

Der Lech.

Seine Entstehung, sein Lauf und die Ausbildung seines Thales in den
verschiedenen geologischen Zeiträumen.

Von

Dr. K. Winter.

Im Jahre 1893 hielt ich im naturwissenschaftlichen Vereine einen Vortrag über obiges Thema. Von Freunden der Sache zu einer Erweiterung und Vervollständigung des Stoffes aufgefordert, nahm ich in den folgenden Jahren noch eine grosse Reihe von informierenden Exkursionen in verschiedenen Teilen des Lechthales vor, namentlich in der Umgebung von Füssen, Pfronten und Nesselwang.

Das Ergebnis dieser Arbeiten im Felde, zu welchen sich noch ein genaues Studium der geologischen Verhältnisse in dem Gebirgstheile des Flusssystemes des Lechs gesellte, wie sie namentlich in den Werken der österreichischen Geologen, insbesondere v. Richthofen's, niedergelegt sind, wurde in drei Vorträgen im Winter 1896 in der hiesigen Alpenvereins-Sektion einem grösseren Kreise vorgelegt, zu welchem auch die Mitglieder unseres Vereins geladen wurden.

Den Inhalt der folgenden Arbeit soll der Versuch einer geologischen Geschichte des Lechthales bilden. Es soll zuerst eine Schilderung des geologischen Untergrundes seines Thalsystems gegeben werden, die Entstehung und Gliederung der einzelnen Gesteinsschichten und ihre weitere Ausbildung durch Schichtung und Faltung. Ferner soll angegeben werden, wie auf diesem geologischen Untergrunde der Ursprung des Lechs und die erste Thalbildung in grauer Vorzeit sich vollzog, und auf welche Weise die Erweiterung und weitere Ausbildung der Thalrinne im Laufe der geologischen Zeiträume vor sich ging, bis schliesslich das vollendete Lechthal entstand, in der Form, wie wir es in der Gegenwart vor uns sehen.

Allgemeines über den Lauf des Lechs und die Einteilung desselben.

Von einer geographischen Schilderung des Laufes des Lechs kann, als allgemein genügend bekannt, wohl abgesehen werden; ausserdem ergibt jede einfache Karte des betreffenden Gebietes hinreichenden Aufschluss über die in Folgendem näher bezeichneten Örtlichkeiten.

Für unsern Zweck teile ich den gesamten Lauf des Lechs ein:

- 1) in einen Oberlauf oder den im Gebirge gelegenen Teil desselben, von der Quelle des Lechs bei Dalaas in Vorarlberg bis zum Austritte aus demselben in die schwäbisch-bayerische Hochebene bei Füssen, und
- 2) in einen Unterlauf oder den auf der schwäbisch-bayerischen Hochebene gelegenen Abschnitt, von Füssen bis zur Mündung des Lechs in die Donau, unterhalb Rain bei Lechsend.

Diese Zweiteilung ist nicht allein geographisch gerechtfertigt, weil der Oberlauf, wie angegeben, lediglich dem Hochgebirge angehört, während der Unterlauf in der Hochebene sich befindet, sondern dieselbe muss hauptsächlich auch aus geologischen Gründen gemacht werden, da die erste Anlage und die erste Ausbildung des Ober- und Unterlaufs nicht gleichzeitig vor sich gingen, sondern in geologisch weit auseinanderliegenden Zeiten Platz griffen. Während nämlich der Oberlauf, also der Gebirgstheil des Lechs, schon zur Tertiärzeit, vielleicht sogar noch früher, zur Kreidezeit seine erste Anlage erfubr, und auch die grundlegende Ausbildung und Erweiterung des Thales des Lechs und seiner im Gebirge befindlichen Nebenthäler in diese Zeit fällt, so war auch damals sein Lauf nur auf dieses Stück beschränkt. Der Lech endete früher schon bei Füssen und seine Wasser ergossen sich hier in das grosse Tertiärmeer, welches die jetzige schwäbisch-bayerische Hochebene zwischen dem Jura und dem bayerischen Walde einerseits und dem jetzigen Nordabfall der Alpen andererseits cinnahm. Der Unterlauf des Lechs dagegen von Füssen bis zur Mündung in die Donau, also sein der Hochebene zugehöriger Teil, ist viel späteren Datums. Die erste Anlage dieses Stromstückes fällt, wie wir später noch des Näheren ausführen werden, erst in den Anfang des Diluviums, noch vor Auftreten der Eiszeit.

I. Oberlauf oder Gebirgs-Teil des Lechs.

1. Einteilung.

Der Oberlauf des Lechs zerfällt, wenn wir die geologische Entstehung und Ausbildung seines Untergrundes, sowie die Art und Weise betrachten, wie derselbe sein Thalsystem und das seiner Nebenflüsse auf diesem Terrain ausgebildet hat, in fünf Abschnitte.

Der erste Abschnitt umfasst das Areal von der südlichen Wasserscheide des Lechs und seiner Nebenflüsse bis zum Gries-Bach einerseits, und dem Stromstücke des Lechs von Lechleiten bis Elbingenalp andererseits. Die südliche Begrenzung sind die Bergzüge nördlich der beiden grossen Längsthäler, des Stanzerthales, welches von dem Sanna- und Rosanna-Bache durchflossen wird, und jenseits des Knotenpunktes (des Arlberges) seine Fortsetzung in derselben ost-westlichen Richtung in dem Illthale von Langen bis Bludenz findet. Die nördliche Begrenzung, eben das Stromstück von Lechleiten bis Elbingenalp, möchte ich als den Sammelkanal oder das Sammelstück für eine grosse Anzahl von Nebenflüssen des Lechs bezeichnen, die einander parallel laufend, ebenso wie der eigentliche oberste Quellast des Lechs von der Quelle an der roten Wand bis Lechleiten das eigentliche Quell- und Einzugs-Gebiet für die Bildung des Lechs vorstellen. All' diese von Süd nach Nord verlaufenden Thäler haben das Gemeinsame, dass sie Quer- oder Durchbruchsthäler vorstellen, welche die ungefähr von West nach Ost verlaufenden Sättel und Mulden der dort durchziehenden Gebirgsfalten in nahezu rechtem Winkel durchschneiden.

Zu diesen Quellflüssen des Lechs gehören ausser dem Stromstücke des Lechs selbst von der Quelle bis Lechleiten in der Richtung von West nach Ost die einander ungefähr parallel verlaufenden Thalrinnen des Zürser-Baches, des Bock-Baches, des Grabbaches; ferner der Almejur- mit dem Kaiser-Bache, der Sulzbach, der Alperschonbach mit seinen drei Wurzeln, dem Röth- Parseier- und eigentlichen Alperschon-Bache und endlich der Griessbach im Osten, in der Nähe von Elbingenalp.

Sie alle haben also das Gemeinsame, dass sie auf demselben Gebirgsrücken nördlich des Stanzer- und Ill-Thales entspringen, in ihrem Laufe von Süd nach Nord die ihnen quer

vorgelagerten zwei Hebungswellen des Gebirges durchbrechen und sich in das von West nach Ost verlaufende Sammelstück von Lechleiten bis Elbingenalp ergiessen.

Den zweiten Abschnitt bildet das schon erwähnte Sammelstück; es verläuft im Gegensatze zu den Quellbächen in einem Längsthale und zwar annähernd parallel der dritten Hebungswelle.

Der dritte Abschnitt geht von Elbingenalp bis Weissenbach oberhalb Reutte. In ihm durchbricht der Lech in einem Querthale einen gleichmässig in Schuppenstruktur gefalteten Gebirgsteil in schiefer Richtung auf die Hebungswelle 3—5, und zwar in der Richtung von Südwest nach Nordost.

Den vierten Abschnitt bildet der Kessel von Reutte von Weissenbach an bis gegen Vils. Wir werden später auf seine abweichende, ziemlich komplizierte Struktur in Kürze zurückkommen.

Den fünften Abschnitt bildet das frühere Mündungsgebiet des Lechs in das früher die schwäbisch-bayerische Hochebene bedeckende Meer. Für unsere Zwecke sind hauptsächlich die Terrain-Verhältnisse zwischen Grünten—Edelsberg und Trauchgebirge hier einschlägig, also die Gegend um Nesselwang, Pfronten, Füssen und Trauchgau.

2. Geologischer Aufbau des Untergrundes.

a) Allgemeines.

Zur Erkenntnis der Art und Weise der ersten Entstehung und der weiteren Ausbildung eines Strombettes ist es unerlässlich, den Bau und die Gliederung des dem Strome als Unterlage dienenden Untergrundes, wenigstens in den Hauptzügen kennen zu lernen. Wir werden also kurz anzugeben haben, aus welchen Schichten und in welcher Gliederung derselben der Untergrund sich bildete, und wie er später aus dem Meere sich hervorhebend in Sättel und Mulden gelegt wurde, ob sich Hauptverwerfungen bildeten etc. Es soll also eine kurze Schilderung des ganzen Aufbaues dieses Teiles der Ostalpen und seiner Schicksale im Laufe der geologischen Zeiträume gegeben werden.

Daran anknüpfend können wir dann Anhaltspunkte gewinnen, wie wir uns die erste Entstehung und die spätere Ausbildung des ganzen Stromlaufes des Lechs vorzustellen haben.

Der ganze Flächenraum, welchen jetzt das Thalsystem des Lechs und seiner Nebenflüsse einnimmt, bildet bekanntlich einen Teil der Ostalpen.

In den Ostalpen können wir einen krystallinischen Centralzug und zwei nördlich und südlich demselben vorgelagerte Kalkzonen unterscheiden.

Das ganze Thalsystem des Lechs fällt nun in den Bereich der nördlichen Kalkalpen. Wir haben im Folgenden uns also nur mit der Bildung und dem Aufbau desjenigen Teiles der nördlichen Kalkalpen zu beschäftigen, welche dem Stromsysteme des Lechs angehören.

Wir müssen also von einer Schilderung der Entstehung und des Baues der Ost-Alpen in früheren geologischen Zeiträumen absehen, und wollen nur zum besseren Verständnisse des Folgenden einige kurze Bemerkungen voraus schicken.

Eine erste Faltung der Ostalpen, eine Erhebung über das Meer und eine erste Gebirgsbildung fällt schon in die Steinkohlenzeit, wenn auch diese erste Bildung damals noch nicht die Höhe und Ausdehnung unserer heutigen Alpen erreicht haben mag. Wir müssen uns dasselbe als einen sanften, welligen Höhenrücken von nur mässiger Erhebung vorstellen, dessen Nord- und Süd-Ufer von einer Reihe von grossen Sümpfen umsäumt war, in welchen die üppige Flora der Steinkohlenzeit wucherte.

Diese erste Gebirgs-Anlage verschwand vollständig wieder, d. h. es wurde nach und nach wieder vom Meere bedeckt und seine Schichtenköpfe wurden vom Meere in eine schiefe Abrasionsfläche verwandelt.

Die folgende Permzeit verlief in den Ostalpen sehr stürmisch; der grosse Porphy-Ausbruch bei Bozen und der grosse Vulkan bei Predazzo im Fleimserthale gehören unter anderm dieser Zeit an. Aus den Trümmern des zerstörten Steinkohlengebirges bildete sich der sogenannte Verrucano, eine versteinungsarme, aus meist groben Konglomeraten bestehende Schicht, die in ganz Vorarlberg und auch in unserm Lechgebiete den tiefsten Untergrund bildet für die nun in mehreren geologischen Epochen sich gleichmässig Schichte über Schichte im Meere bildenden Ablagerungen.

In dem vom Lechsysteme eingenommenen Teile der Kalkalpen bedeckte Meer von wechselnder Tiefe diesen Untergrund

und während der ganzen Trias-Zeit, welcher der Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper angehört, sowie während der Zeit des unteren Juras, der Liaszeit, schlugen sich gleichmässig und ungestört, konkordant über einander liegende Schichten über Schichten in diesem nördlich der krystallinischen Mittelrippe liegenden Terrain nieder.

Wir müssen uns den in diesem langen Zeitraume gebildeten Schichtenkomplex als eine grosse, zusammenhängende Platte oder Tafel vorstellen. Dieselbe schloss sich im Süden längs der Linie Sanna-Rosanna-Thal, Arlberg, Illthal an den krystallinischen Kern an; im Norden reichte sie bis zum jetzigen Nordabfall der Alpen gegen die Hochebene oder wahrscheinlich bis zu dem vorliegenden, vom Böhmerwald zwischen Linz und Passau bis zur Schweizer-Centralkette in der Gegend des Tödi sich erstreckenden, später noch des Näheren zu besprechenden vindelicischen krystallinischen Gebirgsrücken. Im Ost und West des vom Lech gegenwärtig bedeckten Areal der Ostalpen fanden wohl die gleichen Absätze in dem nördlich des alpinen Centralzuges befindlichen Meere statt; jedoch sind ihre Schicksale in späteren Perioden abweichend von denjenigen, welchen diese Platte später unterworfen wurde.

In dieser konformen Ausbildungsweise des Terrains kann wohl auch die Ursache dafür gesucht werden, dass sich gerade auf diesem Terrain ein einheitliches, zusammengehöriges Flusssystem im Laufe der Zeit ausbildete.

b) Geologischer Aufbau der Schichten des Untergrundes. (Zusammensetzung der Tafel.)

Im Folgenden soll in Kürze die Zusammensetzung der Untergrunds-Tafel gegeben werden. Wir werden am besten thun, ein Profil zu schildern, wie es am Südrande der Tafel im Anschluss an das krystallinische Central-Massiv, gegenwärtig leicht zugänglich, aufgesucht werden kann.

Am ganzen Südrande, d. h. im Sanna- und Rosanna-Thale oder im Illthale findet man im Thalgrunde die Phyllithülle der Centralalpen in Gestalt von Thonschiefer, Kalk- und Quarz-Thonschiefer anstehen.

Wenn man von Pians oder von Strengen, von Pettneu oder St. Anton aus vom Thale aus nordwärts ansteigt, um über die Par-

seierspitze oder über irgend einen Pass, wie den Kaiser- oder Almejur-Pass ins Lechthal zu gelangen, so überschreitet man vom Thale aus, mit den Phyllitschiefern beginnend, nach und nach den ganzen Schichtenkomplex, welcher konkordant übereinander gelagert in der ganzen Trias- und Lias-Zeit im Meere sich niederschlug und die oben genannte Tafel bildete.

In Pians selbst liegt das Bett der Sanna und der untere Teil des Ortes, so namentlich auch die allbekannte alte Post, noch auf krystallinischem Schiefer, dem Phyllit oder Thonglimmerschiefer.

Den besten Aufschluss gibt weiter die Gasillschlucht, in welche man mit einiger Mühe ziemlich tief eindringen kann. Im Bachbette selbst liegt eine überreiche, alle Farben durchlaufende Auswahl der verschiedenartigsten, weiter oben bis zur Spitze anstehenden Gesteine.

Weiter aufwärts, respekt. tiefer in der Schlucht folgen Partnach-Schichten, dann der Arlbergkalk, welcher hier der Vertreter des erst weiter westlich im Zugspitzgebiete, oder weiter nördlich, am Saume des Gebirges bei Reutte in der Gimpel- und Gern-Spitze und dem Säuling etc. auftretenden Wetterstein-Kalkes ist.

