher anzuführen. Freilich haben wir keine Blöcke zu verzeichnen, die eine Größe aufweisen wie z. B. der bekannte Pflugstein bei Erlenbach im Kanton Zürich, ein Melaphyrblock von zirka 2500 $m^3$ Inhalt; solche von mehr als 1 bis 2 $m^3$ Inhalt gehören bei uns schon zu den großen. Sie mögen früher noch häufiger gewesen sein, aber namentlich die leicht zugänglichen sind zerstört worden, um ihre Trümmer als Baumaterial zu verwenden. In unserem Kanton, der an Bausteinen arm ist, findet man viele Gebäude aus erratischen Gesteinen aufgebaut, z. B. in Arbon, und überall liegt bei den Häusern ein Vorrat von zusammengetragenen Blöcken.

Ein besonders wichtiges Hülfsmittel zur Erkennung der Ausbreitung und Bewegung des Rheingletschers ist der *Muschelsandstein* oder die *Seelaffe*. Diese Felsart kann von *Blatten-Speck* zwischen Rheineck und Staad bis zur *Martinsbrücke* am rechten Ufer der Goldach auf 9 bis 10 km verfolgt werden. Ihre Heimat bildet im Vergleich zur breiten Eiszunge gleichsam nur einen Ausstrahlungspunkt. Das Gestein hat auch den großen Vorteil, daß es in Stücken von nur wenig Centimetern erkannt werden kann. Solche Seelaffenblöcke sind gefunden worden in der Goldachschlucht bei St. Gallen, Niederuzwil und Henau, bei Wil, Wilen, Rickenbach, dann bei Hohentannen, Brandertobel (zwischen Schönholzerswilen und Neukirch), Märwil und Tänikon bei Aadorf. Beim Bau des neuen Schulhauses in Romanshorn kamen große Blöcke zum Vorschein. Weitere Fundstellen finden sich bei Amlikon, auf dem Seerücken, bei Ermatingen,[1] Mammern, Lanzenneunforn u. s. w. Diese radienartige Verteilung der Seelaffenblöcke beweist in glänzender Weise die Fächerstruktur des Rheingletschers.

[1] Von dem Seelaffenblock oberhalb Ermatingen und westlich dem Wolfsberg „dem grauen Stein“, der mit 2 m Höhe und 8 m Länge aus dem Boden ragt, sind schon ganze Wagenladungen weggesprengt worden. Durch Beschluß der Gemeinde darf nun solches nicht mehr geschehen.

Bei Konstanz liegen drei Blöcke: der Hussenstein, der große Stein und der Schwedenstein.

Der *Hussenstein*, ein Seelaffenblock, soll von Hegne stammen.

Der *große Stein*, ein alpiner Kalkblock, liegt an der Straße von Konstanz nach Kreuzlingen, nicht weit von der Schweizergrenze. Er war die Grenzmarke der Vogtei auf der Eggen, die Richtstätte der neun Knechte des Mangold von Brandis und der Rednerstuhl des Stiftsdekan Tschudi im Kampfe um den alten Glauben 1528.

Der *Schwedenstein*, ein gneißartiges Gestein, liegt an der Stelle des ehemaligen Kreuzlinger Thores.

Bezüglich der Gesteinsarten sei noch bemerkt, daß es oft schwierig ist, dieselben richtig zu benennen und zu deuten, wenn man ihr Ursprungsgebiet nicht genau kennt. Es kommen z. B. vor: Kalksteine der alpinen Jura-, Kreide- und Eocänformation; neben diesen erscheinen häufig grünliche, talkige Quarzschiefer oder grünliche, gneißartige Verrucanogesteine; ferner Hornblendeschiefer und Hornblendegneiße nebst Dioriten und Syeniten, roter Verrucano, Granite vom Val Puntaiglas und Julier, Quarzite, seltener serpentinartige Gesteine, subalpine Molasse, Kalknagelfluh u. s. w.

### d. Die Gletscherschliffe.

(Siehe Kärtchen.)

Der Verbreitung anstehender Gletscherschliffe hat man bis heute überhaupt noch nicht die gebührende Beachtung geschenkt, und doch sind es ausgezeichnete Merkmale der Vergletscherung. Kalke und Quarzite zeigen meist schöne Ausbildung von Schrammen. Da sie aber auf ersteren rasch an der Luft verwischen, so werden wir sie unter dem Schutz von Grundmoränen auf Süßwasserkalken, fester Nagelfluh und selbst noch auf mergeligen Sandsteinen finden. Auf dem Gebiete des Rheingletschers sind verhältnismäßig nur wenige Gletscherschliffe entdeckt worden.

Die in dem Steinbruche der Kalknagelfluh von *Oberdorf* (zwischen Winkeln und Goßau) in zirka 665 m Meereshöhe nachgewiesenen Gletscherschliffe deuten darauf hin, daß sich der Gletscher in jener Gegend fast genau ostwestlich bewegt haben mußte.

Im Jahre 1876 wurde im *Mattrain* zwischen Münchwilen und Sirnach ausgezeichnet geschliffener Kalk gefunden. Es wurde an jener Stelle Wetterkalk ausgebeutet und das über dem Kalke liegende 1 bis 2 m mächtige ungeschichtete Erraticum abgebaut. Nach einem starken Regengusse zeigte sich der ganze Kalk vom Gletscher geritzt in einer Ausdehnung von mindestens 120 m, so daß diese Lokalität zu den bemerkenswertesten im ganzen Gebiet des Rheingletschers gezählt werden muß. Der auffallend geglättete Wetterkalk war mit einer Unzahl von Schrammen versehen, deren Streichen auf Südsüdwest-Nordnordost taxiert werden konnte. Die Ritzen erreichten bisweilen eine Länge von 0,5 bis 1 m. Die auffallende Richtung derselben bestätigt das oben gesagte, daß hier nämlich nicht die Wirkung des St. Galler Armes des Rheingletschers vorliegen kann, sondern daß es sich um eine Eismasse handeln muß, die zwischen den Molassehöhen Immenberg-Sonnenberg aus dem oberen Lauchethal vorgestoßen ist.

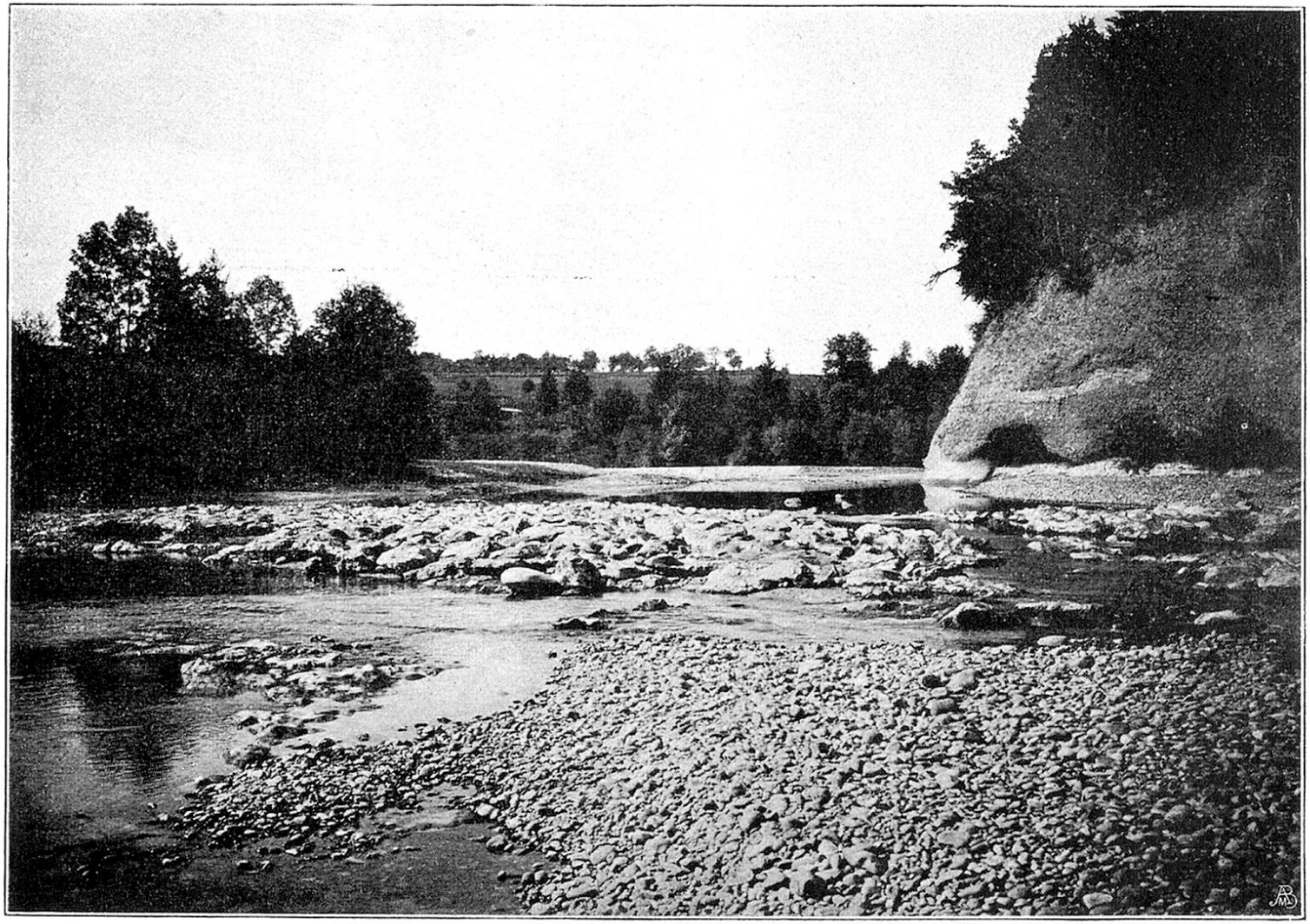
Diese beiden Schliffstellen sind die einzigen wirklich gemessenen im schweizerischen Teile des Rheingletschers.

Es werden noch andere Gletscherschliffe erwähnt, so unterhalb der Lochmühle bei Eigeltingen, dann bei Jestetten südwestlich von Schaffhausen, deren Streichen als Südsüdwest-Nordnordost bezeichnet wird.

### e. Die Riesentöpfe.

Diese entstehen durch wirbelnde Bewegung geschiebeführenden Wassers in jedem beliebigen Gestein. Sie verdanken ihren Ursprung nicht nur dem Gletscherwasser, das in Form von Sturzbächen durch die Spalten, welche durch Unregelmäßigkeit in der Thalform bedingt werden, hinunterstürzt, sondern auch der Erosion von geschiebereichen Flüssen und Bächen, wie solche in ausgezeichneter Weise bei niederem Wasserstande namentlich in der Thur und in der Murg zu sehen sind. Wir erwähnen hier eine Stelle im Thurbett bei Katzensteig, südwestlich Bischofszell (Tafel II und III). Der Fluß fließt nämlich gegenwärtig eine Strecke weit mit etwas stärkerem Gefälle über eine Sandsteinbank, deren Liegendes aus buntem Mergel gebildet wird. Der Sandstein repräsentiert Knauermolasse; er ist an einzelnen Stellen, wo sich das Bindemittel konzentriert hat, sehr hart. Die erodierende Thätig-

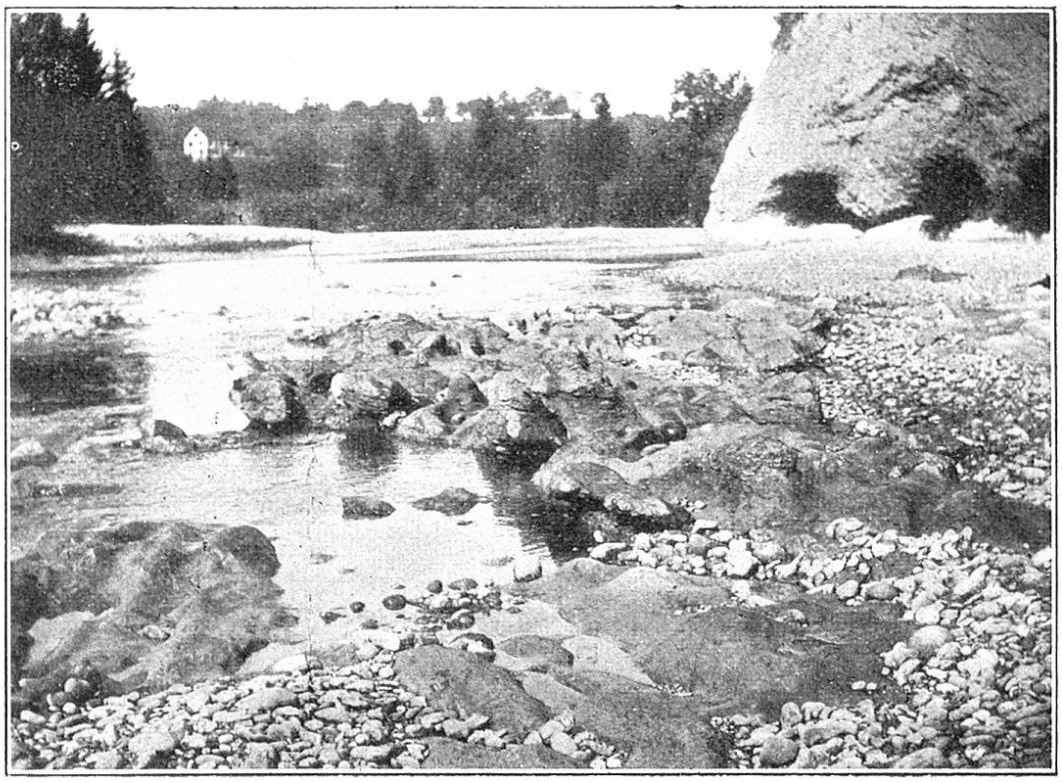
Tafel II.