Derselbe erweist sich, auch wegen seiner Versteinerungleere, als Absatz eines tiefen Meeres, während der darüber folgende Horizont der Raibler-Schichten, in einem seichteren Meere gebildet, eine reichere Meeres-Fauna aufweist.

Es folgt nun, bereits die Wände oberhalb Grins bildend, der Hauptdolomit. Derselbe wurde in einem langsam immer tiefer werdenden Meere niedergeschlagen, ist versteinerungsarm, zeichnet sich aber hauptsächlich dadurch aus, dass seine viele Hunderte von Metern im Durchmesser haltenden Schichten weitaus den grössten Raunteil in unserm Gebiete einnehmen. Die meisten Berge, ja ganze Gebirgsstöcke, sowie die Gipfelpartien vieler hohen und schroffen Berge sind hauptsächlich aus Hauptdolomit aufgebaut. Namentlich nimmt derselbe in dem östlich vom Almejur-Bache und Lech von Elbingenalp abwärts gelegenen Gebiete, unter Zurücktreten und Auskeilen der übrigen Formationsglieder, ganz bedeutend zu, und wird fast allein zur herrschenden Gesteinsart.

Auf seinen mächtigen Schichtenkomplex folgen die Kössener Schichten, welche nur wenige Meter mächtig sind, aber durch grossen Reichtum an Versteinerungen sich auszeichnen.

Über ihnen folgt als Schluss der Keuper-Formation noch eine Kalkbildung, der Dachsteinkalk oder die rhätischen Schichten. Dieselben sind in unserm Gebiete nicht besonders mächtig und erreichen ihre Hauptentwicklung erst weiter im Osten, namentlich vom Berchtesgadener Lande an und im Dachsteingebiete, woher sie ja ihren Namen haben. Dennoch sind sie überall in unserm Gebiete anzutreffen.

Bis hierher geht das Gebiet der Trias, dessen beide untern Glieder, der Buntsandstein und der Muschelkalk, wohl überall im Untergrunde unseres ganzen Gebietes als vorkommend anzunehmen sind, dessen letztes Glied, der Keuper, aber wohl den Hauptbestandteil unserer ganzen Platte der Quantität nach ausmachen wird.

Konkordant aufgelagert, und ohne Störung sich in demselben Meere weiter absetzend, ohne dass in diesen langen Zeiträumen je ein Auftauchen über das Meer stattgefunden hätte, folgt der Eintritt einer neuen geologischen Epoche, d. i. des Jura-Zeitalters.

Bekanntlich teilt sich der Jura in die 3 Formationen des Lias, des Doggers und des Malms. Nur der erstere ist im ganzen Gebiete konkordant abgelagert, während der Dogger fast ganz fehlt, und wie die dem Malm zugehörigen Schichten mehr am Nordrande unseres Gebietes aufgefunden wird.

Das unterste Glied des Lias bilden die Adnether Schichten. Obwohl nicht besonders mächtig (nur wenige Meter), zeichnen sie sich doch besonders aus durch eine intensiv rote bis rotbräunliche Färbung ihrer Schichten, so dass sie schon von weitem sich erkennen lassen, und uns dadurch das beste Hilfsmittel abgeben, schon von der Ferne die Grenze zwischen Trias und Lias erkennen zu können. Das bekannte rote Band, welches sich schief durch das Massiv der Parseierspitze hinzieht, besteht aus Adnether Schichten, also der tiefsten Lage des Lias in unserem Gebiete.

Über ihnen folgen, die Spitze der Parseierspitze bildend, die Algäuer Flecken-Mergel. Ihre Hauptausdehnung haben sie im Algäu. Der leichten Verwitterungsfähigkeit ihrer lettigen und mergeligen Gesteine verdankt das Algäu hauptsächlich seinen Reichtum an ausgezeichneten, grasreichen Alpenweiden. Dagegen macht sich dieselbe an der Parseierspitze und Umgebung sehr

unangenehm in der grossen Brüchigkeit und Splitterung des Gesteines bemerkbar.

Hiemit schliesst für unser Gebiet die Reihe der Schichtenkomplexe nach oben ab. Was noch an Schichten von jüngerem Zeitalter, also vom mittlern und obern Jura (Dogger und Malm), ferner von der Kreide-Formation und vom Flysch im eigentlichen Hochgebirge weiter aufzufinden ist, schliesst sich in einzelnen untergeordneteren Zügen mehr an den Norden der Kalkalpenkette an *).

Mit den Ablagerungen des Lias schliesst also die Reihe der Schichten ab, welche konkordant übereinander, ungestört innerhalb langer Zeiträume, wie die Blätter eines riesigen Buches, in einem Meere von wechselnder Tiefe abgelagert wurden.

3. Erste Anlage des Flussnetzes des Lechs.

Als die Ostalpen anfangen, aus dem Meere emporzutauchen, erhob sich zuerst die Mitte derselben, die jetzigen krystallinischen Central-Alpen, über das Wasser. Dieses erste Festland bildete anfangs aber nur einen flachen, langhin sich erstreckenden, von West nach Ost verlaufenden Höhenzug. Nördlich an diesen schlossen sich die Schichten der Trias und des Lias, welche wir uns als grosse, einheitlich zusammengesetzte Platte oder Tafel zu denken haben. Da nun diese Tafel mit ihrem Südrande längs einer Linie, welche entlang dem Stanzerthale über den Arlberg sich hinzieht und im Illthale bis gegen Bludenz sich fortsetzt, an das krystallinische Centralmassiv angrenzt und demselben in dieser Linie an- und aufliegt, so musste bei einer Hebung des letzteren zuerst die südliche Partie der Tafel über das Meer emportauen. Es bildete sich dadurch eine schiefe Ebene heraus, welche in der Südzone, längs der Linie Sanna-Illthal am Höchsten erhaben war und wodurch sich ein ziemlich gleichmässiges, von Süd nach Nord verlaufendes Gefäll herstellen musste.

Die auf eine sogestaltete Tafel auffallenden ersten Niederschläge mussten sich naturgemäss in einer Anzahl paralleler, von Süd nach Nord gerichteter Furchen sammeln, bis aus einer andern Ursache sich eine Modifikation des ersten Laufes derselben ein-

*) Wir werden weiter unten noch Gelegenheit finden, kurz darauf zurückzukommen.

stellte. In der That sehen wir dieses Postulat in grosser Regelmässigkeit auftreten. Nicht nur hält das oberste Quellstück des Lechs, von der Quelle bis Lechleiten, diese Richtung ungefähr von Süd nach Nord ein, sondern auch das ganze, oben angeführte System der seitlichen Quellbäche des Lechs bewegt sich in einander so ziemlich parallelen Furchen in derselben Richtung von dem südlichen wasserscheidenden Kamm der Höhenzüge nördlich des Saana- und Illthales nach Norden. Hieher gehören der Bockbach und Grabbach, der Almejur- mit dem Kaiser-Bache, der Sulzbach, der Aperschon- mit dem Parseier- und Röth-Bache und endlich der Griesbach.

Ein derart gestaltetes System von Thälern, welche von einem gemeinsamen Hauptkamme ausgehend, in zu einander paralleler Richtung nach einer Himmelsrichtung hin in ein Bergmassiv eingefurcht sind, kommt ziemlich häufig vor. Ich erinnere nur an die von dem krystallinischen Hauptkamme der Ostalpen zwischen Grossglockner und Dreiherrnspitz in parallel nach Norden gerichteten Thälern ablaufenden Gewässer des Grossarl- und Kleinarl-Thales, des Gasteiner-, Rauris- und Kapruner-Thales etc.

Auch der oben als dritter Abschnitt bezeichnete Teil des Lechthales, von Elbingenalp bis Weissenbach, oberhalb Reutte, muss als derselben ursprünglichen Steigung der Tafel von Süd nach Nord seine erste Anlage zu verdanken habend, betrachtet werden. Die bei Elbingenalp vereinigten Gewässer der oberen Quellflüsse verdanken also ebenfalls dieser Neigung der Tafel die erste Anlage ihrer von Südwest nach Nordost gerichteten Thal-furche.

Über die mutmassliche Entstehung des zweiten Thalabschnittes des Lechs, des sogenannten Sammelstückes von Lechleiten bis Elbingenalp, können wir erst am Schlusse des folgenden Abschnittes des nähern berichten.

4. Weitere Ausbildung des Gebirges durch Faltung der Tafel.

Im Verlaufe der weiteren Erhebung der Ostalpen und speciell des uns interessierenden Gebietes trat auf demselben in Folge eines gewaltigen, wahrscheinlich von Süd nach Nord gerichteten Zusammenschubes desjenigen Theiles der Erdrinde, welchen gegen-

wärtig unsere Alpen bedecken, die Bildung von einzelnen, parallelen, entsprechend dem Süd-Nord-Schube, von West nach Ost verlaufenden Hebungswellen ein. (Genauer bezeichnet verlaufen in unserm Gebiete die Hebungswellen in Stunde 5 des geologischen Kompasses, also von West-Südwest nach Ost-Nordost.)

Wir zählen vom Sanna-III-Thale nördlich bis in die Gegend von Reutte 5 solcher Hebungswellen. Die Zählung beginnt im Süden mit dem Sanna-, Rosanna- und Illthale. Die erste Hebungswelle besitzt nur einen Nordschenkel, da der Südschenkel am Abhange der genannten Thäler durch eine gewaltige Erosionsarbeit entfernt ist. Die zweite Erhebungswelle ist lokal in zwei Mulden mit dazwischenliegendem flachen Sattel geteilt, welcher letzterer aber bald wieder im Untergrunde verschwindet, so dass weiter nach Osten hin die Einheit der Mulde wieder hergestellt ist. Es folgt die dritte Hebungswelle, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass, wie wir später noch des nähern sehen werden, der zweite Lechthalabschnitt oder das Sammelstück parallel der Hebungswelle verläuft, während die 4 übrigen von den einzelnen Flussabschnitten quer durchbrochen werden. Die noch folgenden Hebungswellen 4 und 5 folgen in dem Gebiete von Elbingenalp weiter nach Norden zu.

Die Bildung dieser parallelen Hebungswellen müssen wir uns als langsam und in grossen Zeiträumen vor sich gehend vorstellen. Zuerst wurden nur flache Züge gebildet; es bildete sich eine Anzahl langgezogener Sättel mit je einer zwischen zwei Sätteln befindlichen Mulde. An jedem Sattel unterscheidet man zwei Schenkel, einen Süd- und einen Nord-Schenkel. Diejenige Linie, welche die höchsten Teile des Sattels mit einander verbindet, heisst die Antiklinallinie; sie läuft also längs der höchsten Wölbung der Sättel.

Bei Fortdauer des Zusammenschubes der Tafel wurden zunächst die beiden Schenkel der Sättel einander genähert; die Wölbungen der Sättel wurden dadurch steiler gestellt. Es näherten sich die beiden Schenkel immer mehr, bis endlich an der stärksten gebogenen Stelle das Gewölbe in der Antiklinallinie riss. Bei weiterer Fortdauer des Druckes überkippten die früher senkrecht gestellten Schenkel und schliesslich schob sich der eine Schenkel über den von ihm bedeckten Schenkel vollständig hinauf. Die Folge war, dass der eine Schenkel zerdrückt und aus-

gewalzt und von dem darüberliegenden Schenkel bedeckt und vollständig verhüllt wurde. Der Südschenkel der einen Hebungswelle schob sich also auf den Südschenkel der nördlich folgenden Welle hinauf, so dass der Nordschenkel zerdrückt in der Tiefe zurückblieb.

Die Bruchenden am oberen Teile des Sattels wurden später durch Erosion entfernt. Dieses System von übereinandergeschobenen und überkippten Flügeln nennt man eine Schuppen-Struktur. Während die erste und zweite Hebungswelle unseres Gebietes in Gestalt von Mulden und Sätteln ausgebildet ist, beginnt die Schuppenstruktur des Gebirges mit der dritten Hebungswelle und setzt sich nordwärts in der vierten und fünften bis in die Umgebung von Reutte fort.

5. Ausbildung des Lechthales in diesem Faltungsgebirge.

a) Allgemeines.

Wir haben in einem früheren Abschnitte gesehen, wie wir uns die erste Anlage der Thalfurchen auf der ursprünglich als schiefe Ebene aus der Meeresüberdeckung auftauchenden Platte zu denken haben. Wenn wir nun heutzutage sehen, dass der Lech die ursprünglich eingenommene Richtung trotz der quer auf seinen Lauf gerichteten Hebungswellen beibehält, so bieten sich uns hiefür zwei Möglichkeiten dar. Die Theorie des Rückwärtseinschneidens der Thalfurche von der Mündung gegen die Quelle zu ist für unsern Fall wohl nicht recht annehmbar. Besser dient die zweite Theorie zur Erklärung. Man muss sich nämlich den ganzen Vorgang der Faltung und Aufrichtung der Gebirgswellen als sehr langsam in ungeheuer langen Zeiträumen vor sich gehend vorstellen, so dass die Gewässer Zeit hatten, in den zuerst angelegten Abwässerungsfurchen sich immer tiefer mit Hilfe des massenhaft mitgeführten Gerölles in den Untergrund einzusägen, trotzdem die Richtung der beginnenden Faltung und der Hebungswellen von West nach Ost fast quer auf die Süd-Nord-Richtung des Lechthales sich stellte.

b) Struktur der einzelnen Thal-Abschnitte.

Das oberste Quellstück des Lechs von seiner Quelle bis Lechleiten, ferner die demselben parallel laufenden Quellbäche vom

Bockbache im Westen bis zum Almejur- und Gries-Bache im Osten durchschnitten im Laufe der Zeit nach und nach die ersten zwei Hebungswellen und die zwischen ihnen liegenden Mulden quer auf ihren Verlauf; d. h. das auf der Tafel ursprünglich fest eingezeichnete erste System von Parallel-Rinnen hatte Zeit, sich immer mehr zu vertiefen und mit der Erhöhung des Schichten-systems in der Ausnagung desselben gleichen Schritt zu halten.

Nachdem das Quellstück des Lechs die beiden ersten Hebungswellen durchbrochen, biegt er bei Lechleiten aus der Süd-Nord-Richtung in eine west-östliche ein. Er fließt hier in einer tief ausgenagten, engen Thalschlucht, die sich von Lechleiten bis Steg erstreckt. Hier verlässt er die Enge und fließt von da an in einem weiten, reich bevölkerten, mit Ortschaften übersäeten Thale bis Elbingenalp. Von der Umbiegungsstelle bei Lechleiten bis Elbingenalp fließt der Lech von West nach Ost in einem Längsthale, und zwar liegt der ganze Thalabschnitt (das früher sogenannte Sammelstück) meist parallel dem Dolomitzuge der dritten Hebungswelle. Zur Erklärung dieses auffallenden Umbiegens in der Richtung und des Verlaufs parallel einer Hebungswelle im Gegensatze zu den weiter aufwärts und auch abwärts die Südnordrichtung beibehaltenden Stromstücken ist vielleicht anzunehmen, dass die dritte Hebungswelle gleich bei ihrer ersten Anlage sich den Quellbächen in einer Höhe entgegenstellte, welche dieselben zwang, längst derselben hin ihren Weg zu suchen. Erst nach Vereinigung der sämtlichen Quellläste war dann ihr Wasser-reichtum hinreichend angewachsen, um das Hindernis durchbrechend wieder die alte Richtung stromabwärts nach Norden aufzunehmen.