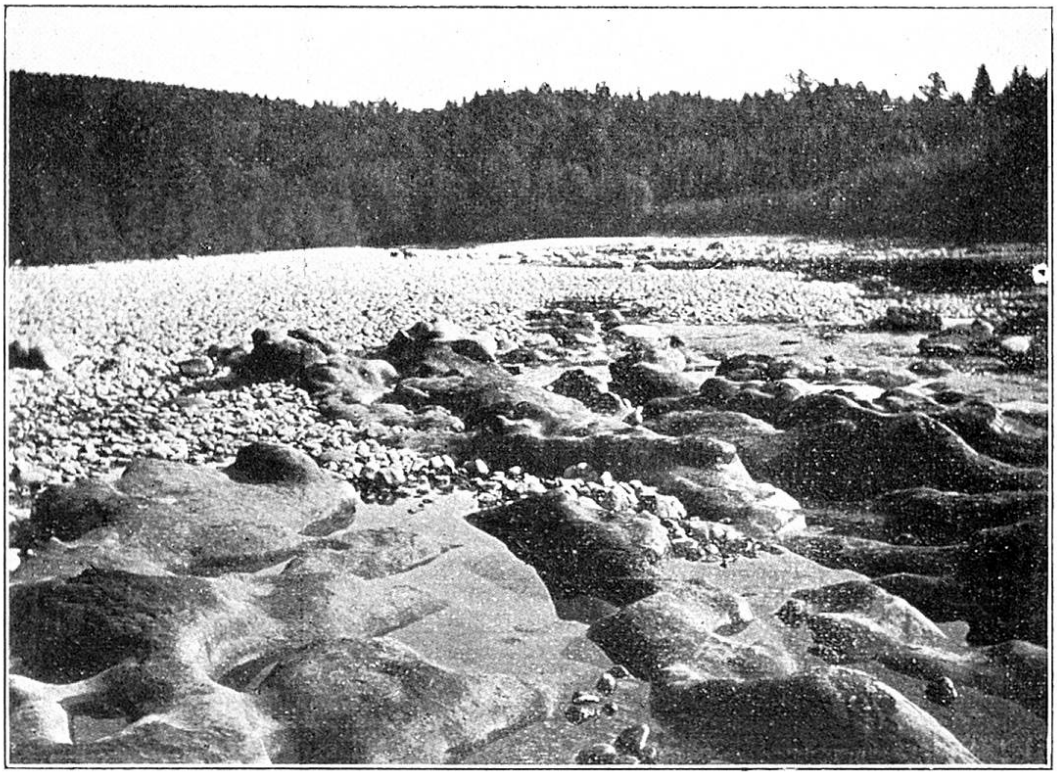


Phot. Henny Ammann, Kreuzlingen

**Erosion einer Sandbank in der Thur bei Katzensteig.**

Tafel III.





Phot. Henny Ammann, Kreuzlingen.

**Partien aus der erodierten Sandbank in der Thur bei Bischofszell.**

keit des Wassers zeigt sich nun darin, daß es mit Hülfe von mitgeführten Gesteinsfragmenten an weichen Stellen längere Furchen, oder auch rundliche, topfartige Vertiefungen ausgegraben hat (siehe Tafel III, wo in einzelnen Vertiefungen Gerölle sichtbar sind). Da der liegende bunte Mergel am unteren Ende der Sandsteinbank vom Wasser leicht weggeführt wird, so finden dort Unterspülungen statt, so daß nach und nach größere Platten des Sandsteins zum Ueberhängen kommen und schließlich abbrechen (siehe Tafel II links). Wir haben also hier ein Vorkommen, das die charakteristischen Eigenschaften der Stromschnellen und Wasserfälle vereinigt. Indem die Thur ihr Geschiebe über die Sandbank schleift, wird dieselbe abgenützt; durch das Unterspülen brechen die überhängenden Sandsteinplatten ab; beide zeigen deutlich das Rückwärtsgreifen der Erosion. Die Sandsteinbank wird immer kleiner, und in nicht allzu ferner Zeit wird die Erscheinung der rastlosen Thätigkeit des Wassers zum Opfer gefallen sein.

Eigentliche „Gletschermühlen“ sind bis anhin in unserem Kanton noch nicht beobachtet worden.

### f. Die Flora der Eiszeit.

Zur Flora der Eiszeit zählen wir zunächst solche Pflanzen, „die an Stellen, wo jetzt gemäßigte Tieflandflora herrscht, in glacialen Ablagerungen (in feinem Thonschlamm, in geschichtetem Erraticum, in Thon über den Moränen aber unter der Pfahlbautenzeit etc.)“ *fossil* erhalten gefunden worden sind.

Wir können also unterscheiden Vertreter der interglacialen und glacialen Flora.

Fundorte *interglacialer* Pflanzen sind in unserem Kanton noch keine nachgewiesen; wohl aber sind solche in der Schweiz gefunden worden, z. B. in den Schieferkohlen von Wetzikon und Dürnten, von Utznach und Mörschwil, sowie in Flurlingen bei Schaffhausen.

Ebenso spärlich sind die pflanzlichen Funde *glacialen* Charakters, also solcher Pflanzen, die auch während der Eisbedeckung ihre Existenzbedingungen im Tiefland fanden. In der Litteratur finden wir den Thurgau betreffend nur eine Notiz, die sich auf die jüngsten glacialen Ablagerungen bezieht.

„Im Banne der Gemeinde *Niederwil* bei Frauenfeld findet sich ein kleines Torfmoor. In der Nähe der ausgebeuteten

Pfahlbaustation liegt unter zirka zwei Fuß mächtiger Torf- und ein Fuß dicker Doppleritschicht (einer braunen homogenen, gallertigen, an der Luft hart und spröde werdenden Masse) geschichteter Lehm in zirka zwei Fuß Mächtigkeit mit Blättern der Zwergbirke, Betula nana, Dryas und der netzadrigen Weide, Salix reticulata. Darunter ein feiner plastischer, homogener, äußerst zäher Lehm von zwei bis drei Fuß Mächtigkeit, der auf der Grundmoräne aufliegt."

Im ganzen mögen in den sechs Stufen der Diluvialzeit etwa 260 Arten fossiler Pflanzen gefunden worden sein, und wenn man die betreffenden Listen vergleicht, so erkennt man, wie das ja von vorneherein zu erwarten stand, daß die Glacialzeiten wesentlich ärmer an Arten waren, als die Interglacialzeiten. Subarktische und arktische Pflanzen sind es, die die Flora der Glacialzeiten kennzeichnen, während in den Interglacialzeiten in unser Gebiet die Pflanzen des gemäßigten Klimas und selbst eines wärmeren eindrangen, als es gegenwärtig hier herrscht.

Im dänischen Glaciallehm fand Steenstrup einen Steinbrech, Saxifraga oppositifolia L., der namentlich die Anwohner des Bodensees interessiert. Wir finden über denselben folgende Notiz:

„Dieser Steinbrech zeigt schon in seiner äußeren Erscheinung deutlich hochalpine Natur: aus einem dichten Polster weithin kriechender Triebe, mit kleinen dicklichen, zierlich bewimperten Blättchen besetzt, erheben sich auf ganz kurzem Stiel die verhältnismäßig enormen dunkelblauroten Blüten; so schmückt sie Geröll und Felsen der nivalen Region, steigt bis auf die höchsten Gipfel (Piz Linard 3417 m, Theodulpaß 3333 m) und bis in den Spitzberger Norden; sie ist circumpolar, auch auf dem Altai zu Hause; den Siebenbürger Alpen, den Karpathen, den Pyrenäen, dem Appennin und der spanischen Sierra Nevada fehlt sie nicht, ist also eine arktisch alpine Pflanze weitester Verbreitung. Aber sie hat ein hohes Anpassungsvermögen an wärmere Klimate: ein sprechender Beweis ist ein versprengter Standort am Ufer des Bodensees bei Konstanz und bei Friedrichshafen;[1] vielleicht ist sie durch

[1] Sie wird aber jetzt schon an verschiedenen anderen Orten gefunden, sowohl am thurgauischen Gestade als auch auf deutscher Seite. Hier weist sie sogar an mehreren Orten des Untersees Ansiedelungen auf.

den Rhein hier herabgeschwemmt worden, fristet aber nicht, wie anderwärts derartige Flüchtlinge, ein kümmerliches Leben, sondern sie breitet sich in mächtigen Rasen in der Strandzone aus, an Orten, die ihr durch zeitweilige Ueberschwemmungen die Feuchtigkeit der alpinen Heimat ersetzen. Auch in unseren Alpenanlagen gedeiht sie vortrefflich, namentlich die vom Bodensee stammenden Exemplare, die sich schon an unser Klima gewöhnt haben."

Noch interessanter aber als die fossilen sind für uns diejenigen alpinen und nordischen Pflanzen, die seit der letzten Eiszeit gleichsam als „lebende Fossilien", sei es vereinzelt oder in kleineren Kolonien, im Hügelland und der Ebene erhalten geblieben sind. Die Standorte dieser Alpenpflanzeninseln suchen wir in Torfmooren, an geschützten Stellen von Moränen und in feuchten, schattigen Bergschluchten, also überall da, wo Wasser diesen tapferen Nachzüglern den siegreichen Kampf gegen die Pflanzen der Ebene ermöglichte. Selbstredend handelt es sich hier nicht um solche alpine Pflanzen, deren Samen etwa durch das Wasser oder den Wind transportiert worden sind, was ja bei der einen oder anderen Spezies, deren Früchtchen etwa Flughaare besitzen, möglich wäre, sondern um diejenigen, deren sporadisches Vorkommen in unserem Hügelland, weit von den Alpen entfernt, nur durch andere klimatische Verhältnisse vergangener Zeiten erklärt werden kann.

Jeder Naturfreund kennt die Mehlprimel (Primula farinosa), den Frühlings-Enzian (Gentiana verna), das gemeine Fettkraut (Pinguicula vulgaris) und das Katzenpfötchen (Antennaria dioïca). Diese in unseren Sumpf- und Waldwiesen meist in größeren oder geringeren Mengen auftretenden Pflanzen sind seit der letzten Eiszeit nicht nur erhalten geblieben, sondern haben sich sogar acclimatisiert. Ihre glaciale Natur ist auch dadurch gekennzeichnet, daß sie z. B. im Norden des Kantons Zürich, im Kanton Schaffhausen und im Höhgau sparsam auftreten und in Oberschwaben fast ganz fehlen.

Nun gibt es aber noch eine ganze Reihe Vertreter unserer Flora, die glacialen Ursprungs sind, aber nicht so allgemein vorkommen wie die vorhin genannten, sondern nur gewisse Fundstellen aufweisen. Die nachfolgende Tabelle (S. 84/87), zu deren Erstellung die außerordentlich interessante Arbeit

von Herrn Dr. O. Naegeli (l. c.) benutzt wurde, gibt eine Uebersicht über die bis jetzt im Thurgau gefundenen Arten der aus der Eiszeit stammenden Pflanzen sowie ihrer Fundorte.

Der aufmerksame Leser wird beim Durchgehen der Tabelle finden:

1) daß von den vielen thurgauischen Mooren (siehe Verzeichnis derselben, das wir zur Orientierung aufgestellt haben) namentlich einige der oberthurgauischen Hochmoore, die näher an den Voralpen liegen, glaciale Reste besitzen, während die unterthurgauischen und insbesondere die hinterthurgauischen einen bedeutend geringeren Reichtum aufweisen;
2) daß in dem Thale von Pfyn abwärts gegen Hüttwilen, Neunforn, Stammheim, Schlattingen, Dießenhofen, wo wir eine ausgedehnte Moränenlandschaft mit Obermoränenmaterial vor uns haben, ebenfalls reiche Reste glacialer Pflanzen erhalten geblieben sind, während dies in anderen Gebieten, wo Grundmoränenmaterial vorherrscht, weniger der Fall ist;
3) daß von unserer thurgauischen Flora etwa 40 Arten glacialer Natur nachgewiesen sind, von welchen jedoch viele nur eine geringe lokale Verbreitung haben und über ein Drittel nur einen einzigen Standort zählt.

Die zweite Tabelle (S. 88/89), welche ein Verzeichnis der hinsichtlich des Reichtums an glacialen Pflanzen genau untersuchten thurgauischen Moore enthält, könnte Veranlassung zu verschiedenen Erörterungen geben. Wir begnügen uns damit, die Thatsache festzustellen, daß namentlich durch den Einfluß des Menschen das Fortkommen der Torfmoorflora überhaupt gehindert wird. Die Torfmoore werden ja entweder direkt entwässert und für andere landwirtschaftliche Zwecke nutzbar gemacht, oder sie werden derart ausgebeutet, daß die empfindlichen Pflanzen ihr Dasein nicht mehr fristen können. „Kleinere thurgauische Torfmoore sind heute ganz verschwunden, andere sind auf dem Wege, als solche aufzuhören; zahlreicher noch sind diejenigen, welche durch zu intensive Torfausbeutung ihren Pflanzenschmuck eingebüßt haben. Verarmt sind zum Beispiel die Moore von Tröhn, Freibergen, Birenstiel in der Gemeinde Gottshaus; bedeutend verloren haben die Rieter von Pfyn, Hüttwilen, Niederwil etc.“

### g. Die Fauna der Eiszeit.

In den diluvialen Ablagerungen ist auch die Tierwelt reichlich vertreten, doch sind thurgauische Fundstätten bis anhin nicht genannt worden. Um uns aber dennoch einen Begriff von dem Aussehen der damaligen Tierwelt zu machen, wollen wir einen kurzen Blick in andere Gegenden werfen.

Die allgemeine Vergletscherung unseres Kontinents läßt erwarten, daß die mitteleuropäische Tierwelt der Glacialzeit einen ausgesprochenen arktischen Charakter besaß. In der That finden wir eine Anzahl spezifisch nordpolarer Tierformen, so z. B. das Renntier, den Moschusochsen, den Schneehasen, den Lemming, das nördlichste aller Landsäugetiere, den Halsbandlemming (Myodes torquatus), den Eisfuchs und den Vielfraß, sowie die Schnee-Eule und das Moorschneehuhn.

Dieser mit der Vereisung ihrer Umgebung völlig im Einklang stehenden arktischen Fauna folgte eine Steppenfauna, welche die nach dem Rückzuge des Eises bloßgelegten, der Waldvegetation noch entbehrenden plateauartigen und flachhügeligen Landstriche bevölkerte und der Tierwelt der jetzigen südwestsibirischen entsprach. Solche namentlich im Löß sich vorfindende Repräsentanten sind z. B. der Pferdespringer, das Steppenziesel, der Zwergpfeifhase, die Wühlratte u. a. Zu diesen gesellen sich noch eine Reihe bekannter Gestalten, die nicht gerade für die Polar- und Steppenländer charakteristisch sind, so Pferd, Hirsch, Elen, Reh, Renntier, Fuchs, Wolf, Eber, Biber, Dachs, Murmeltier, Eichhörnchen u. a. Weiter weist die diluviale Fauna noch 18 bis 20 fremdartige, heute erloschene Formen auf. So lebte damals der Urelephant (Elephas antiquus), dem indischen am nächsten stehend, und neben ihm der in dichten Haarpelz gehüllte Vetter, das Mammut (Elephas primigenius). Von den Nashornarten sind das wollhaarige Rhinoceros (Rhinoceros tichorhinus) und das Rhinoceros Merkii nachgewiesen. Weiter interessiert uns der Stammvater eines großen Teiles unserer Rindviehrassen, der Urochse (Bos primigenius), der noch zur Zeit der Pfahlbauten lebte, sowie der Auerochse (Bison priscus), der heute noch in Lithauen gehegt wird. Der riesige Höhlenbär (Ursus spelæus), mit unserem Alpenbär verwandt, aber größer, überlebte die Eiszeit nicht.