Die meisten dieser Quellbäche haben auch das Gemeinsame, dass ihre Mündung in das Sammelstück des Lechs durch diesen Zug von Hauptdolomit versperrt ist, und dass sie daher gezwungen sind, in engen Klammern sich den Weg zum Hauptstrom zu bahnen. Diese klammähnlichen Einrisse sind sehr ein-förmig. Während in tiefer, unzugänglicher Schlucht der wilde Bergstrom braust, sind die Steilgehänge gegen die Tiefe zu bewaldet, wogegen von den Höhen beiderseits tieferissene Tobel und Steingerölle herabziehen. Man muss daher, um vom Hauptthale in diese Nebenthäler zu gelangen, meist über zwei Stunden lang steil und hoch am Seitenhange hinaufsteigen. Oben öffnet

sich dann das Thal und man gelangt in die oberen weiten Thalmulden. Hier sammeln sich dann die radienförmig zusammenfließenden primären Quellläste, die sich an den Grenzen des Dolomitzuges vereinigen, während im Dolomit selbst kein weiterer Zufluss zuströmt.

Im Thalabschnitte von Elbingenalp bis Weissenbach oberhalb Reutte biegt der Lech wieder in die alte Richtung über mit einer geringen Abweichung, so dass hier die Hauptstromrinne von Südwest nach Nordost gerichtet ist und die quer vorliegenden Hebungswellen im schiefen Winkel durchschneidet. Die geologische Struktur des Untergrundes ist in diesem Abschnitte sehr einfach und einförmig. Es kommen die Hebungswellen 3—5 in Betracht, welche sämtlich in Schuppenstruktur mit steilem südlichen Einfallen (also überkippt) die Bildung des Gebirges beeinflussen. Hebungswelle 4 ist nur schwach ausgebildet, vollständig dagegen die dritte und fünfte.

Es folgen hier die Gebirgsrücken und selbst die Seitenthäler dieses Abschnittes vollständig der Richtung der Hebungswellen resp. der dazwischen befindlichen Mulden von West nach Ost. Selbst die Senkungen im Schichtensysteme, welche von der Zone der weicheren Algäuer Fleckenmergel verursacht werden, und meist die Seitenthäler aufnehmen, lassen sich über das breite Lechthal hinweg verfolgen. Nur der Hauptstrom selbst durchschneidet Mulden wie Höhenzüge in schiefem Winkel. Weiche Kössener Schichten erreichen das Lechthal beim Wasserfallbache und gehen südlich von Elmen auf die andere Thalseite. Der Dolomit der dritten Welle überschreitet bei Stockach, derjenige der vierten oberhalb Hornbach und derjenige der fünften zwischen Stanzach und Weissenbach das Lechthal.

Die Nebenthäler dieses Abschnittes auf der rechten Lechseite, wie das Grammais-, Pfafflar-, Namloser- und Rothlech-Thal, haben das Gemeinsame, dass ihr Mündungsteil in den Hauptstrom ebenfalls in tiefen, klammähnlichen Einschnitten verläuft. Auf sie passt auch für den Zugang zu denselben und für den oberen erweiterten Thalboden die Schilderung, wie sie früher von den Quellbächen angeführt wurde. Diese Klamm-Bildung an der Mündung der Seitenthäler kommt auch sonst in den Alpen vielfach vor. Man hat dieselbe darauf zurückgeführt, dass der Hauptstrom mit seiner stärkeren Geröllführung tiefer einschneiden

konnte, so dass die Seitenthäler ihm in der Ausbildung ihrer Thalrinnen, namentlich in die Breite, nicht zu folgen vermochten.

Von den linksseitigen Nebenthälern ist namentlich das Hornbachthal interessant. In ihm sind die antiklinal (sattelförmig) gelagerten Algäuschichten südlich und nördlich von Hauptdolomit überschoben, so dass eine Doppelfalte entsteht. Längs der Antiklinallinie, mitten im Thale kommen aus den südlich und nördlich anlagernden Algäuschichten einzelne Dolomitinseln hervor, welche das Vorhandensein von Dolomit in der Tiefe an der Aufbiegungsstelle des Sattels verraten. Es ist also hier in der Tiefe ein Sattel, oder eine neue Hebungswelle zurückgeblieben und nicht zur vollen Ausbildung gelangt.

Der Lechabschnitt von Weissenbach abwärts durchfließt die kesselartige Ausbuchtung von Reutte, um bald darauf sein Ende mit dem Austritt auf die Hochebene oder in früheren Zeiten mit der Mündung ins Meer zu finden. Der weite Aufbruchskessel von Reutte entblösst noch Schichten des Buntsandsteins und des Muschelkalks, welche auf dem ganzen weiten Areal südlich bis zur Sanna-III-Thal-Spalte nicht mehr bis zur Oberfläche heraufragen. Ihr Auftreten hier, am nördlichen Rande unseres Gebietes, ist uns ein Beweis dafür, dass Buntsandstein und Muschelkalk-Schichten überall den Untergrund der ganzen weitausgedehnten Tafel bilden, auf welcher sich zur Zeit das Stromsystem des Lechs im Gebirge ausbreitet.

Im allgemeinen ist der Gebirgsbau analog dem des Hornbachthales. Auch hier lässt sich ein nach Westen zu verbreiternder Zug von jüngeren Jura- und Lias-Schichten konstatieren, aus deren Mitte Dolomit hervorbricht. Gegen Osten schneiden, analog dem Hornbachthale, diese Ablagerungen ab. Reutte liegt wenig nördlich der Antiklinallinie; südlich und nördlich streben hohe Dolomitsysteme auf. Bemerkenswert ist das sicher bei Reutte konstatierte Auftreten von Jura, (bei Holzgau aufgefundene Hornsteinschichten sind zweifelhaft). Endlich soll noch auf das hier am weitesten nach Westen hin vorkommende Auftreten von Wettersteinkalk in der Gern- und Gimpel-Spitze etc. angeführt werden.

Näher, namentlich auf die nördlich vorliegenden Bergzüge, werden wir noch bei Besprechung des Ortes der Lechmündung ins Meer zu sprechen kommen.

6. Zeit der Bildung der ersten Thalanlage des Lechs und seines Stromsystems.

Wenn wir der Frage näher treten wollen, wann das Stromsystem des Lechs entstanden ist, so müssen wir dabei nur die erste Anlage der primären Entwässerungsfurchen ins Auge fassen, wie sie entstanden, unmittelbar nachdem die im Trias-Lias-Meere gebildete grosse Schichtentafel anfang, aus der Meeresüberdeckung aufzutauchen. Wir haben in früheren Abschnitten gesehen, dass schon zur Postkarbon-Zeit die Alpen als Faltengebirge, wenn auch in geringerer Ausdehnung existiert haben. Da sie aber wieder vom Meere in späteren Erdperioden überflutet wurden, so kommt diese Zeit für uns nicht weiter in Betracht.

Allgemein bekannt ist, dass gegen Mitte und Ende der Tertiärzeit die Hauptfaltung der Alpen und ihr Aufbau zu dem jetzt bestehenden Hochgebirge vor sich ging. Wir müssen aber doch aus verschiedenen Gründen die erste Entstehung des Lechs in eine noch frühere Zeit verlegen. Einmal ist bekannt, dass, die tiefsten Schichten des Juras, den Lias, ausgenommen, die höherliegenden, wie Dogger und Malm, sich nicht gegen das Centrum des Gebirges zu befinden, sondern mehr in randlichen Streifen, im Norden angeordnet vorkommen. Man sieht dies als Beweis dafür an, dass schon damals die Trockenlegung von Teilen der Kalkzone stattgefunden haben muss. Ferner hat namentlich Rothpletz gelegentlich des Studiums des Karwendelgebirgsstockes fast unwiderleglich dargethan, dass zur Kreidezeit, speziell zu Ende der Neokomperiode, wahrscheinlich zusammenfallend mit grossen Veränderungen in den Westalpen, es auch in den Ostalpen zu Gebietsverschiebungen im grössten Massstabe kam.

Es ist mehr als wahrscheinlich, dass schon damals die zweite grosse gebirgsbildende Periode in der Geschichte der Alpen eintrat, und dass sich schon damals beinahe das ganze Gebiet der jetzigen Kalkalpen über den Meeresspiegel erhob und ein Festland bildete, das bis zur Jetztzeit von keiner Meeresflut mehr überströmt wurde.

Wir werden also nicht fehlgehen, wenn wir auch die erste Erhebung unserer Tafel über das Meer und die daran sich zeitlich anknüpfende erste Bildung der Stromrinnen des Lechs und seines ganzen Stromsystems, wenigstens in den Hauptlinien, in diese

Zeit zurückversetzten. Wir müssen uns, wie früher bereits erörtert, allerdings diese erste Gebirgsanlage nur als mässige Höhenrücken, vielleicht von der Art und Weise unseres jetzigen Schwarzwaldes denken.

Durch diese zeitliche Zurückschiebung der ersten Stromanlage gewinnen wir dann aber auch genügend lange Zeitperioden, von der Neokomperiode bis zum Ende des Tertiärzeitalters, um das langsame Einsägen der Stromrinnen, die Ausbildung der einzelnen Thäler und die Möglichkeit, dass der Strom durch die quer zu seiner Richtung sich langsam auftauchenden Hebungswellen sich durcharbeiten konnte, erklären zu können.

II. Mündungsgebiet des Lechs gegen die Hochebene zu.

1. Mündung in den Perioden vor der Eiszeit.

Wir haben im vorigen Abschnitte es als sehr wahrscheinlich zu erweisen gesucht, dass die erste Anlage von Festland an der Stelle unserer jetzigen nördlichen Kalkalpen und damit die erste Anlage des Stromsystems des Lechs in die Neokomperiode, eine Abteilung der Kreidezeit zu setzen ist. Zu dieser Zeitperiode war die geologische Beschaffenheit des Landstriches, welcher unsere jetzige schwäbisch-bayerische Hochebene ist, in kurzen Strichen geschildert die folgende. Der ganze Jurazug vom Südschwarzwald an bis zum bayerischen Wald war bereits gebildet und ragte schon als Festland über das Meer, ausgenommen einige östliche Distrikte gegen den Böhmerwald zu. Zudem bestand der hypothetische, langgestreckte, krystallinische Höhenzug, von der Gegend zwischen Passau und Linz quer über die Hochebene bis zum Anschluss an den krystallinischen Centralzug der Alpen in der Gegend des Tödi in der Schweiz, auch zu dieser Periode noch, wenn derselbe auch schon durch Erosion bedeutend geschwächt und vielleicht an einzelnen Stellen bereits durchbrochen war. Von Norden her reichte der Jura bis zu diesem Gebirgszuge und es bestand also nördlich desselben Festland. Südlich desselben bis zu dem nördlichen Abfall, dem damals erst kurz aus der Meeresbedeckung aufgetauchten niederen alpinen Festlande, lag ein langgestreckter Meeresarm, der von der Enge bei Belfort, wo

er mit dem südfranzösischen und mittelländischen grossen Kreidemeere zusammenhing, sich längs des Nordrandes der Alpen bis nach Österreich etc. erstreckte. Wir müssen uns diesen Meeresarm damals als wesentlich breiter vorstellen als das Areal, das gegenwärtig an seiner Stelle befindlich ist, da er durch die spätere Erhebung, Überschiebung und Zusammenstauchung der Alpen erheblich an seiner Breite verlor. Auch fehlte zur Neokomzeit natürlich noch der gegenwärtig den Nordrand der Alpen bildende Flyschzug vollständig.

Wir können also heutzutage die genaue Nordgrenze der damaligen Alpen, respektive ihre Uferlinie gegen das nördlich vorliegende Kreidemeer nicht mehr mit der wünschenswerten Bestimmtheit angeben und wir können bezüglich der Mündungsstelle des Lechs in das Kreidemeer ebenfalls keine bestimmte Angabe machen. Nur soviel dürfte sicher sein, dass sie wesentlich südlicher lag, als die gegenwärtige Austrittsstelle des Lechs auf die Hochebene.

Besser können wir diese Frage schon bezüglich der Tertiärzeit beantworten.

In dem schmalen Kreidemeere am Nordrande der Alpen folgte zeitlich zunächst die Ablagerung der Flyschschichten. Sie bestehen vorzüglich aus Geröllen, Konglomeraten, sandigen und mergeligen Schichten, so dass wir sie als Absätze in einem seichten Strandmeere auffassen können, welche wahrscheinlich zum grossen Teil der Zerstörung und Zertrümmerung des vindelicischen Gebirgszuges ihr Material verdanken.

Erst nach Ablagerung der jüngeren Flysch-Schichten trat die grosse Katastrophe der Versenkung und des Niederbruches des vindelicischen Gebirgszuges ein, gleichzeitig mit ähnlichen Katastrophen in anderen Gegenden. So wurde um dieselbe Zeit auch der grosse Senkungsgraben zwischen Vogesen und Schwarzwald, das jetzige Rheinthal von Basel bis Mainz durch den stufenartigen Niederbruch von parallelen Landstreifen gebildet. Da auch die südlich und nördlich an den vindelicischen Zug angrenzenden Schollen mit in die Tiefe sanken, so bildete sich dadurch der jetzige unvermittelte steile Südabbruch des schwäbisch-fränkischen Jurazuges aus. Damit war die Senke in ihrer ganzen Ausdehnung gebildet, welche wir jetzt die schwäbisch-bayerische Hochebene nennen und welche damals von dem gegenüber dem

Kreidemeere wesentlich verbreiterten Tertiärmeere eingenommen wurde.

Es folgen nun in diesem Meere die Absätze der Tertiärzeit und zwar der untern Meeres-Molasse, der untern Süßwasser- und der brackischen Molasse oder der Cyrenenschichten, ferner die obere Meeres-Molasse und die obere Süßwasser-Molasse. In diese Zeitperiode fällt die Aufrichtung der Alpen zu einem mächtigen Ketten- und Faltengebirge. Wir müssen bei Vorstellung dieser Gebirgsbildung uns nicht von dem Gedanken an kurzdauernde Katastrophen leiten lassen, sondern sind gezwungen anzunehmen, dass die jetzigen Alpen nur das Endergebnis langdauernder und vielfach modifizierter Gebirgsverrückungen und Schiebungen darstellen. Den ersten Anfang derselben haben wir oben schon in die jüngere Kreidezeit verlegt. Die Hauptausbildung geschah aber erst in der langen Zeit zwischen Ende der Eocänzeit und der Oligocänzeit, vielleicht reicht sie sogar in den letzten Ausläufern bis zum Beginne der Eiszeit.

Stellen wir uns nun die langsame Aufrichtung eines so mächtigen Gebirgssystems vor bis zu einer Höhe, welche die jetzigen Alpen sicher noch um mindestens ein Drittel übertraf, und bedenken wir, welche Wassermassen an diesem höhern Gebirgszuge sich niederschlagen mussten, so werden wir zu dem Schlusse kommen, dass die schon damals das Gebirge entwässernden Flüsse eine bedeutend grössere Wassermenge aufweisen mussten, als die jetzigen. Daraus erklärt sich auch die mächtige Materialanhäufung, welche in Gestalt von groben Konglomeraten, von Geröll und Sand, offenbar alpinen Ursprungs, die marinen, brackischen und Süßwasserablagerungen der Tertiärzeit bildeten und von welchen die breite flache Mulde zwischen dem Nordrande des Flyschzuges im Süden und dem schwäbisch-fränkischen Jura und dem Böhmerwald im Norden in der Mächtigkeit von mehreren hundert Metern ausgefüllt wurde.