# Uebersicht

**über die wichtigsten Repräsentanten der aus der Eiszeit stammenden Pflanzen im Kt. Thurgau und der bis jetzt bekannten Fundorte.**

| Vertreter. | Oberthurg. Moore. (11) | Hinterthurg. Moore. (12) | Unterthurg. Moore. (10) | Hügel, Moränen, Wälder. |
|---|---|---|---|---|
| Arabis alpestris. Gänsekresse. | Waldbacherm. | —— | —— | —— |
| Viola palustris. Sumpf-Veilchen. | Hudelm. Heldswilerm. Birenstlrm. Befangerm. Waldbacherm. | Eschlikerm. | —— | —— |
| Viola pumila. | Waldbacherm. | —— | —— | —— |
| Drosera rotundifolia. Rundblättriger Sonnentau. | Hudelm. Heldswilerm. Ergartenm. Befangerm. Waldbacherm. | Eschlikerm. | Nergeterm. | —— |
| Sagina nodosa. Mastkraut. | —— | Eschlikerm. | —— | —— |
| Rosa pomifera. Apfeltragende Rose. | —— | —— | —— | Eschenz. Ermatg. |
| Sedum villosum. Drüsighaariges Fettkraut. | —— | —— | —— | Bischofszell. |
| Astrantia vulgaris. Sterndolde. | —— | —— | —— | Eschenz. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Hydrocotyle vulgaris. Gem. Wassernabel. | Hudelm. Birenstielerm. Befangerm. | Eschlikerm. M. v. Isenegg bei Tobel. | M. um die Hüttwiler Seen. | — |
| Valeriana montana. Berg-Baldrian. | — | — | — | Ermatingen. |
| Vaccinium uliginosum. Moor-Heidelbeere. | Hudelm. | — | — | — |
| Oxycoccus palustris. Moosbeere. | Hudelm. Heldswilerm. Befangerm. Waldbacherm. Ergartenm. | — | — | — |
| Arctostaphylos uva ursi. Bärentraube. | — | — | — | Moränenlandschaft u. d. Hüttwiler S. Nordabhang d. Seerück. Stähelibuck. Immenberg. Leutmerken. Affeltrg. Tuttwilerberg. |
| Andromeda polyfolia. Poleiblatt. | Hudelm. Heldswilerm. Befangerm. Waldbacherm. Ergartenm. | — | Egelsee b. Niederwil. Nergeterm. | — |
| Rhododendron ferrugineum. Alpenrose. | — | — | — | Im Walde zwisch. Neukirch a. d. Thr u. Buhweil. |
| Pirola uniflora. Wintergrün. | — | — | — | Ermatingen. F'feld. Amriswil. Zihlschl. Bischofsz. |
| Pinguicula alpina. Schmerkraut. | — | — | — | Frauenfeld. Ottenberg. Hinterthurgau. |
| Lysimachia thyrsiflora. Friedlos. | — | Bichelsee. | — | — |

| Vertreter. | Oberthurg. Moore. | Hinterthurg. Moore. | Unterthurg. Moore. | Hügel, Moränen, Wälder. |
|---|---|---|---|---|
| Betula pubescens. Birke. | Hudelm. | —— | —— | —— |
| Alnus viridis. Alpenerle. | —— | —— | —— | Frauenfeld. |
| Potamogeton rufescens. Laichkraut. | —— | —— | Sürch b. Schlatting. | Frauenfeld. |
| Gymnadenia odoratissima. Nacktdrüse. | —— | —— | —— | Neunforn. Hüttwilen. Steckborn. Ermatingen. |
| Herminium Monorchis. Einorche. | Waldbacherm. | —— | —— | Moränenhügel zwischen den Hüttwiler Seen. |
| Sturmia Loeselii. Zwiebelorche. | Waldbacherm. | —— | M. u. d. Hüttwiler S. Sürch b. Schlattingen. M. westl. Pfyn. Etzwilerm. | —— |
| Rhynchospora alba. Schnabelsame. | Hudelm. Befangerm. Heldswilerm. Waldbacherm. | —— | Egelsee b. Nied'w. Etzw'm. Nerget'm. M. westl. Pfyn. M. u. d. Hüttwiler S. | —— |
| Eriophorum alpinum. Alpenwollgras. | Hudelm. Heldsw'm. Erg'm. Freibergerm. Waldb'm. Befang'm. Birenstielerm. | Eschlikerm. Märwilerm. | Egelsee b. Nied'wil. M. u. d. Hüttwiler S. | —— |
| Eriophorum vaginatum. Scheidiges Wollgras. | Erg'm. Hudelm. Befang'm. Heldsw'm. Waldbacherm. | —— | Nergeterm. | —— |
| Eriophorum gracile. Dreikantiges Wollgras. | Hudelm. Waldbacherm. | —— | —— | —— |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Carex canescens. Graulichgrünes Riedgras. | Hudelm. Befang'm. Heldswilerm. | —— | —— | —— |
| Carex ericetorum. Heide-Segge. | —— | —— | —— | Schlattingen. N'forn. Hüttwilen. |
| Lycopodium annotinum. Bärlapp. | —— | —— | —— | Ermatingen. Amrisweil. Zihlschlacht. Bischofszell. |
| Lycopodium inundatum. Bärlapp. | Hudelm. | —— | —— | —— |
| Lycopodium Selago. Tannen-Bärlapp. | Hudelm. | —— | —— | —— |
| Lycopodium clavatum. Bärlapp. | —— | —— | —— | Eschenz. St'born. Ermating. Amrisw. Zihlschl. B'zell. |
| Botrychium Lunaria. Gemeine Mondraute. | Waldbacherm. | —— | —— | Bischofszell. Dießenhofen. |
| Polypodium vulgare. Engelsüß. | —— | —— | —— | Bischofszell. F'feld. |
| Asplenium viride. Streifenfarn. | —— | —— | —— | Eschenz. |
| Aspidium dilatatum. Schildfarn. | Hudelm. | —— | Nergeterm. | —— |
| Aspidium spinulosum. Schildfarn. | Hudelm. | —— | —— | —— |
| Aspidium cristatum. Schildfarn. | Hudelm. | —— | —— | —— |

# Verzeichnis der thurgauischen Moore.

| Name. | Lage. | Höhe ü. M. | Err. Pfl. | Ausbeute auf Torf. |
|---|---|---|---|---|
| | **Oberthurgau.** | | | |
| Hudelmoos . . . . . | Zwischen Zihlschlacht und Hagenwil . . | 520 | 14 | Stark. |
| Befangermoos . . . . . | Im Gottshaus, zw. Befang und Hauptwil | 590 | 8 | Gering. |
| Heldswilermoos . . . . | Zwischen Heldwil und Hohentannen . . | 555 | 8 | Stark. |
| Waldbachermoos . . . . | Südlich d. Straße Entetswil n. Schweizerholz, westlich von Bischofszell . . . | 580 | 11 | Ziemlich stark. |
| Ergartenmoos . . . . . | Nördlich der Straße Tröhn nach Thürlewang, Gem. Gottshaus . . . . . | 580 | 5 | Beträchtlich. |
| Birenstielermoos . . . . | Von Unter-Birenstiel gegen Bruggrain, Gem. Gottshaus . . . . . | 565 | 3 | Sehr stark. |
| Freibergermoos . . . . | Gem. Gottshaus, östl. d. Hasenbergmühle | 580 | 1 | Sehr stark. |
| Wolfhagermoos . . . . | Gem. Gottshaus . . . . . | 580 | — | Ziemlich stark. |
| Tröhnermoos . . . . . | Gem. Gottshaus . . . . . | 570 | — | Sehr stark. |
| Erlenwiese . . . . . | Bei Entetswil, Gem. Neukirch a. d. Th. . | 580 | — | — |
| Weinmoos . . . . . | Zwischen Sulgen und Riet . . . . . | 460 | — | Sehr stark. |
| | **Hinterthurgau.** | | | |
| Eschlikermoos . . . . . | Zwischen Station Eschlikon, Riethof und Wallenwil . . . . . | 570 | 5 | Bedeutend. |
| Bichelsee . . . . . | Kleiner See mit torfigen Ufern zwischen Bichelsee und Seelmatten . . . . . | 595 | 1 | — |
| Rietgärten . . . . . | Bei Wallenwil . . . . . | 570 | — | Erheblich. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Torfmoore des Littenheiderthales | Anwilerriet, Mooswangerriet u. Egelsee | 570 | — | Bedeutend. |
| Märwilerriet | Zwischen Märwil, Boll und Friltschen | 505 | 1 | Bedeutend. |
| Krähenriet | Bei Affeltrangen | 525 | — | — |
| Mettlerriet | Zwischen Metzgersbuhwil und Mettlen | 480 | — | Bedeutend. |
| Moos von Wuppenau | Zwischen Wuppenau und Hagenwil | 610 | — | Stark. |
| Salenmoos | Bei Affeltrangen, nördl. d. Straße gegen Lommis | 490 | — | Wenig. |
| Torfmoor von Isenegg | Bei Tobel | 530 | 1 | Wenig. |
| Lommiserriet | Zwischen Lommis und Affeltrangen | 475 | — | Stark. |
| Gertshauser Weiher | Bei Lustdorf. Kleiner Weiher mit torfiger Umgebung | 578 | 1 | Stark. |
| | **Unterthurgau.** | | | |
| Egelsee | Bei Niederwil, Frauenfeld | 405 | 3 | Stark. |
| Nergeterriet | Nahe dem Weiler Nergeten, hinter dem Ittingerwalde | 490 | 4 | Nicht bedeutend. |
| Riet bei Bettelhausen | Bei Islikon | 410 | — | — |
| Weiningerriet | Südlich Weiningen | 445 | — | Wenig. |
| Torfmoore westlich v. Pfyn gegen Ochsenfurt | Meiersriet, Breitenloo, Vorderriet, Hinterriet | 420—430 | 2 | Stark. |
| Torfmoore | Um die Hüttwilerseen | 430 | 4 | Stark. |
| Wiesenmoor von Sürch | Bei Schlattingen | 410 | 2 | Stark. |
| Etzwilerriet | Nördlich der Station Etzwilen | 430 | 2 | Stark. |
| Wilersee | Kleiner Moränensee bei Wilen | 410 | — | — |
| Barchetsee | Bei Oberneunforn. Gruppe von kleinen Moränenseen | 475 | — | — |