Dem Leche kommt diesbezüglich hauptsächlich das Gebiet zwischen der jetzigen Iller und dem Leche zu.

Vor der Aufrichtung der Flyschzone können wir seine Mündung als nördlich von Reutte befindlich annehmen.

Deutlicher sehen wir nach Aufrichtung des Flyschzuges als dem Nordabsturze der Alpen in die Hochebene. Derselbe besteht

in unserm Gebiete aus dem Edelsberge bei Pfronten-Nesselwang im Westen und dem Trauchgebirge von Trauchgau an östlich. Die zwischen diesen beiden Bergen jetzt bestehende Lücke in der Ausbildung des Flysches war vor der Eiszeit sicher vorhanden und es ist mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass ein hoher Bergrücken damals den Edelsberg und das Trauchgebirge verband, welcher erst durch die wiederholt während der verschiedenen Eiszeiten aus dem Lechthal gegen und über denselben hervorbrechenden mächtigen Gletscherströme nach und nach erniedrigt und schliesslich fast ganz weggeräumt wurde. Die Existenz dieses jetzt fehlenden Stückes ist ja durch die noch jetzt vorhandenen niederen Flyschhügel nördlich von Füssen als fast sicher dargethan.

Setzen wir den Flyschzug aber als damals noch vollständig vorhanden voraus, so musste derselbe sich als mächtiger Felsriegel quer vor die Ausmündungsstelle des Lechs ins Tertiärmeer vorlegen. Suchen wir nach einem möglichen Abflussthore aus dem Gebirge für die mächtigen Gewässer des Lechs, so muss vor Allem die Möglichkeit gezeugnet werden, dass er schon damals seinen jetzigen Stromlauf über den Mangfall bei Füssen und von da in nördlicher Fortsetzung einhielt. Diese Stromrinne ist, wie wir später sehen werden, wesentlich neueren Datums.

Am wahrscheinlichsten ist, dass der Lech von Reutte aus, wie heute, zunächst nördlich floss. Quer vor diesem Thale liegt aber die Felsbarre, welche vom Falkenstein im Westen über Salober, Füssen und den Kalvarienberg gegen Osten nach Hohenschwangau zieht. Ihr war der damals noch unzerstörte Flyschzug nördlich vorgelagert. Die Fluten des Lechs wurden nun durch diesen Felsriegel abgelenkt und ihren weitem Lauf haben wir in dem breiten Thale zu suchen, das bei Vils nach links und Westen zu gegen Pfronten hin umbiegt. Von da können wir dieses nämliche weite Thal über Pfronten-Berg und Pfronten-Kappel durch eine breite Gebirgslücke nordöstlich vom Edelsberg bis Nesselwang verfolgen, wo der Austritt auf die Hochebene und damals die Mündung ins Tertiärmeer hinverlegt werden dürfte. Das Thal selbst ist sehr breit und wohlausgebildet, auch vollständig im Stande, mächtigen Wassermassen Raum zu geben, besonders, wenn wir die seitlichen Terrassen namentlich bei Pfronten-Berg und Pfronten-Weissbach, welche erst in einer

späteren Zeit, nämlich der Eiszeit angehören, uns aus der Thalsohle entfernt denken.

Auch fehlte damals die breite, zwischen Pfronten-Kappel und Wank bei Nesselwang das Thal fast ganz in Querrichtung sperrende grossartige Stirnmoräne vollständig. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich in der Gegend von Nesselwang das Aestuarium eines grossen Flusses befunden haben müsse, wird auch dadurch erhärtet, dass die Tertiärablagerungen gerade hier aus auffallend grossen Konglomeraten, Kies- und Geröll-Schichten bestehen, und hier jede Spur von Kohlschichten fehlt, wie sie weiter östlich in den Pechkohlenflötzen des Peissenbergs etc. als Produkte sumpfiger, mit reicher Vegetation bedeckter Niederungen zu finden sind. (Gümbel.)

Endlich möchte ich noch auf die auffallende Thatsache hinweisen, dass das jetzige Wertachthal gerade der supponierten Mündungsstelle des Lechs aus dem Hochgebirge (bei Nesselwang) gegenüber ein tief eingerissenes, zwischen steilen Böschungen liegendes Flussbett darstellt, welches weit nach Norden hin sich erstreckt, während die Gewässer der Wertach südlich von Nesselwang nur oberflächlich in den Untergrund sich eingerissen haben. Es ist das wohl als Beweis dafür anzusehen, dass auch nach Trockenlegung der Hochebene an dieser Austrittsstelle aus dem Gebirge sich mächtige Wassermassen ergossen haben müssen und so diesen tiefen Thaleinriss, das jetzige Wertachthal, ausgearbeitet haben.

Durch die zeitlich als letzte erfolgte Aufrichtung des Tertiärzuges, welcher vom Grönten herkommend über die Senkele und den Nussenberg nach Lechbruck zieht, scheint eine Verschiebung in der Mündungsstelle nicht erfolgt zu sein, da gegenwärtig keinerlei Spuren davon mehr zu finden sind.

2. Veränderung der Mündungsstelle des Lechs auf die Hochebene während und nach der Eiszeit. (Mangfall bei Füssen.)

Während der Tertiärzeit war die schwäbisch-bayerische Hochebene zweimal vom Meere bedeckt und zweimal zog sich das Meer teilweise wieder zurück, oder wurde ausgesüsst. Am Schlusse des Tertiärs nach Ablagerung der obern Süsswasser-Molasse wurde das Land definitiv trocken gelegt. Am Anfange

der darauffolgenden Zeit des Diluviums ergoss sich über die Tertiär-Ablagerungen noch die diluviale Nagelfluh, in Gestalt eines flachen Geröllkegels gleichmässig über die darunterliegenden Schichten sich ausbreitend.

Sie bildet in dem Gebiete zwischen Iller und Lech bis nördlich zum Juraabfall die letzte aus manchmal grobem Konglomerate, dann auch Kiesen und Sanden bestehende Decke über dem Tertiär. Sie wird von manchen Geologen schon als die fluviatile Facies einer ersten Vergletscherung der Alpen angesehen, welche sich vielleicht nur auf die Gebirgsthäler selbst beschränkte, jedenfalls aber nicht weit auf die Hochebene herab sich erstreckt. Ihr folgten noch zwei weitere Vergletscherungen, auf deren Schilderung noch später genauer zurückzukommen sein wird.

Während der Eiszeit selbst war das Lechthal von dem aus demselben nach Norden abfliessenden Gletscher erfüllt. Wir haben bezüglich der Erklärung der Änderung der Richtung des Lechlaufes uns in die Zeit nach Beendigung der letzten Vergletscherung zurückzusetzen, als der Lechgletscher beim letzten Rückzuge ins Hochgebirge sich in einzelne Lappen bereits aufgelöst hatte.

Die Veränderungen, welche der mehrmalige Gletschervorstoss durch das Lechthal in der Gegend von Füssen verursachte, lassen sich gegenüber der Gestaltung der Landesoberfläche zu Ende der Tertiärzeit ungefähr folgendermassen präzisieren.

Durch die grosse Gebirgslücke zwischen Säuling einerseits und dem Thannheimer-Gebirgszuge, dem Gimpel, der Gernspitze und dem Kareschrofen oder der Füssener Alm andererseits ergoss sich der mächtige Lechgletscher in einer Mächtigkeit von 800 bis 1000 Meter über der Thalsole in der Richtung von Süd nach Nord auf die Hochebene, um sich auf derselben als breiter Fächer bis in die Linie Kempten-Kaufbeuren und von da bis nördlich Schongau und dem Ammersee auszubreiten. Durch den mächtigen Schub dieser gewaltigen Eismassen wurden vor Allem die nördlich der Ausmündung des Lechthales demselben quer vorgelagerten Gebirgsabschnitte betroffen.

Der vor der Eiszeit noch bestehende Teil des Flyschzuges zwischen Edelsberg und Trauchgebirge wurde bis auf einzelne Partien härteren Gesteins, welche als niedere Hügel zurück-

blieben (z. B. der Ziegel- und Galgenberg nördlich von Füssen) nach und nach vollständig zerstört, was um so leichter geschehen konnte, als die Flysch-Schichten einmal aus weicherem Gesteinsmaterial bestanden und durch den mächtigen Schub bei ihrer Aufrichtung zu dem Randgebirgszuge vielfach gebogen, zerklüftet und gespalten wurden.

Auch der nördlich dem Flyschzug vorgelagerte Zug von Tertiärschichten, die Senkele etc. wurden sicher auch in ihrer Höhe vielfach beeinträchtigt. Dasselbe müssen wir von der südlichsten das Lechthal kreuzenden Felsbarre annehmen. Es ist das der langgestreckte Höhenrücken, welcher sich vom Falkenstein über den Salober bis Füssen und von da über den Kalvarienberg bis Schwangau erstreckt. Erst nach seiner Erniedrigung und Abfeilung durch die in Querrichtung über ihn hinziehenden Gletschermassen wurde er allgemein in seiner Höhe so beeinträchtigt und namentlich auch an den weniger resistenten Stellen dergestalt eingetieft, wie wir ihn heute vor uns sehen.

Die erste Veranlassung zu einer Veränderung des Lechlaufs gab dann gegen Ende der Eiszeit eine mächtige Moräne, welche ein Seitenlappen des Lechgletschers ablagerte, der damals noch das ganze breite Lechthal von Reutte über Vils, Pfronten-Berg und Pfronten-Kappel bis gegen Nesselwang hin mindestens noch in einer Mächtigkeit von 150—200 Meter über der Thalsohle ausfüllte.

Sein Produkt ist die grosse Endmoräne zwischen Pfronten-Kappel und Wank, welche wir uns dadurch entstanden denken müssen, dass der Gletscher auf seinem Rückzuge noch längere Zeit an dieser Stelle stationär blieb und so Zeit fand, dieses mächtige Glacialgebilde aufzubauen.

Wenn mich der Leser dieser Zeilen, wie damals vor einigen Jahren von Pfronten-Berg her, an einem glühendheissen Augusttage durch das schattenlose breite Thal beim Besuche aller aufzufindenden Kiesgruben und sonstigen Aufschlüsse begleiten will, so gehen wir auf der über eine alte Flussterrasse sich hinziehenden Strasse in der Richtung nach Pfronten-Kappel hin. Links begleiten uns stets die ziemlich steilen teils gras- teils waldbewachsenen Halden des Edelberges. Rechts von uns zieht sich ein breites, ganz widersinnig gegen das Gebirg hinein abfallendes Thal hin. Dasselbe wird von der sogenannten „faulen Ache“

durchflossen, einem langsam fließenden, kleinen Wässerchen, dem wir es auf den ersten Blick ansehen, dass es unmöglich dieses breite, wohlausgebildete Thal eingerissen haben kann, wie wir es heutzutage vor uns sehen. Über dem Thal erblicken wir die sein nördliches Ufer bildenden Kreide-Kuppen mit den Ruinen von Freiberg-Eisenberg, sowie niedere Höhenzüge, die Anfänge der Tertiärschwelle der Senke. Nachdem wir Pfronten-Kappel durchschritten haben, biegt sich das Thal völlig in eine ost-westliche Richtung um und wir sehen dasselbe plötzlich der Quere nach durch einen mässig steilen grasbewachsenen Höhenzug gesperrt, bis auf eine kleine Lücke, in der Nähe der Abstürze des Edelberges, welche jetzt Strasse und Eisenbahn zu ihrem Durchzuge benutzen. Die Landstrasse führt uns nun längs dieses Höhenrückens hin und durch zwei ausgedehnte Schottergruben sind wir am besten in die Lage versetzt, den Charakter dieses Querwalles als einer Endmoräne festzustellen. In der östlichen Grube finden wir in Schotter und Geröll eingebettet mächtige Felsstücke, die zum Teile nach scharfkantig und wenig geritzt, kaum einen weiten Transport erfahren haben können. Einer derselben, von mehr als Mannshöhe, erweist sich auch als aus Flysch bestehend, welcher ja in der Nähe ansteht. Mehrere andere, weniger grosse, die aber von den kieselholenden Arbeitern als für sie unbrauchbar zurückgelassen wurden, bestehen anscheinend aus Wettersteinkalk und aus rothen Liasbrocken. In der zweiten noch ausgedehnteren westlichen Kiesgrube ist an der senkrechten Wand die Übergusschichtung, wie sie ja für Endmoränen charakteristisch ist, deutlich an mehreren parallelen Reihen von kopfgrossen, zwischen feinerem Steinmaterial eingeschlossenen, gekritzten und geschrämten Brocken zu erkennen.

Es liegt nun auf der Hand, dass bei weiterem Zurückweichen des Gletschers durch diesen mächtigen Querriegel der Abfluss der Gewässer in dieser Richtung vollständig gehindert wurde. Sie mussten sich also in dem hinter der Felsbarre Falkenstein-Füssen etc. liegenden Thale solange anstauen, bis sie an einer relativ nieder gelegenen Lücke wieder Gelegenheit zu weiterem Abflusse nach Norden fanden.

Wenn man nun den ganzen Höhenzug nach einer solchen Stelle absucht, so bietet sich einem die niedrige Einsenkung westlich des Kalvarienberges bei Füssen als gegenwärtig noch nie-

derste Depression in diesem sperrenden Rücken dar. Ihn scheint auch der Lech nach Absperrung des Pfrontnerthales benutzt zu haben; und heutzutage sehen wir hier als Resultat seiner Arbeit die tiefe, im Wettersteinkalke ausgearbeitete Klamm vor uns, in welcher der Mangfall sich befindet.

Schon die Thatsache allein, dass der Lech hier in einem sehr engen, kurzen, mit fast senkrechten Wänden versehenen Felseneinriss fliesst, beweist, dass er diesen Weg noch nicht lange Zeit verfolgt hat. Er hätte sonst, wie an unzähligen anderen Stellen, weiter aufwärts im Gebirge Zeit gefunden, die Thalseiten entsprechend zu erweitern und abzuböschten.

Nicht weit flussaufwärts bei der Ulrichsbrücke ist ein ähnlicher schmaler, wenn auch nicht so tiefer Einriss, dem sich enge Stromschnellen nach aufwärts anschliessen und dem ganzen Stromstück von Pinzwang bis Füssen das Gepräge des noch nicht lange Bestehens aufdrücken. Zur Zeit ist der Lech mit der Durchnagung der Wettersteinrippe am Mangfall vollständig fertig geworden.

Am südlichen Ende der Schlucht ragt aus dem Flussbette noch ein grosser Felsklotz über Wasser, welcher aber allein nicht im Stande wäre, noch den Wasserfall wie früher zu bilden. Erst durch die an ihm befestigten Stauvorrichtungen wird das Wasserniveau noch soweit künstlich erhöht, dass der weiter unten liegenden Fabrik genügende Wasserkraft zugeleitet werden kann und dass von dem Überfallwasser namentlich bei Hochstand des Lechs noch ein imposanter Wasserfall zu Stande kommt.

Sehr interessant ist es, an den Wänden der Schlucht die Einwirkung des Wassers auf den Felsen und die Art und Weise zu beobachten, wie eine Durchnagung des felsigen Querriegels zu Stande kam. Man kann nämlich von der Strasse aus, welche durch denselben Einschnitt geführt wird, an einigen Stellen ganz gut in die Tiefe blicken, ebenso von dem seit kurzer Zeit über das Ende der Klamm führenden Stog. Wir sehen hier an den Wänden, namentlich am südlichen Ende derselben, sogenannte Riesentöpfe. Es sind dies cylindrische in dem Felsen ausgenagte Löcher, welche durch harte Steine, die durch den Wasserfall in drehende Bewegung versetzt wurden, in dem felsigen Untergrunde nach und nach ausgeschliffen wurden. Neben ganz wohl erhaltenen sehen wir auch solche, an welchen die eine Seitenwand

später weggefallen ist. In manchen ist im Untergrunde noch der Mittelzapfen erhalten, ähnlich wie er sich am Boden einer Weinflasche zu befinden pflegt. Ja in einigen wenigen ist noch der ausbohrende Stein im Grunde des Cylinders vorhanden. Da solche Ausbohrungen auch hoch oben an den Wänden zu sehen sind, hoch über dem jetzigen Wasserstande, so können wir aus dieser Thatsache auf die ursprüngliche Höhe des Beginnes der Durchnagung schliessen. Im Winter bei strengem Froste, wenn die geringfügige Wassermenge des Lechs fast ganz durch den Fabrikkanal abgeführt wird, und deshalb der Untergrund der Klamm in ihrem ganzen Verlaufe unbedeckt vom Wasser zu Tage tritt, soll man den ganzen Boden mit grossen kreisrunden tiefen Löchern bedeckt sehen, welche offenbar der heutzutage noch fort-dauernden Arbeit des Lechs an der Weitervertiefung seines Rinn-sals durch die Klamm zuzuschreiben sind.

Würde heute der letzte noch vorhandene Block und die damit verbundene künstliche Stauung weggefallen, so würde der Lech in die Kies- und Geröllflächen oberhalb der Klamm, welche sich am Weisshaus vorüber bis zur Ulrichsbrücke hinziehen, sich ein tieferes Rinn-sal ausnagen; eine Verstärkung des Gefälls oberhalb der Ulrichsbrücke wäre die Folge, und der Anlass zur tieferen Ausnagung dieser Felsenge wäre die natürliche Folge davon.

III. Unterlauf des Lechs von Füssen bis zur Mündung in die Donau bei Lechsend.

I. Geologie des Untergrundes der schwäbisch-bayerischen Hochebene zwischen Iller und Lech.

Die grosse Senke zwischen dem schwäbisch-fränkischen Jura und dem krystallinischen Massiv des bayerischen Waldes im Norden, und dem Nordabfall des Alpengebirges im Süden, welche von der jetzt so genannten schwäbisch-bayerischen Hochebene eingenommen wird, entstand bekanntlich dadurch, dass der kry-stallinische, langgestreckte Rücken des vindelizischen Gebirgszuges nebst den südlich und nördlich an denselben sich anlehnen-den Schollen Landes in die Tiefe sank.

In diese langgestreckte, nördlich der Alpen sich hinziehende Depression der Erdoberfläche drang zur Tertiärzeit das Meer ein.

Durch reichlich zugeströmte Wassermassen, namentlich aus den in ihrer Erhebung begriffenen Alpen, wurden zuerst brackische und dann Süßwasserseen gebildet. Ein zweites Mal drangen die Meeresfluten vor, bis nach einer zweiten brackischen und Süßwasser-Periode der Boden endlich definitiv trocken gelegt wurde.

Diese abwechselnd marinen, brackischen und limnischen Ablagerungen bilden nun hauptsächlich den Untergrund oder das Gerippe unserer Hochebene. Zum besseren Verständnis der ersten Anlage der Stromrinne des Lechs und der ihm parallel laufenden Nebenflüsse der Donau zwischen Iller und Lech, sowie der weiteren Ausbildung des Lechthales selbst, soll eine kurze Schilderung des Untergrundes der Hochebene vorausgeschickt werden.

Von der Ablagerung der Flysch-Schichten am Rande der Alpen zur Eocänzeit der Tertiärperiode war früher schon die Rede.

Es folgt nun die Oligocänzeit oder die Zeit des Beginnes der Molasse-Ablagerungen. Zur mitteloigocänen Zeit wurde die untere Meeres-Molasse in einem Raume, welcher sich eng an den Nordrand der Alpen anschliesst und nicht bis zum Juragebirge sich erstreckte, abgelagert. In dem uns speziell interessierenden Gebiete fehlt sie direkt am Hochgebirge, wie es beispielsweise gleich in der Nähe im Einrisse der Anmer nördlich Unterammergau der Fall ist. Dagegen kommt sie in Folge einer sattelförmigen Aufbiegung weiter nördlich noch einmal zu Tage.

Die nun folgende brackische und untere Süßwasser-Molasse ist in ihrer Ausbildung als Pechkohlschichten und Cyrenen-Mergelschichten in dem Gebiete am Peissenberg und bis nach Penzberg und östlich ausgebildet. In unserem Gebiete wird sie, da die Kohlschichten gegen Westen vom Peissenberge sich rasch auskeilen, durch die eingeschobene Zone der sog. bunten Molasse ersetzt. Diese Schichten sind vielfach als Konglomerate ausgebildet und zu einer festen Nagelfluh zusammengesintert, welche als tertiäre, auch bunte oder löcherige Nagelfluh bezeichnet wird.

Zur Miocänzeit folgt nach einem neuen Einbruche des Meeres, das sich aber diesmal mehr vom Alpenrande entfernt hält, dagegen das Terrain gegen Norden, gegen den Jurazug hin bedeckt, die Ablagerung der oberen Meeres-Molasse. Die nach Rücktritt des Meeres und teilweiser Aussüßung in einzelnen Buchten niedergeschlagenen brackischen Schichten berühren unser Gebiet

nicht. Dagegen hatte die nun folgende obere Süsswasser-Molasse eine grosse Ausbreitung über unser ganzes Gebiet. Von einer Linie Auerberg, Peissenberg an nördlich bis zur Donau bildet sie mit ihren mannigfachen Schichten von mergeligem Sand, sandigem Mergel und feinem Geröll und Sand weithin den Untergrund des ganzen Gebietes zwischen Iller und Lech.

All' diese vier Ablagerungen der Molasse wurden nun bei einem letzten Schub von Seiten der Alpen her noch mit in den Bereich der Faltung eingezogen. Es findet insoferne ein bemerkenswerter Unterschied zwischen Westen und Osten statt, dass im Westen, in der Schweiz und bis zu den Algäuer Bergen die Molasse-Schichten noch in den Bereich des Hochgebirgs fallen und am Aufbau der nördlich gelegenen Gebirgszüge noch wesentlichen Anteil haben. So bestehen zum Beispiel die Rigikette und im Algäu die Berge um das Rindalphorn aus Molasse-Schichten. Anders im Osten vom Grünten an. Von hier legen sich die Molasse-Schichten direkt ans Hochgebirge an, sind aber nur in einer Anzahl von niederen, dem Nordabfalle des Gebirges parallel ziehenden Höhenrücken ausgebildet und bilden hier nur mehr ein hügeliges Vorland des eigentlichen Hochgebirges.

Speziell durch das uns interessierende Gebiet zwischen Iller und Lech streichen sie in ungefährer West-Ostrichtung und werden sämtlich vom Lech durchbrochen.

Die untere Meeres-Molasse und die ihr anliegende Süsswasser-Molasse bilden den Untergrund und, mit zahlreichen einander parallel laufenden schmalen Felsrücken, die Rippen und das Gerüste der ganzen Landschaft nördlich des Hochgebirgsabfalles bis zu einer Linie Kempten-Auerberg-Peissenberg. Die untere Süsswasser-Molasse mit der ihr eingefalteten unteren Meeres-Molasse streicht vom Grünten her über den Kühberg und Buchwaldkogel zum Höhenberg, dann über die Senkele und den Nussenberg (beide nördlich des Hopfensees) zum Lech bei Dietringen und Deutenhausen, unfern Rosshaupten. Ein Nordflügel streicht vom Sulzberg über den Fahrenberg und den Langenwald (alle nördlich der Senkele) nach Lechbruck.

Im Norden der unteren Süsswasser-Molasse ist der Zug der oberen Meeres-Molasse ausgebildet. Er durchschneidet unser Gebiet in fast reiner West-Ostrichtung und zieht von Westen her die Iller überschreitend über Lenzfried und Leuterschach zum

Auerberg. In einem doppelten Aufbruche, jüngere Molasse einschliessend, umfasst er mit zwei getrennten Zügen den Auerberg, vereinigt sich aber wieder bei Bernbeuren und zieht den Lech hier überschreitend in östlicher Richtung weiter zum Peissenberg.

Direkt an die obere Meeres-Molasse sich anlehnend, folgt das letzte Glied der Tertiär-Ablagerungen, die obere Süsswasser-Molasse. Sie überdeckt mit ihren Schichten weitaus den grössten Teil von Schwaben, da sie von der Linie Kempten-Auerberg-Peissenberg im Süden das ganze Gebiet bis zur Donaulinie im Norden einnimmt, d. h. bis zum Südabfall des schwäbisch-fränkischen Juras.

Was nun die stratigraphischen Verhältnisse der Molasse-Schichten anbelangt, so sind die drei untern, dem Hochgebirge näher liegenden Abteilungen der Molasse, die untere Meeres-, untere Süsswasser- und obere Meeres-Molasse, gleichförmig zu einander parallel von West nach Ost streichenden Sätteln und Mulden zusammengefaltet und so stark zusammengestaucht, dass das ganze System überkippt ist, so dass meist steiles Südeinfallen der Schichten vorherrscht. Dabei sind uns meist nur die Muldenteile erhalten, da die nach oben gerichteten Sättel wahrscheinlich durch die mehrmals über sie hingefegenden grossen Gletscher der Eiszeit erodiert und vollständig zerstört und abgetragen sind.

Die obere Süsswasser-Molasse ist nur mit einem kleinen Teil, nämlich dem unmittelbar dem Schichtenzuge der oberen Meeres-Molasse anliegenden Schichtenkomplexe, mit in dieses Faltsystem einbezogen. Nördlich der Linie Auerberg-Peissenberg biegen ihre Schichten um, verflachen sich nach und nach und bedecken in fast sölhiger Lagerung das ganze übrige nach Norden zu bis zur Donau befindliche Gebiet.

Als Decke über den Schichten der Tertiärzeit kommen noch die Ablagerungen, welche in dem quartären Zeitalter, also im Diluvium und der Eiszeit sich über unser Gebiet erstreckten, in Betracht; es sind dies die diluviale Nagelfluh oder der Deckenschotter, ferner der Hochterrassen- und Niederterrassen-Schotter und die zugehörigen Moränen der äussern und innern Zone mit ihren Endmoränenzügen. Ihre Schilderung und das Verhalten des Lechs zu denselben bleibt einem spätern Kapitel vorbehalten.

2. Veränderungen durch die Eiszeit.

a) Allgemeines.

Nach den Ablagerungen, welche während der Tertiärzeit über unser Gebiet ausgebreitet wurden, folgte zeitlich ein allgemeiner Rückschlag im Klima, in Folge dessen das Hochgebirge in grossartigster Weise mit Schnee und Eis bedeckt wurde. Die dadurch gebildeten Gletscher stiessen nun dreimal auf die Hochebene vor, um ebenso oft wieder abzuschmelzen und sich bis in die innersten Winkel und die höchsten Zinnen des Gebirges wieder zurückzuziehen.

Das erste Anwachsen und Vordringen der Gletscher war nicht sehr bedeutend und erstreckte sich nur auf die Täler des Gebirges selbst; wahrscheinlich ist jedoch, dass die damaligen Gletscher sich doch auch auf die Hochebene selbst ausbreiteten, wenn auch nicht in der Ausdehnung nach Norden, wie die beiden folgenden grösseren Gletschervorstösse.

Von den Moränen dieser ersten Vergletscherung ist in unserem Gebiete nichts erhalten; sie wurden wahrscheinlich durch die folgenden, über dieselben Gebietsteile sich erstreckenden Gletscher wieder verwischt oder ganz weggeschafft. Erhalten ist uns dagegen die fluviatile Facies dieser ersten Vergletscherung, die sog. diluviale Nagelfluh oder der Deckenschotter nach Penck. Unter fluviatiler Facies einer Vergletscherung versteht man bekanntlich die Geröll-, Kies-, Sand- und Bänderthon-Ablagerungen, welche wir als Produkte der den abschmelzenden Gletschern entströmenden grossen Wassermassen ansehen, also als die von fliessendem Wasser ausgewaschenen, sortierten und weithin transportierten Gesteinstrümmer, welche von den Eismassen der Gletscher in Gestalt von Moränen aus dem Hochgebirge auf die Hochebene hinausgeschafft wurden.

Diese diluviale Nagelfluh finden wir zwischen Iller und Lech als gleichmässig über die unten liegenden Tertiärschichten ausgebreitete Gerölldecke und zwar bedeckt sie das ganze Areal Schwabens von einer südlichen Grenze an, die bei Kempten beginnend sich südlich Obergünzburgs und Kaufbeurens bis nördlich vom Auerberg hinzieht, und gegen Schongau östlich weitergeht; nördlich reicht sie bis zur Donaulinie. Ohne eigentliche Rinnsale und unabhängig von der späteren Thalbildung wurde das Material

der diluvialen Nagelfluh von den grossartigen Schmelzwässern der Gletscher, welche sich zu wahren Hochfluten gesteigert haben müssen, über das ganze Vorland als gleichmässige ebene Decke ausgebreitet, welche das Land in eine schiefe Ebene mit Gefäll von Süd nach Nord, also von den Alpen zur Donau, umwandelten. Sie bildet für die grössere nördliche Hälfte unseres Gebietes die letzte Überdeckung nach oben zu, und es spielt daher ihre Ablagerung eine grosse Rolle für die Frage nach der Zeit des Eintrittes der ersten Entwässerungsfurchen und damit der Thalbildung der Hochebene.

In die Zeit des Rückzuges der Gletscher und in die Zeit bis zur zweiten Vergletscherung und ihrem Vorstoss in die Hochebene, also in die erste Interglacialzeit, fällt nämlich eine Periode der ersten und zwar ziemlich intensiven Ausfurchung von Thälern.

Wir finden hier denselben Vorgang wieder, wie wir ihn schon bei Besprechung der ersten Anlage der Entwässerungsfurchen auf der schiefen, eben dem Meere entstiegene grossen Platte der Kalkalpen beschrieben haben, um die Bildung der parallel verlaufenden Quellbäche des Lechs und seines Quellastes zu erklären. Auch hier haben wir die schiefe Ebene, welche durch die Oberfläche des flachen Geröllkegels der diluvialen Nagelfluh über ganz Schwaben gebildet wurde. Auch hier müssen wir uns vorstellen, dass die auf diese Ebene fallenden ersten Niederschläge zuerst eine Anzahl einander parallel laufender Rinne eingruben und diese nach und nach immer mehr vertieften. Wie beim Oberlauf des Lechs das Sammelstück der Quellbäche von Lechleiten bis Elbingenalp, so finden wir auch hier die quer auf die Richtung der Nebenflüsse strömende, sie sämtlich aufnehmende und die Gewässer des ganzen Gebietes sammelnde Donau von Ulm bis Lechsend.