Das größte Interesse aber mag sich an diejenigen Funde knüpfen, welche beweisen, daß der *Mensch* bereits ein Zeitgenosse jener diluvialen Tierwelt und damit ein Augenzeuge wenigstens der zweiten Vergletscherung war.

Eine der wichtigsten, die Gegenwart des Menschen während der Eiszeit beweisenden Fundstellen befand sich im Torfmoore an der *Schussenquelle* bei *Schussenried* in Oberschwaben. Dort fand man unter diluvialen Ablagerungen eine Schicht dunkelbraunen Mooses von so vortrefflicher Erhaltung, daß es wie frisch erschien. Dieses Moos, welches mit Sand vermischt ist, bildet zusammen mit Knochen von Tieren arktischen Charakters und Produkten menschlicher Kunstfertigkeit die *Kulturschicht von Schussenried.* Es wurden dort allerdings keine Skeletteile des Menschen gefunden, dagegen weisen auf seine Thätigkeit hin die aufgeschlagenen Markröhren und Schädel der Renntiere und Pferde, die bearbeiteten Geweihe der ersteren, die Werkzeuge von Flint, die vom Feuer geschwärzten Schiefer- und Sandsteinplatten, welche die Stelle der Schüsseln und Pfannen vertraten, die hölzernen und beinernen Nadeln, die Knollen von roter Farbe, die wahrscheinlich zum Bemalen des Körpers benutzt wurden.

In dem „*Keßlerloch*“ bei *Thayngen,* zwei Stunden von Schaffhausen entfernt, wurde vor 25 Jahren ein Fund gemacht, der großes Aufsehen hervorrief; man grub daselbst eine vorhistorische Niederlassung von Menschen aus, deren Reste *Zeichnungen* und *Skulpturen* enthielten, welche für den Kunstsinn und die Kunstfertigkeit jener nur mit den primitivsten Hülfsmitteln der Steinzeit ausgerüsteten Troglodyten beredtes Zeugnis ablegen. *J. Nüesch* in Schaffhausen, der Erforscher dieser Fundstätte, überzeugte sich darauf bei wiederholten Besuchen des Keßlerloches davon, daß diese Höhle noch nicht in allen Teilen genügend erforscht sei; er führte deshalb im Verlaufe des letzten Sommers und Herbstes erfolgreiche Nachgrabungen aus. Zunächst wurde eine ganze, große Serie der schönsten, sorgfältig bearbeiteten *Feuerstein-Instrumente* (Messer, Sägen, Bohrer, Schaber u. s. w.) zu Tage gefördert, die durch vielfachen Gebrauch stark abgenutzt waren. Sodann fand er eine große Zahl eigentlicher Artefakte, meist aus Knochen und Geweih des Renntiers und aus Röhrenknochen des Alpenhasen, vereinzelt auch aus fossilem Elfen-

bein hergestellt; einige von den Artefakten sind mit Strichornamenten verziert. Tierzeichnungen wurden bei den neuen Ausgrabungen nicht gefunden (bei früheren war dies der Fall), hingegen befindet sich auf einer bröckeligen Geweihstange das *Gesicht eines Menschen* gezeichnet. Außer diesen, eine hohe Kulturstufe des Menschen zur Renntierzeit bekundenden Artefakten fand Nüesch in einem vor der Grotte liegenden Schuttkegel zwei große Backenzähne des Mammuts, sowie Knochen von ausgewachsenen Individuen dieses Tieres; in der Tiefe von 3 m unter der Oberfläche wurde in demselben Schuttkegel eine große Feuerstätte mit Asche und Kohle aufgedeckt, um welche zerstreut eine Menge angebrannter und calcinierter Knochen von jungen und alten Individuen des Mammuts umherlagen. „Der Renntierjäger des Keßlerloches war demnach auch ein Mammutjäger.“ (Korrespondenzblatt der deutsch. anthropol. Gesellschaft 1899.)

Die genannten Funde haben die Existenz des Menschen schon während des Diluviums unumstößlich bewiesen, während alle Funde, die auf noch ältere Perioden gedeutet worden sind, wenigstens bei uns als mindestens noch zweifelhaft bezeichnet werden müssen.

„Jene ältesten nachweisbaren Menschen waren Höhlenbewohner auf der denkbar niedrigsten Stufe der Kultur; die Benutzung der Metalle war ihnen durchaus, die Töpferei zum größten Teile vollkommen unbekannt; ihre Werkzeuge und Waffen waren roh behauene Feuersteine (ältere oder diluviale Steinzeit) und grob bearbeitete Knochen; an Stelle aus Thon gefertigter Kochgefäße bedienten sie sich der Schiefer- und Sandsteinplatten; Ackerbau war ihnen noch fremd, allein die Jagd verschaffte ihnen ihren Lebensunterhalt, welchen sie sich in gefährlichem Kampfe mit den gewaltigsten und reißendsten Vertretern der Tierwelt mit Waffen armseligster Art erringen mußten. Zugleich hatten sie einem weit kälteren Klima zu trotzen als es heute in Centraleuropa heimisch ist.“

Wie wir aus unseren Darlegungen ersehen, sind die Kenntnisse von den organischen Resten in unseren diluvialen Ablagerungen sehr unvollständig, und kein Naturfreund sollte die Gelegenheit unbenützt lassen, bei Terrainarbeiten ein wachsames Auge auf Aufschlüsse sowohl in Moränenschutt als auch in der Umgebung von Torflagern zu halten. Ganz unerwartet

kann man bei solchen Arbeiten auf pflanzenführende Ablagerungen stoßen, wie das z. B. beim Baue des Kaiser-Wilhelm-Kanals der Fall war, wo man im Bette desselben bei Grünenthal in Holstein eine schöne Fundstelle von fossilen Pflanzen der zweiten Interglacialzeit entdeckte.

## III. Das thurgauische Gebiet des Säntisgletschers.

In den vorigen Abschnitten haben wir das schweizerische Gebiet des Rheingletschers besprochen, und es ist nun unsere Aufgabe, auch noch einen Blick auf den Säntisgletscher, der allerdings nur einen kleinen Teil unseres Kantons bedeckte, zu werfen.