Zu diesen parallel verlaufenden, damals zuerst ihre Thäler anlegenden Flüssen gehören wie der Lech und die Iller selbst auch alle zwischen beiden der Donau zuströmenden Nebenflüsse, wie die Roth, die Kamlach, die Günz, die Mindel mit der Flossach, die Schmutter und die Wertach und Gennach.

Es folgte dieser Thalbildung die zweite und grösste Vergletscherung. Ihre Endmoränen reichen am weitesten nördlich, sind aber jetzt vielfach zerstört und verwaschen, so dass eine genaue nördliche Grenze nur schwer zu ziehen ist. Man kann

sie nördlich von Legau und Grönenbach über Obergünzburg und Kaufbeuren gehend annehmen; von hier biegt sie weit nach Norden aus bis Mindelheim und Türkheim, wo man beim Bahnbau bei Buchloe noch auf alte Moränen mit gekritzten Geschieben traf. Die Fortsetzung in östlicher Richtung gegen Landsberg zu ist aber durch zeitlich später erfolgte Auswaschungen und zum Teil durch Geröllüberschüttungen durch die Gewässer des Lechs ganz unkenntlich gemacht. Dagegen können wir diese älteren Moränen jenseits des Lechs bis in die Gegend nördlich des Haspelmoores besser verfolgen, wo dann der Übergang in die Moränen des Isar-Gletschers erfolgte.

Die fluviatile Facies der zweiten Vergletscherung ist der Hochterrassenschotter. Derselbe wurde in den vor der Vergletscherung bereits vorhandenen Thälern abgelagert und bildete die Sohle der Abflussthäler, welche die den Gletschern der zweiten Vergletscherung entströmenden Gewässer aufnahmen. Während des Rückganges der Gletscher und namentlich während der Interglacialzeit trat immer eine Abnahme in der Menge des der Hochebene zufließenden Wassers, wegen Fehlens des Abschmelzens der grossen Eismassen, naturgemäss ein. Da diese geringeren Wassermengen dann nicht mehr hinreichten, das ganze früher von massenhaften Gletscherschmelzwässern eingenommene Thal vollständig auszufüllen, so musste die reduzierte Wassermenge sich einen Kanal auf der Sohle ihres Thales erodieren, in dem das geringere Wasserquantum dann zusammengehalten wurde. Durch dieses Einschneiden in die Thalsole bildeten sich dann mehr oder weniger steil geböschte Terrassen auf einer oder beiden Seiten des früheren Thales aus, deren ebene Oberfläche die Sohle des früheren Thales beim höheren und reichlicheren Wasserstande darstellte. Von diesen so gebildeten Terrassen stammen die Bezeichnungen Hochterrassen- und Niederterrassen-Schotter. (Penck.)

Es folgte ein abermaliger Rückzug der Gletscher ins Hochgebirge und damit die zweite Interglacialzeit. Schlossen wir aus der erfolgten grossartigen Thalbildung auf eine längere Dauer der ersten Interglacialzeit, so kommen wir bezüglich der zweiten zu derselben Ansicht, wenn wir die Mächtigkeit der während der Zeit des Freiseins von Gletscherbedeckung vor sich gegangenen Ablagerung von Löss und Lösslehm ins Auge fassen, wie wir

denselben die Gebilde der zweiten Eiszeit, die Moränen der äusseren Zone und den Hochterrassenschotter, überlagernd vorfinden. Dazu kommt noch, dass in den Lagen unmittelbar unter dem Löss eine grosse Verwitterung Platz gegriffen hat.

Der letzte, jetzt folgende dritte Vorstoss der Gletscher auf die Hochebene hinterliess die deutlichsten, gegenwärtig noch am wenigsten verwischten Spuren auf dem damals mit Eis bedeckten Terrain.

Das nördliche Ende der Ausdehnung der Gletscher auf das Flachland ist fast überall durch deutliche Endmoränenzüge gekennzeichnet. Hinter dieser Grenze gegen das Gebirge zu finden wir die typische Moränenlandschaft, ein endloser Wechsel von niedern aus Grundmoränen bestehenden Hügeln und dazwischen vertieften, oft ausgefurchten, mit Wasser oder Sumpf und Torf gefüllten Mulden. Dem ist auch der Reichtum dieses Landstriches an kleineren und grösseren Wasseransammlungen, Teichen und Seen, Filzen und Mooren zuzuschreiben. Direkt dem Ausgange des Gebirgstales gegenüber, durch welches der betr. Gletscher sich auf die Hochfläche ergoss, findet sich dann eine tiefe Depression, ein grosses Amphitheater, dessen Ausschürfung wohl den Einwirkungen der öfter wiederkehrenden Gletscher auf den Untergrund zuzuschreiben ist. Meist bemerken wir hier die auffallende Erscheinung, dass Bäche widersinnig, d. h. dem Gebirg zugerichtet, ihren Lauf ausgebildet haben. Da in dem Gebiete südlich von Kempten, Auerberg, Peissenberg, wie wir früher sahen, die Bergrücken der Molasse durchziehen und namentlich die untere Süsswassermolasse häufig bis zur Oberfläche aufragt, so finden wir die Produkte der Glacialzeit hier nicht überall den Boden überziehend, sondern sehen dieselben mehr zwischen die einzelnen Kuppen und Bergzüge des Tertiärs eingepresst.

Die Linie, bis zu welcher die letzte Vergletscherung nach Norden hin reichte, befindet sich im allgemeinen wenig südlich von der der vorhergehenden. Wir können ungefähr als Grenze die Eisenbahnlinie von Kempten nach Biessenhofen annehmen. Ein nördliches Vordringen bis gegen Türkheim, Buchloe fand jedoch diesmal nicht mehr statt. Überhaupt ist die eigentliche Moränenlandschaft der späteren Veränderungen durch Flussablagerungen halber in unserm Gebiete nicht so deutlich, wie in den benachbarten Bezirken.

Die fluviatile Facies der dritten Vergletscherung bildet der Niederterrassenschotter. Er ist in den in die Hochterrassen eingeschnittenen Thälern ausgebildet und unterscheidet sich von den beiden älteren Schotterssystemen dadurch, dass er nie zu fester Nagelfluhe zusammengesintert und nicht von Löss und Lösslehm bedeckt ist.

Auf das Verhalten all' dieser Glacialbildungen dem Lech gegenüber ist später noch ausführlich zurückzukommen.

b) Veränderungen, welche durch die Eiszeit im Gebirgsteile des Lechs eintraten.

Dreimal ergossen sich grosse Gletscherströme durch das ganze Lechthal und bedeckten bis hoch hinauf die Gebirgskzüge, so dass nur die höchsten Spitzen der Berge frei von Eisbedeckung blieben. Da wir in den Glacialbildungen auf der Hochebene im Bereiche des Lechgletschers auch krystallinisches Material, wie es nur in den Centralalpen ansteht, vorfinden, wenn auch in geringeren Mengen, als in den Ablagerungen des benachbarten Rhein- und Isar-Gletschers, so müssen wir darauf schliessen, dass der Lechgletscher auch vom Centralzuge der Alpen her Zuflüsse bekam. Über welche Pässe oder Querthalverbindungen dies ermöglicht war, das zu untersuchen, würde uns hier zu weit von unserm Zwecke abführen. Für die Ausbildung des Thalsystems des Lechs war aber die Eiszeit jedenfalls von grosser Wichtigkeit. Es wurde das während der Tertiärzeit in mächtigen Massen angehäufte Material, wie der Gehängeschutt und was an Gerölle durch langdauernde Erosion lose und transportabel geworden war, durch die Gletscher auf das Vorland in Gestalt von Grund- und End-Moränen hinausgeschafft. Dadurch wurde eine wesentliche Verbreiterung der Thalwanne erzielt. Eine weitere Einwirkung lässt sich an dem Abschleifen der Gehänge ersen, wie es jetzt noch ein geübtes Auge an den Rundbuckelformen der Felsen erkennt. Im Lechthale selbst, das in der Hauptstossrichtung der Gletscherbewegung lag, blieb nur wenig Moränenmaterial liegen. Dagegen finden wir häufiger an der Ausmündung der Seitenthäler mächtigen Moränenschutt abgelagert, so dass sich die betr. Bäche erst durch denselben durcharbeiten mussten. Ich führe als Beispiel nur die Moräne an, welche am Ausgange des Gachtpasses das Thal fast vollständig sperrt. Ebenso hat sich der Archbach, der

Ausfluss des Plansees, durch eine grosse Glacialschuttablagerung durchzuarbeiten. Bemerkenswert ist noch, dass im Naidernachthale, das vom Plansee gegen das Loisachthal zu sich erstreckt, ein mächtiger Moränenriegel das Thal quer absperrt, so dass wahrscheinlich das jetzt vom Plansee eingenommene Becken sich früher, vor Ablagerung dieser Moräne, gegen das Loisachthal hin entwässerte und nicht wie jetzt gegen den Lech zu.

c) Der Lechsee bei Füssen und die glaciale
Depression daselbst.

Wenn wir von Norden her auf der Eisenbahn nach Füssen fahren und bei Seeg die grösste Höhe der Bahntrace erreicht haben, sehen wir zunächst vor uns einen langen, mässig hohen, waldbewachsenen Längsrücken, es ist der aus Tertiärschichten bestehende Höhenzug der Senkele und des Nussenberges. Die Bahn senkt sich, dem Bergrücken sich nähernd, etwas und bei der Haltstelle von Enzenstätten um eine Ecke biegend, haben wir plötzlich den Ausblick in ein weites Amphitheater, dessen Boden von mässigen Hügeln und grösseren ebenen Strecken gebildet, von einem Kranze von höheren Bergen in weitem Bogen eingefasst wird. Es ist dies die grosse Depression, welche der Lechgletscher in wiederholten Vorstössen hier an der Mündung des Hochgebirgsthales auf die Hochebene sich ausgearbeitet hat. Wir finden bekanntlich diese Depressionen in grösserem oder kleinerem Umfange, entsprechend der Mächtigkeit und Bedeutung des jeweiligen Gletschers, an allen Mündungsstellen der Hauptquerthäler auf die Hochebene zu. Beispiele dafür sind die Depression des Rheingletschers mit dem Bodensee, das Moos bei Eschenlohe und der Staffel- und Riegsee an der Mündung des Loisachthales, der Kochelsee, die Möser bei Rosenheim, der Chiemsee etc.

Die Depression des Lechgletschers ist im Norden begrenzt von dem von West nach Ost hinziehenden tertiären Höhenzuge der Senkele und des Nussenberges, der sich nach Osten auf der andern Seite des Lechs in den Illasberg und Schneidberg fortsetzt. Nach Osten folgt der Flysch der Trauchberge und südlich anschliessend der Tegelberg. Das Südufer wurde durch die Berge um Hohenschwangau gebildet, welchen sich von Ost nach West der aus Wettersteinkalk und Hauptdolomit bestehende Rücken anschloss, der vom Kienberg und Füssener Kalvarienberg über

den Schlossberg und Burggenbühel zum Salober und Falkenstein sich fortsetzt. Im Westen schliesst das Amphitheater ein an den Falkenstein sich anlehnender, gegen Norden ziehender flacher Kreiderücken, welcher durch dazwischen liegende einzelne Flyschhügel an die beiden Kreidekuppen sich anlegt, welche die Ruinen von Freiberg und Eisenberg tragen. Den grössten Teil dieses so umschlossenen Raumes füllte in den Interglacialzeiten und noch nach dem letzten Rückzuge des Lechgletschers ein grosser Voralpensee aus, welcher an Grösse dem heutigen Chiemsee so ziemlich gleich gekommen sein dürfte. Sein Untergrund ist, wo er überhaupt zu Tage tritt, häufig als aus Flyschschichten bestehend zu erkennen. An einem Eisenbahneinschnitte zwischen Reinertshof und Füssen ragen die überkippten, steil nach Süden einfallenden Schichten desselben deutlich sichtbar aus einer Bedeckung von Torfmoor heraus. Auch der Ziegelberg und der Galgenberg zwischen dem Bahnhofe von Füssen und dem Hopfensee bestehen aus Flysch und bildeten damals wahrscheinlich Inseln in dem grossen Lechsee. Ferner bestehen die niedern Höhen östlich und nördlich des Hopfensees aus Flysch. Die Überreste dieser einst so weitgedehnten Wasserfläche sehen wir heutzutage noch in den übriggebliebenen kleinen Seen, dem Weissensee, dem Hopfensee, Bannwaldsee und Schwansee. Ob der etwas höher gelegene Alpsee ebenfalls hierher zu rechnen sei, möchte ich nicht bestimmt behaupten. Der beste Beweis dafür, dass wirklich einmal diese ganze Senke von einem See erfüllt war, und dass die jetzigen Seen wirklich zu einem einheitlichen Ganzen verbunden waren, liegt ausser der natürlichen Beschaffenheit der ganzen Gegend wohl darin, dass wir wohl im Stande sind, an Stellen, welche nicht durch spätere Ablagerungen verhüllt wurden, noch den alten Seegrund nachzuweisen. Dies ist in ausgedehnter Weise in der Ebene südlich des Hopfensees gegen den Galgenbühel und gegen den Weissensee zu der Fall. Wir finden hier nämlich an vielen Stellen unter einer leichten Decke von Torf oder von Humus noch den alten Seeboden und treffen überall dicke Schichten von weisser Seekreide an, welche aus den Trümmern und den zerbrochenen und zu weissem Sande zerfallenen Überresten von unendlichen Mengen von Süsswasser-Konchylien bestehen. Daneben finden wir aber auch noch viele einzelne wohlerhaltene, wenn auch ganz gebleichte Schnecken-

schalen zwischen der Seekreide eingebettet vor. Diese Schichten von Seekreide finden sich an Stellen und in einer Höhe vor, welche von einer Überflutung mit Wasser, sei es See- oder Bachwasser, auch beim höchstmöglichen Stande heutzutage sicher nie mehr erreicht werden könnte. Ist doch der Bach, welcher den Abfluss des Weissensees und Hopfensees zum Lech hin bildet, mindestens fünf bis sieben Meter tief in den früheren Seeboden eingeschnitten.

Über die Tiefe des Sees, resp. über die Höhe, welche sein Wasser an den ihn umgebenden Ufern erreichte, lässt sich nichts Sicheres sagen, da es mir nicht gelang, zweifellose Flutmarken aufzufinden. Wohl aber lassen sich einige Andeutungspunkte auffinden. Unmittelbar an die Station Waizern-Hopferau angrenzend befindet sich ein zum Teil mit krüppelhaften Föhren und Fichten bewachsenes Moor. Dasselbe liegt in einer wannenförmigen Vertiefung, welche gegen abwärts und in der Richtung des Hopfensees immer mehr abfällt, ohne dass sich heute ein trennender Damm auffinden liesse, welcher früher zur Stauung des Wassers geführt hätte. Dieses Moor bricht nun plötzlich mit einer senkrechten, ungefähr zwei bis drei Meter hohen Torfwand ab, während der Untergrund desselben sich immer mehr senkt und von Wiesen überdeckt ist. Es ist mir nun sehr wahrscheinlich, dass dieses plötzliche Abbrechen des Torfes daher kommt, dass mit zunehmender Tiefe des Sees die torfbildenden Pflanzen, welche sich an dessen Rand angesiedelt hatten, die natürlichen Bedingungen zu ihrem Wachstume, eben der Zunahme der Wassertiefe halber, nicht mehr vorfanden; daher das plötzliche Aufhören der Torfbildung. Ein Analogon dazu fand ich vor einigen Jahren in dem Wachstume von torfbildenden Sphagnum- und anderen torfbildenden Pflanzenarten im heutzutage noch bestehenden Wildsee bei Unternogg, in der Nähe Unter-Ammergau. Man kann hier auf der schwankenden, das Wasserniveau nur wenig überragenden, von noch grünenden Pflanzen gebildeten Filzdecke vom Ufer her ein Stück weit gegen den See hin hinausgehen, bis plötzlich, wie abgeschnitten, die Pflanzendecke aufhört und mehrere Meter tiefes Wasser beginnt. Würde der See rasch auslaufen, so hätten wir ein recientes Bild von grosser Ähnlichkeit mit dem in der Nähe von Waizern-Hopferau befindlichen Torfmoore vor uns. Es gelang mir in der

Nähe noch einige ähnliche Lokalitäten aufzufinden, und man wäre vielleicht durch genaue Höhenmessungen im Stande, zu bestimmen, wie weit und bis in welche Höhe der frühere Wasserstand des Sees reichte.

Heutzutage ist mit Ausnahme der oben angeführten Relikten-seen die Wasserüberdeckung aus der Depression geschwunden, der See ist ausgelaufen. Die Ursache hiefür finden wir in dem Durchbruche des Lechs durch den im Norden vorgelagerten Tertiärzug der Senkele, des Nussen-, Illas- und Schneidberges. Zwischen Nussen- und Illasberg in der Nähe von Rosshaupten können wir von der von Füssen nach Oberdorf führenden Strasse aus in einen kirchthurmtief zu unsern Füssen aufgährenden, mit fast senkrechten Steilwänden versehenen, vom brausenden Lech erfüllten Thaleinriss hinabsehen, durch welchen der Strom sich seinen weiteren Weg nach Norden erkämpft hat. Diese Durchbruchsstelle ist zeitlich ziemlich spät, jedenfalls als erst nach der Eiszeit entstanden anzusetzen. Früher wurde der Lechsee bei seinem Hochstand vielleicht auf einem andern Wege entwässert. An der Hand der Generalstabskarte lässt sich derselbe gut verfolgen. Ich selbst habe die betr. Thalstücke des öfters besucht und mich davon überzeugt, dass sie ähnlich dem Gleissenthale und dem Teufelsgraben in die Kategorie der sog. Trockenthäler gehören, welche früher durch mächtige Wassermassen zu ihrer jetzigen Breite und Tiefe ausgehöhlt wurden, was den jetzt sie durchfliessenden kleinen Wasseradern unmöglich zugeschrieben werden kann.

Den Weg für den früheren Seeabfluss vor Bestand des Einrisses zwischen Senkele und Illasberg suche ich in der weiten Thalmulde von Trauchgau an östlich, längs des Abfalls des Trauchgebirges. Von hier biegt die Thalrichtung nach Norden um, um im Nesselgraben den Tertiärzug des Schneidbergs zu durchschneiden. Die Fortsetzung des Thales führt an der Schildschweige vorüber, geht in den langgestreckten Wildsteiger-See über und durchbricht bei Illberg in tiefer, aber breiter, wohl ausgebildeter Thalrinne eine von Steingaden her durchstreichende weitere Tertiärrippe. Während die jetzt das Thal durchströmende Illach nach Westen umbiegt, um längs des Tertiärrückens dem Lech zuzufliessen, setzt sich unser Thal in der alten Nordrichtung regelmässig fort und durchbricht im Kurzenrieder-Graben bei

Rottenbuch einen letzten Tertiärzug, um sich dann auf der südlich von Peitung bei Schongau befindlichen grossen Vererbung zu verlieren und auf derselben seine Gewässer weiter nach Norden zu senden.

Nach Abfluss des Wassers aus dem Lechsee wurde die Lech-Depression zum Teil von recenteren Ablagerungen ausgefüllt. So finden wir längs des Lechs auf beiden Ufern breite Kiesterrassen nördlich von Füssen vor, durch welche sich die Bäche durchzuziehen mussten, welche die weiter entfernt liegenden Teile des alten Seebodens jetzt entwässern. Vielfach finden wir auch, namentlich in der Nähe der zurückgebliebenen Seen, grössere Torfbedeckungen vor, Stellen, welche früher ebenfalls vom See bedeckt waren. Von den Inseln im See haben wir schon gesprochen. Dies also die Geschichte des alten Lechsees, welcher, wenn er heute noch bestünde, wegen seiner Grösse, der reizenden ihn umgebenden waldbewachsenen hohen Ufer, und auch wegen seiner unmittelbaren Lage hart am Hochgebirge, wohl eines der schönsten Landschaftsbilder auch neben den vielen andern reizenden Gegenden unserer Berge darstellen würde.

3. Zeit und Art der ersten Anlage des Stromlaufes des Lechs und der Flüsse zwischen Iller und Lech auf der Hochebene.

In einem früheren Abschnitte wurde bereits erörtert, dass die Zeit der ersten Thalbildung unmittelbar nach Ablagerung der diluvialen Nagelfluh über die untenliegenden Schichten des Tertiärs im Bereiche der grösseren nördlichen Hälfte unseres Gebietes, also in die erste Interglacialzeit zu setzen ist. Dies ist jedoch mit der Einschränkung als richtig anzunehmen, dass eine ungestörte Thalbildung nur in dem Gebiete vor sich gehen konnte, welches durch die späteren zwei Vorstösse der Gletscher nicht mehr berührt wurde. Es fällt in diese Zeit also die Bildung der ersten Thalfurchen für alle jene Nebenflüsse, welche, wie die Roth, die Günz, die Mindel mit der Flossach nördlich der Moränengrenze auf der Hochebene entspringen. Für die Iller, die Wertach und den Lech können wir nur die nördlichen Parteen ihrer Flussläufe als zu dieser Zeit angelegt und ungestört weiter ausgebildet annehmen. Für den Lech wäre es das Stromstück, welches nördlich von Schongau beginnt und bis zur Donau sich hinzieht, welches als zu dieser Zeit schon ange-

legt zu betrachten wäre. Für den südlicher gelegenen Stromlauf ist dagegen anzunehmen, dass er in jeder von den beiden Eiszeiten wieder vom Lechgletscher bedeckt und damit in seiner definitiven Anlage und Ausbildung gestört wurde. In der zweiten Interglacialzeit ist es wohl möglich, dass die dem Gebirge entströmenden Gewässer schon grossenteils in der Richtung des heutigen Lechthales sich ergossen haben. Jedenfalls aber bestanden damals die jetzt vorhandenen tiefen Durchbrüche und Durchnagungen durch die verschiedenen den Lechstrom kreuzenden Tertiärzüge noch nicht. Vielmehr ist anzunehmen, dass damals die Thalsohle eine viel höher gelegene war, als heutzutage, wie wir es ja an der Verbreitung des Hochterrassenschotters und der weiten von ihm bedeckten Flächen von Schongau und Hohenfurch weithin gegen Norden heute noch konstatieren können.

Wir haben in dem Abschnitte über den Mangfall des Lechs bei Füssen gesehen, dass die Abänderung im Stromlaufe und die Benützung der Scharte bei Füssen in die Zeit zu versetzen ist, als der sperrende Moränenwall zwischen Pfronten-Kappel und Wank schon gebildet war. Da letzteres Ereignis in die Zeit des letzten Zurückweichens des Lechgletschers fällt, so können wir diese Ablenkung des Lechs in die Zeit nach der Eiszeit versetzen.

Auch die Zeit der beginnenden Trockenlegung des Lechsees durch das Durchbrechen des Tertiärzuges der Senkele und des Illasberges etc. durch den Lechstrom werden wir in die Zeit nach dem letzten Rückzug der Gletscher verlegen müssen. Da wir also den Beginn der Veränderung des Lechlaufs bei Füssen und die Durchbrechung der ersten nördlich vorgelagerten Tertiärschwelle in die postglaciale Zeit verlegen müssen, so werden wir nicht fehlgehen mit der Annahme, dass, wenn einmal diese Stromesrichtung eingeschlagen war, sie auch fort dauerte, und dass wir die weitere Durchnagung der andern noch weiter nördlich vorliegenden Tertiärzüge in dieselbe postglaciale Zeit verlegen dürfen. Wir müssen also die Anlage und die weitere Ausbildung desjenigen Stromstückes des Lechs, das zwischen Füssen und Schongau liegt, auf welcher Strecke der Lech die ganze ihm vorgelagerte gefaltete Tertiärzone durchbricht, in die Zeit nach der letzten Vergletscherung, also in die postglaciale Zeit verlegen. Erst zu dieser Zeit konnte sie ungestört und definitiv vor sich gehen. Die vor dieser Zeit eingeschlagenen Wege sind verwischt

und heutzutage mit Sicherheit nicht zu erkennen. Zur Eiszeit selbst aber war der Weg für die Schmelzwässer in höherem Niveau und ging über ausgedehntere Flächen. Eine früher vielleicht benützte, jetzt aber verlassene Abzugsrinne, welche längs der Illach sich hinzieht und südlich von Peiting-Schongau auf die dortige breite Thalfäche mündet, habe ich früher bereits angedeutet *).

Ausser dem südlichsten Durchbruch durch das Tertiär der Senkele und des Illasberges durchschneidet der Lech einen zweiten Zug bei Lechbruck. Man sieht südlich vom Orte eine Klippenreihe den Lech durchziehen, welche jetzt die Stützpunkte für ein Stauwehr abgeben, mittelst dessen ein Teil der Wassermassen des Lechs zu technischen Zwecken abgeleitet wird. Ferner stehen sowohl die Widerlager der Brücke bei Lechbruck, als auch ein Stropfweiler derselben auf Felsen, welche dem den Fluss kreuzenden Molassezug angehören.

Wenig nördlich davon durchbricht der Lech bei Bernbeuren in der sogenannten Hirschau bis nahe gegen Schongau hin die obere Meeres-Molasse, welche vom Auerberg kommend nach Kreuzung des Flusses weiter östlich zum Peissenberg sich hinzieht.

Damit ist die gefaltete Tertiärzone durchbrochen, und von hier an tritt der Fluss in den Bereich der söhlig gelagerten Ablagerungen der oberen Süsswasser-Molasse, welche sich mit der sie überdeckenden diluvialen Nagelfluh und den in den Thälern sich hinziehenden glacialen Schottersystemen bis zur Donaulinie erstrecken.

Was nun den Stromlauf des Lechs unterhalb und nördlich der gefalteten Tertiärzone betrifft, so finden wir, dass seine Thalbildung unterhalb Schongau zur zweiten Interglacialzeit, also zur Zeit der Bildung des Hochterrassenschotters, einen sehr breiten Raum beanspruchte. Von Hohenfurch an erstreckt sich nämlich eine solche Hochterrasse über Denklingen und Leeder bis gegen Landsberg zu. Der damals ungemein grosse Wasserreichtum und die noch nicht tief ausgefurchten Thäler ermöglichten sogar einen Übertritt der Gewässer von einem Thal zum andern. Ein solches Überströmen von grossen zwischen zwei Thälern gelegenen Flächen

*) Die Bildungszeit des nördlichen Lechthales von der Gegend zwischen Schongau und Landsberg an weiter stromabwärts fällt zeitlich früher, in die Zeit nach der diluvialen Nagelfluh, wie früher schon erörtert.

fand nicht nur am Lech statt, sondern auch zwischen andern kleinern Flüssen der schwäbischen Hochebene, so zwischen Mindel und Flossach, Flossach und Wertach etc.

Wenn wir südlich von Buchloe auf der Höhe von Lindenberg stehen, übersehen wir gegen Süden eine weitgedehnte, flache Ebene, welche sich östlich zum Lech, westlich zur Wertach fortsetzt. Hier war ein Zusammenfliessen der beiden Gewässer bei einem verhältnismässig nur wenig höherem Wasserstande möglich, wie wir ihn bei dem früheren enormen Wasserquantum der die ganze breite Thalsole überströmenden Flüsse leicht voraussetzen können.

Diese den Lech begleitende Hochterrasse, welche wir bis Landsberg verfolgt haben, setzt sich in der das eigentliche Lechfeld im Westen überhöhenden Terrasse fort, auf welcher zahlreiche Ortschaften, wie Schwabmünchen, Bobingen etc. liegen; sie keilt sich erst bei Augsburg aus. Als Hochterrasse müssen wir auch die Bodenschwelle ansprechen, in welche die Bahn von Augsburg nach Westheim einschneidet. Sie setzt sich, deutlich gegen das Lechthal, zunächst zu einer niedrigeren Terrasse abfallend, in der Terrasse fort, auf welcher Gersthofen, Langwaid etc. liegen und dieselbe verliert sich nach und nach niedriger werdend erst weiter nach Norden in die sumpfigen Alluvionen des Donauthales.

Das rechte Lechufer von Schongau über Landsberg bis zum Lechfeld abwärts bilden die Steilufer der verfestigten diluvialen Nagelfluh und wohl auch des Hochterrassenschotters. An den steilen Kies- und Geröllhalden bei Schongau und namentlich bei Landsberg ist dies deutlich zu erkennen. Schwieriger dürfte die Auflagerung des Hochterrassenschotters und seine Grenze nach unten zu erkennen sein, da es der allgemeinen Geröllüberdeckung der Hänge halber an guten Aufschlüssen mangelt.

Längs der Hochterrassen, aber näher am Flusse gelegen, begleiten den Lech teilweise schon von Schongau abwärts Niederterrassenschotter. Sie liegen tiefer als die Hochterrassen, aber immerhin noch so hoch, dass sie auch vom höchsten Stande des Hochwassers heutzutage nicht mehr überschwemmt werden.

Eine solche Niederterrasse stellt das Lechfeld dar und zwar derjenige Teil desselben, auf welchem das Lager steht und die Schiessübungen abgehalten werden; sie zieht sich ununterbrochen

über Siebenbrunn bis zum Siebentischwald herab fort. Auch weiter stromabwärts begleiten Niederterrassen den Strom am rechten und linken Ufer, bis sie sich immer mehr verflachen und in die torfigen Donauriede übergehen.

Was die erste Thalbildung der andern Flüsse betrifft, welche sich zwischen Iller und Lech in die Donau ergiessen, so fällt ihre Anlage ebenfalls in die Zeit, als die diluviale Nagelfluh wie eine grosse Decke von grossartigen Wasserfluten ohne eigentliche Flussanlage über ganz Schwaben ausgebreitet wurde. Im Laufe der Zeit immer mehr vertieft, schnitt die Thalfurche auch in die darunterliegenden Schichten des Tertiärs ein. Soweit sie später auch von den Schmelzwässern der Gletscher durchflossen wurden, sind auch Terrassenschotterbildungen in ihnen zu erkennen. Dass bei Ausbildung dieser Thäler ebenfalls in früherer Zeit grössere Wassermassen als heutzutage mitgewirkt haben, lässt sich schon als Analogon mit dem Lech erwarten. Ebenfalls wurde früher schon darauf hingewiesen, dass bei einzelnen Thälern ein Überströmen der Gewässer von einem Thale ins andere vorgekommen ist. Auch verlassene Trockenthäler, durch welche sich früher die Gletscher ergossen, kommen vom Nordende der Glacialbedeckung ausgehend und nach Norden sich hinziehend vor. Eines der bekanntesten ist das grosse Trockenthal, das von Grönenbach bis über Memmingen hinaus sich erstreckt, und welches gegenwärtig von der Bahnlinie von Kempten nach Ulm durchzogen wird.