Die Eismassen, welche vom Säntisgebirge und den Churfirsten ausgingen, bedeckten ein Gebiet von zirka 780 km². Die Begrenzung dieses Gebietes wird gezeichnet im Süden und Südosten durch das Säntisgebirge, die Churfirsten und deren westliche Ausläufer bis zum Speer; im Westen durch die Speer-Hörnlikette; im Osten durch die Höhen, welche die Wasserscheide zwischen den Zuflüssen des Rheines und der Sitter bilden, also der Fähnern, des Hirschberges, des Gäbris, und im Norden endlich durch die Höhenzüge, welche unmittelbar südwärts des Thales Wil-St. Gallen sich hinziehen. Das ist in großen Zügen die Grenze dieses Gletschers, die im hinteren Thurgau noch etwas genauer bezeichnet wird durch die Linie Hörnli, Sternenberg, Sitzberg, Dußnang, Dietschwil, Kirchberg. Die Ablagerungen dieses Gletschers sind innerhalb der Grenzen unseres Kantons nur selten, bestehend etwa in vereinzelten Kalkblöcken des Säntisgebirges, während z. B. das Thal von Gähwil besonders in der Nähe von Müselbach, Bäbingen und Hänisberg mächtige Schuttablagerungen aufweist. Auf den Aeckern, Wiesen und in den Wäldern in der Nähe der genannten Ortschaften liegen eine Unzahl von Kalkblöcken, ja alle Häuser sind nur aus erratischen Steinen gebaut. Das Fehlen aber von den für den Rheingletscher charakteristischen erratischen Gesteinen innerhalb der nordwestlichen Grenze, also im Gebiete zwischen dem Tößthal, dem Hörnli, dem Murgthal und Turbenthal, Dußnang, weist darauf hin, daß der Säntisgletscher zur Zeit seiner größten Ausdehnung seine Eismassen mit sehr *wenig Schutt* beladen

bis dorthin vorgeschoben hat, um sich mit dem Linth- und Rheingletscher zu vereinigen.

Gerade auch bezüglich dieses Gebietes haben wir wieder eine Mahnung für den Naturfreund in Erinnerung zurückzurufen. Für das Verbreitungsgebiet der ehemaligen Gletscher gelten die erratischen Blöcke als sichere Kennzeichen, und mancherorts könnten noch sehr charakteristische Findlinge konstatiert werden, welche es ermöglichen, die Kontaktverhältnisse der einzelnen Gletscher zu bestimmen.

## IV. Hypothesen über die Ursachen der Eiszeiten.

Die ältesten der vielen Hypothesen knüpften an dieselben lokalen Verhältnisse an, von deren Untersuchung die Kenntnis der Erscheinung selbst ausgegangen war, nämlich an die Alpen. Charpentier nahm an, daß die *allmählige Verringerung* der *Höhe der Alpen* durch *Erosion* genüge, um auch eine Verringerung der Gletscherthätigkeit zu erklären. Escher v. d. Linth fand im *Föhn*, der nach ihm aus der *Sahara* stammt, den einer größeren Verbreitung entgegenwirkenden Faktor; derselbe sei aber erst seit jener Zeit wirksam, seit welcher die Sahara trocken gelegt sei, ein Vorgang, der sich nach ihm erst nach der Diluvialperiode abgespielt hat. Die Unhaltbarkeit dieser Hypothese liegt auf der Hand; die Theorie vom Föhn ist eine andere, und die Sahara bildete auch schon während der Diluvialzeit kein Meer mehr.

Später aufgestellte Hypothesen beziehen sich nicht auf die Alpen allein, sondern auf ganz Europa. Wir erwähnen folgende Erklärungen:

1) Man nahm an, daß der *Golfstrom* während der Diluvialzeit einen *anderen Weg*, weiter von Europa entfernt, genommen habe als jetzt und sah darin eine Ursache für das Sinken der mittleren Temperatur während der Eiszeit.
2) Nach anderen (Lyell) *wich* während der Diluvialperiode die *Verteilung von Land und Wasser* von der heutigen wesentlich *ab*, indem damals die *nördliche*, nicht wie jetzt die *südliche Halbkugel* die *wasserreichere Hälfte* der Erde war. Wie nun heute die südliche Halbkugel die Gletscher, selbst bis zum Meere herabsteigend, noch

unter Breiten besitzt, unter denen auf der nördlichen Hemisphäre die untere Gletschergrenze eine bedeutende Meereshöhe zeigt, so traten in der Diluvialzeit ähnliche Verhältnisse für die nördliche Halbkugel ein.

3) Andere haben die größere Abkühlung während der Diluvialzeit mit einer *geringeren Wärmeausstrahlung der Sonne* (zahlreichere *Sonnenflecken)* in Verbindung gebracht.

4) Die meisten Vertreter findet nun eine Hypothese, welche die *periodischen Schwankungen in der Excentrizität der Erdbahn* als Erklärung herbeizieht. Während *jetzt* die Sonne länger *nördlich* vom Aequator steht als südlich, kehren sich die Verhältnisse im Laufe der Zeit um. Als direkte Folgen eines solchen Wechsels in der Stärke der Insolation wird eine Verschiebung der jetzt nördlich des Aequators gelegenen Kalmenzone, eine Veränderung der Passate, die jetzt über den Aequator hinweg nach Norden wehen, und damit auch eine Veränderung der Meeresströmungen eintreten; eine weitere Folge davon ist die Erhöhung günstiger Bedingungen für die Entwicklung der jetzt auf ein Minimum reduzierten Gletscherthätigkeit auf der nördlichen Halbkugel.

Das sind, wie gesagt, nur Hypothesen. Heim sagt in seinem „Handbuch der Gletscherkunde“ bezüglich derselben:

„Bis zur Stunde müssen wir eingestehen, daß wir die tiefere Ursache der Eiszeit nicht kennen, so vielerlei verschiedene Gründe uns denkbar erscheinen mögen. Die Lösung auch dieser Frage ist der Zukunft überbunden.“

## B. Das Alluvium.

Ueber das Alluvium, die Ablagerungen der Gegenwart, können wir uns kurz fassen. Hierher gehören die gegenwärtigen Flußanschwemmungen, die Schuttkegel, die Schutthalden, die Torfmoore, die Tuffbildungen, die Bergschlipfe.

*Flußablagerungen* beobachten wir vornehmlich im Murg- und Thurthal, *Schuttkegel* in großer Zahl z. B. oberhalb Frauenfeld von Wellhausen bis Eschikofen und am Untersee von Mammern bis Ermatingen. Hier springen die Schuttkegel als

kleine Landzungen überall in den See vor, und die Ortschaften sind, wie im Thurthal, auf dieselben gestellt. Auch die Landzungen von Horn und Steinach, die Ebene westlich dem Dorfe Steinach, sowie bei Salmsach und bei Konstanz verdanken ihre Entstehung wesentlich den Anschwemmungen der Bäche.

Die Zahl der *Torfmoore* ist, wie die oben aufgestellte Tabelle zeigt, sehr groß. Sie sind meist von geringer Ausdehnung und ruhen wohl mit wenigen Ausnahmen auf Gletcherschutt. Da sich im Untergrund bei sehr vielen seekreideartiger Lehm vorfindet, so läßt dies auf die einstige Anwesenheit eines Seeleins oder Teiches schließen, in welchen der Torf nach und nach sich ansetzte, gerade so wie an den Seen in der Umgebung von Ossingen und Hüttwilen, welche heute zum größten Teile mit Torf erfüllt sind. Bezüglich der Ausbeute sei auf das zitierte Verzeichnis hingewiesen.

Ein eigentümliches altes Torfmoos, das zwischen Istighofen und Moos südlich von Bürglen liegt, muß noch erwähnt werden. In Nr. 194 vom 17. August 1857 brachte die „Thurg. Zeitung“ folgende erfreuliche Nachricht:

„Zwischen Moos und Istighofen ist ein Schieferkohlenlager entdeckt worden; die Kohlen selbst sollen den Steinkohlen im Brennen nichts nachlassen.“

Aber schon in Nr. 201 vom 25. August 1857 war in demselben Blatte zu lesen:

„Das Braunkohlenlager, das man bei Istighofen entdeckt haben wollte, hat sich bei näherer sachkundiger Untersuchung in ein Torflager verwandelt. Was den Irrtum einigermaßen entschuldigen mag, ist allerdings der seltene Fall, daß das Lager in der Tiefe von 12 bis 15 Fuß unter Letten liegt, und daß man eben gerne glaubt, was man wünscht.“

Der Torf scheint schon lange unter dem Lehm begraben zu sein, denn der über demselben liegende gelbe etwas sandige Lehm ist 1 bis 2 m, stellenweise sogar 3 m mächtig. Soll nun, wie man annimmt, dieser Lehm von dem dort vorbeifließenden, von Moos herkommenden Bächlein angeschwemmt worden sein, so käme man, wenn per Jahrhundert ein Niederschlag von 5 bis 6 cm Lehm angenommen wird, für eine mittlere Mächtigkeit von 2 m auf nahezu 4000 Jahre, während welcher der Torf begraben liegt. Die Ausbeute ist gegenwärtig nicht von großer Bedeutung.

*Tuffbildungen* sind in unserem Kanton nicht selten, eigentliche Tuffsteinbrüche aber fehlen.

An *Bergschlipfen* ist der Thurgau namentlich in seinem hinteren Teile sehr reich; es können solche in regenreichen Jahren immer beobachtet werden. Einerseits ist es der Glacialschutt, andernteils aber auch der durch die Atmosphärilien gelockerte und zersetzte Molasseboden, welcher bei andauerndem Regenwetter durchtränkt und breiartig wird, wobei dann die gelockerte Masse über die geneigten Flächen rutscht. Besonders reich an Schlipfen war der Sommer 1876, in welchem auch das Dorf Herdern gefährdet wurde.

---

Damit haben wir die Reihe der wechselvollen Ereignisse, welche unseren Kanton in der jüngsten geologischen Vergangenheit betroffen haben, erschöpft. Gewiß wird sich nun dem Leser die Frage aufdrängen, welche Dauer denn eigentlich geologische Zeiträume aufzuweisen haben. Da müssen wir ihm antworten, daß absolute geologische Zeitbestimmungen zu den schwierigsten Problemen gehören. Ein schönes Beispiel verdanken wir Herrn Prof. Heim in Zürich, welcher versuchte, die Dauer der *Postglacialzeit* zu berechnen. Wir wollen uns mit dieser Berechnung etwas näher bekannt machen.

Zwischen Treib-Seelisberg und Gersau liegt im Grunde des Vierwaldstättersees ein etwa 120 m hoher bogenförmiger Wall — eine Moräne, welche das Ende des Reußgletschers bei seinem Rückzuge in der letzten Periode der Eiszeit nach längerem Stillstand dort zurückgelassen hatte. Seither ist aller Schutt, welchen die *Muotta* aus den Bergen von Schwyz bei Brunnen dem See zuführte, oberhalb dieser mächtigen Barrière liegen geblieben. Das Volumen dieser Deltaablagerung läßt sich mit Hülfe der genauen Tiefenkarte des Sees berechnen, da der Urnersee oberhalb des Muotta-Deltas und der Arm des Sees unterhalb der Moränenbarrière, also sicher auch der ursprüngliche Seegrund direkt unter dem Delta einen einfachen Trog darstellt, mit flachem Boden und sehr steilen Wänden. Stellt man nun fest, wieviel Schutt und Schlamm die Muotta per Jahr in den See schwemmt, so erhält man, diese Zahl in das Deltavolumen dividierend, die Anzahl der Jahre, welche verflossen sind, seitdem das Delta durch die Ablagerung der

sperrenden Moräne im Seegrund angestaut wurde, somit seit der letzten großen Ausdehnung der Gletscher. Auf diese Weise verfahrend ist nun der genannte Gelehrte auf den Wert von 20—25000 Jahren gekommen. Andere, auf anderer Basis beruhende Berechnungen ergaben ungefähr das gleiche Resultat. Wenn auch die Zahlen variieren, so muß man bedenken, daß dies die erste absolute Zahl ist, die für ein bestimmt begrenztes geologisches Zeitintervall gewonnen ist. Ihre Größenordnung steht fest. Wir wissen somit, daß seit der Eiszeit weder Jahrhunderttausende noch gar Jahrmillionen verflossen sind, sondern Jahrzehntausende. Berücksichtigt man nun noch die Größe der Erosion und die Mächtigkeit der Schotterbildungen, so ergibt sich schätzungsweise ein Zeitraum von hunderttausend Jahren, der seit Beginn der Gletscherperioden verstrichen ist. Manche Geologen sind erstaunt über die verhältnismäßig kleine Zahl; doch ist ja die Gletscherperiode nur das letzte Blatt in dem enorm umfangreichen Buche der Erdgeschichte!

## Litteraturverzeichnis.


Aeppli, Aug., Zwei Kiesgruben. Schweiz. pädag. Zeitschrift. VI. Jahrgang. 1896.

— Aus der Geschichte der Erde. Schweiz. pädag. Zeitschrift. VII. Jahrgang. 1897.

Credner, H., Elemente der Geologie.

Credner, G. R., Die Deltas. Ergänzungsheft Nr. 56 zu Petermanns „Geographischen Mitteilungen.“

Früh, J., Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. Denkschriften der schweiz. naturf. Gesellschaft. Band XXX.

— Zur Geologie von St. Gallen und Thurgau. Bericht über die Thätigkeit der St. Gall. naturw. Gesellschaft. Jahr 1884/85.

— Die Drumlins-Landschaft mit spezieller Berücksichtigung des alpinen Vorlandes. Bericht über die Thätigkeit der St. Gall. naturw. Gesellschaft. Jahr 1894/95.

— Anleitung zu geologischen Beobachtungen, zur Kontrolle von Aufschlüssen etc. innerhalb der Blätter Duf. IX und IV. Bericht über die Thätigkeit der St. Gall. naturw. Gesellschaft. Jahr 1895/96.

— Wie die Oberflächenformen des Thurgaus entstanden sind. Nach dem Vortrage gehalten an der Jahresversammlung der

Thurg. naturf. Gesellschaft am 12. Oktober 1898. Sonntags-Blatt der „Thurgauer Zeitung“ Nr. 44. 1898.

Gutzwiller, A., Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. XIX. Lieferung.

— Das Verbreitungsgebiet des Säntisgletschers zur Eiszeit. Bericht über die Thätigkeit der St. Gall. naturw. Gesellschaft. Jahr 1871/72.

— Die Diluvialbildungen der Umgebung von Basel. Verhandlg. der naturf. Gesellschaft in Basel. Band X. Heft 3.

Heer, Osw., Die Urwelt der Schweiz.

Heim, A., Handbuch der Gletscherkunde.

Letsch, E., Die schweizerischen Molassekohlen östlich der Reuß. Beiträge z. Geologie d. Schweiz. Geotechnische Serie, I. Lfrg.

Naegeli, Otto, Ueber die Pflanzengeographie des Thurgau. Mitteilg. der Thurg. naturf. Gesellschaft. 13. Heft.

Schröter, C., Die Flora der Eiszeit.

Weber, A., Versuch eines Ueberblicks über die Vegetation der Diluvialzeit in den mittleren Regionen Europas. Naturw. Wochenschrift 1899. Nr. 45/46.

Würtenberger, Th., Phytopalaeontologische Skizzen. Mitteilg. der Thurg. naturf. Gesellschaft. 13. Heft.