Bei Austiefung der Thäler fand auch noch vielfach eine Ablagerung von Löss und Lösslehm, zum Teil als letzte Überdeckung, zum Teil an den Thalgehängen statt, ein Umstand, welchem der betr. Landstrich Schwabens seine grosse Fruchtbarkeit zu verdanken hat. Die Thalsohlen sind vielfach mit recenten, d. h. schon mehr der Neuzeit angehörigen Alluvionen bedeckt. Darunter spielen namentlich in Folge Rückstau des Wassers oder in Folge Quellenreichtums mit gehindertem Abfluss gebildete Moorgründe eine grosse Rolle.

Dieser einfache geologische Aufbau der Thäler lässt sich leicht erkennen. Im Zusanthale, zum Beispiel bei Dinkelscherben, sehen wir, dass von der flachen, etwas moorigen, von dem langsam fliessenden Flüsschen durchgezogenen Thale sich langsam ansteigende Gehänge erheben. Erst gegen den Schluss der Höhe

des Berges sehen wir die Thalböschung plötzlich steil sich erheben, um dann oben, namentlich bei Bergen mit ausgedehntem, breitem Aufbau, mit einer flachen Hochplatte zu enden. Die sanft ansteigenden unteren Partien gehören der im ganzen nördlichen Teile einzig den Untergrund bildenden oberen Süsswassermolasse an, der obere, steil abfallende, das Hochplateau auf den Bergen bildende Teil gehört der diluvialen Nagelfluh an, welche früher als einheitliche Decke über das ganze Gebiet ausgegossen, jetzt durch die Thalbildung in eine Anzahl von Fetzen und Lappen zerteilt ist, welche aber leicht sich ergänzen lassen. Bemerkenswert ist, dass der oben auf die Berge aufgesetzte Steilrand der diluvialen Nagelfluh meist mit prächtigen Wäldern bewachsen ist. An dem nördlich von Dinkelscherben gelegenen Berge sind diese Verhältnisse leicht zu konstatieren. Während der Ort noch auf Tertiärgrund gebaut ist, welchem auch die sanft ansteigenden Thalgehänge angehören, sehen wir an dem steil ansteigenden oberen Teile des Berges die Nagelfluh-Überdeckung in schöner Entblössung aufgeschlossen. Das den Gipfel des Berges krönende Kirchlein liegt schon auf derselben. Ähnliche Verhältnisse bemerken wir bei den umliegenden Bergen. Der Bahnhof von Gabelbach, zu welchem die Bahn von Dinkelscherben an ziemlich stark ansteigt über die Tertiärablagerungen, liegt gerade an der Grenze zwischen Tertiär und Nagelfluh. Nördlich und südlich des Bahnhofes bestehen die steil ansteigenden Höhen, welche hier ebenfalls bewaldet sind, aus diluvialer Nagelfluh, die hier zum Teil verfestigt ist.

4. Ort des Abflusses der quartären Wasser des Lechs und der anderen Flüsse Schwabens.

Heutzutage sammeln sich die Gewässer der Iller und des Lechs und der zwischen ihnen liegenden Flüsse in der Donau, um durch das Durchbruchthal durch den hier auch auf die Südseite der Donau sich erstreckenden Jura zwischen Stepperg und Neuburg a/D. ihren Weg weiter nach Osten fortzusetzen.

Diese Durchbrechung des Juras an dieser Stelle ist jedoch neueren Datums; früher nahmen die Gewässer einen andern Weg.

Wir müssen uns in Gedanken wieder in die Zeit zurückversetzen, als die Hochebene nach Ablagerung der letzten tertiären Schichten, der oberen Süsswassermolasse, von grossen

Hochflutgewässern überströmt, mit den Kies- und Geröllagen der diluvialen Nagelfluh überdeckt wurde. Diese Ablagerung überdeckte nicht nur das ganze nördliche Schwaben zwischen Iller und Lech, sondern breitete sich auch über einen Zwickel aus, welcher das Dreieck bildet zwischen dem Lechlaufe von Mühlhausen bei Augsburg bis Rain einerseits, und dem Strassenzuge Mühlhausen, Pöttmes, Neuburg a/D. andererseits. Da östlich dieser Linie diese Flutüberdeckung der diluvialen Nagelfluh fehlt, müssen wir uns eine sekundäre Wasserscheide gebildet denken, welche als niederer Höhenzug von dem Juravorsprung bei Neuburg ausgehend in ungefähr südwestlicher Richtung gegen Augsburg zu fortschreitend ein Über- und Weiterfließen der alpinen Gewässer gegen Osten zu verhinderte. Daher das Fehlen der Nagelfluhüberdeckung östlich der oben angegebenen Linie, sowie im Quellgebiet der östlich des Lechs mit anderer Thalrichtung entspringenden Flüsse, wie der Paar, der Glon und Ilm etc. Hier ist ja die auffallende Grenze zwischen den süd-nördlich fließenden Flüssen Schwabens und den südwest-nordöstlich fließenden Gewässern Oberbayerns.

Die über die schiefe Ebene der Nagelfluh, in welcher wir noch keine Thalbildung als vorhanden uns vorstellen müssen, abströmenden mächtigen Fluten, sammelten sich zunächst längs des Jurasteilrandes und da ihnen ein Abfluss nach Osten in direkter Richtung damals noch verschlossen war, so mussten sie andere Wege einschlagen. Dass sie südlich des Juravorsprunges bei Neuburg ihren Weg allenfalls durch das Donaumoos genommen hätten, dafür fehlen alle Anzeichen. Wir können also nur vermuten, dass sie von Steppberg an ein nördlich dieses Ortes beginnendes, bei Mauern, Hütting und Wellheim in den Jura tief eingeschnittenes breites Thal, welches bei Dollnstein in das Altmühlthal einmündet, zum Abflusse benutzt haben. Von Dollnstein an folgten dann die Gewässer dem heutigen Altmühlthale bis Kelheim, wo dasselbe wieder in das Donauthal einmündet. Eine seitliche Abflussrinne ging vielleicht von Hütting durch das Schutterthal über Nassenfels gegen Ingolstadt zu.

Der höchste Punkt der Thalsohle nördlich von Wellheim liegt 409 m über dem Meere, während der Wasserspiegel der Donau heutzutage bei Steppberg 386 m hoch liegt, eine Differenz, welche ein Überfließen dieser Schwelle im Jura bei dem damaligen

ohnehin höhern Wasserstände und dem Höherliegen der Thal-
sohlen überhaupt als durchaus wahrscheinlich erscheinen lässt.

Ein weiterer Beweis, dass durch das Jurathal von Wellheim-
Dollstein einmal ein Fluss mit grösseren Wassermassen geflossen
sein muss, liegt darin, dass das Altmühlthal von Dollstein an
sich plötzlich erweitert, und gegenüber dem oberhalb Dollstein
gelegenen Teile des Thales als breites, wohlausgebildetes Thal
weiter zieht, welchen Charakter es auf der ganzen Strecke bis
zur Eimmündung ins Donauthal bei Kelheim beibehält. Zur Ge-
wissheit aber wird unsere Annahme durch die Thatsache, dass
nicht nur in der Nähe von Hütting eine Ablagerung von Geröll
zweifellos alpinen Ursprungs gefunden wurde, sondern dass eine
derartige Geröllbank auch bei Arnsberg unterhalb Eichstädt, also
tief unten im Altmühlthale sich vorfindet.

Erst mit der in späterer Zeit vor sich gegangenen Durch-
nagung des Jurasporns zwischen Steppberg und Neuburg a/D.
wurde das Thal von Hütting bis Dollstein ausser Funktion ge-
setzt für den Abfluss der von den Alpen über die schwäbische
Hochebene herabkommenden Gewässer. Es trat dies erst mit
der Zeit ein, als die Donau der geraden Stromrichtung in ihrem
weitem Verlaufe auch durch die Enge von Steppberg gefolgt war
und ihr Flussbett so tief eingesenkt hatte, dass der alte, höher
gelegene Abflusskanal ausser Funktion treten musste.

5. Das Donaumoos und das Paarthal bei Ottmaring als frühere Abflussthäler für die Gewässer des Lechs.

a) Das Donaumoos.*)

Das Donaumoos stellt heute eine von einem Kranz mässig
hoher Hügel umgebene breite, ebene Fläche dar in Gestalt eines
Dreieckes, welches mit einer Seite gegen die Donauthalung hin-
sieht und in dieselbe übergeht, die Spitze desselben aber gegen
Südwesten gerichtet hat, so dass die Fortsetzung derselben das
Lechthal in der Gegend zwischen Mühlhausen und Friedberg
treffen würde. Man hat dieser geographischen Lage halber früher
daran gedacht, im Donaumoos einen alten Abflussweg der Lech-

*) Im Folgenden folge ich hauptsächlich den Ansichten von Gumbel in
seiner Geologie von Bayern, dessen Angaben ich durch eigene vielfache Be-
obachtungen an Ort und Stelle verfolgen konnte.

gewässer zu sehen und dadurch die Ausspülung eines so grossen, gegen die Donau hin deltaförmig sich verbreiternden Raumes zu erklären.

Bei näherer Untersuchung der Ufer des Donaumooses, respektive der dasselbe umgebenden Hügelreihen, welche sämtlich aus den Tertiärschichten der oberen Süsswassermolasse bestehen, finden wir heutzutage nirgends eine Lücke in derselben, welche einem früheren Thale gleichsehen würde, durch welches grosse Wassermassen, wie wir sie beim Lech doch annehmen müssen, sich ergossen haben. Auch sind unzweifelhafte Lechgerölle auf den Höhenzügen östlich des Lechs, welche einen früheren, wenn auch nur geringfügigen Übertritt von Lechwasser aus dem Lechthal gegen das Donaumoos beweisen könnten, nirgends zu finden. Wenigstens ist in der Richtung, in welcher sich am wahrscheinlichsten ein Verbindungsthal befunden haben müsste, nicht die Spur eines solchen zu entdecken. Die Höhen, welche in der kürzesten und natürlichsten Verbindungslinie zwischen Lech und Donaumoos liegen, also die Hügel bei Mühlhausen, Derching und von da nord-ostwärts über Affing bis zum Donaumooszwickel zwischen Pöttmess und Sandizell, weisen überall auf ihrer welligen Oberfläche keinen einigermaßen geeigneten und in der postulierten Richtung gelegenen Thaleinschnitt auf. Auch der vom Lechthal ausgehende Thaleinschnitt, welcher über Todtenweis nach Pichl und Eisingersdorf führt, zeigt keinerlei Andeutungen eines einstmaligen Stromlaufes; auch ist es schon deshalb, weil er senkrecht auf die Thalrichtung des Lechs gerichtet ist, wenig wahrscheinlich, dass wir hier einen alten Abfluss zu suchen haben.

Wollen wir daher die Bildung des Donaumooses näher erklären, so müssen wir in die Zeit zurückkehren, als durch die altquartären Fluten die Decke der diluvialen Nagelfluh über ganz Schwaben und über den oben näher beschriebenen Zwickel östlich vom Laufe des Lechs ausgebreitet wurde. Wir nahmen damals an, dass südlich von dem Juravorsprung bei Neuburg a/D. eine Reihe von höheren Hügeln, als heutzutage, längs der Linie Neuburg, Pöttmess, Affing, Mühlhausen eine Wasserscheide gebildet haben, welche den über die schwäbische Hochebene abströmenden Gewässern eine Ablenkung in östlicher Richtung unmöglich machte. Wir müssen auch annehmen, dass zu dieser

Zeit auch die im Süden und Südosten das Donaumoos umgebenden Tertiärhügel damals ungefähr 50 Meter höher gewesen sind, als zur Jetztzeit. Von diesem höher liegenden Hügelkranze ergoss sich nun eine Anzahl wasserreicher Quellen und diese bildeten den Anfang eines neuen Abflusssystemes östlich des Lechs. Wir sehen ja auch weiter im Süden, auf den Höhen gleich östlich vom Thalabschnitte des Lechs, das Quellgebiet mehrerer Flüsschen, wie der Glon und der Ilm sich entwickeln, welche in derselben nordöstlichen Richtung ihren Weiterverlauf haben, wie das Donaumoos.

Diese Quellbäche konnten die stark sandigen und mergeligen Lagen des Tertiärs, welche an Stelle der heutigen Mulde des Donaumooses lagen, leicht nach und nach im Laufe der Zeit wegschwemmen. Überreste dieser sandigen Schichten finden wir heute noch am südöstlichen Rande des Donaumooses in Gestalt der dünenartigen Sandberge von Sandizell, Hohenwart bei Schrobhausen bis in die Gegend von Reichertshofen.

Was den Abfluss dieser Gewässer des Donaumooses betrifft, so ging derselbe vereinigt mit den weiter östlich noch hinzukommenden kleinen Bächen nicht durch die heutige Jura-Enge bei Weltenberg. Sie ist, wie der Juradurchbruch bei Neuburg, neueren Datums. Vielmehr geschah der Abfluss der gesammten Gewässer durch ein jetzt von der Eisenbahn benutztes Trockenthal von Abensberg nach Kelheim. Hier trafen dann diese Gewässer mit den durch das Trockenthal Wellheim-Dollstein und das Altmühlthal bis Kelheim abfließenden, dem Lech und der oberen Donau entstammenden Gewässern wieder zusammen.

Zur Zeit dann, als der Durchbruch der Donau durch den Juravorsprung bei Neuburg in der Thalenge von Steppberg bis Neuburg a/D. perfekt geworden war, wälzte der Donaustrom eine flache nur 4—5 Meter hohe Geröllbarre von Rollsteinen meist alpinen Ursprungs längs seines rechten Ufers vor die gegen die Donauthalung gerichtete Seite des Donaumooses. Dadurch wurden die im Donaumoos sich ansammelnden Gewässer am unmittelbaren Abfluss gelindert und ihre Zurückstauung gab dann zu der ausgedehnten Torf- und Moor-Bildung Veranlassung, wie wir sie heute vor uns sehen. Ein Abfluss von Gewässern des Lechs durch das Donaumoos fand also sicher nicht statt.

b) Das Paarthal bei Ottmaring.

Bei dem Dorfe Ottmaring, südlich von Friedberg, verlässt zur Jetztzeit die Paar durch einen tiefen Thaleinschnitt das breite Lechthal, in welchem sie längs der östlichen Uferhöhen desselben von Mering bis Mergenthau eine kurze Strecke weit ihren Lauf genommen hatte. Dieser auffallende Durchbruch des östlich den Lech begleitenden Hügelzuges, durch welchen eine Thalverbindung zwischen dem südnördlich verlaufenden Lechthale und dem in der Richtung von Südwest nach Nordost sich erstreckenden Paarthale geschaffen wird, konnte leicht der Vermutung Raum geben, dass er entweder durch die Fluten des Lechs selbst gebildet wurde, oder dass derselbe doch in früheren Zeiten einen Teil der Wassermassen desselben nach Osten zu abgeführt habe.

Betrachten wir heute den Oberlauf der Paar von Ottmaring flussaufwärts auf einer guten Karte, so wird uns bald der Gedanke kommen, dass wir in dem heutigen Quellgebiete des Flüsschens nur einen Torso vor uns haben. Ausser dem mittleren Quellast, der in südnördlicher Richtung aus der Gegend von Landsberg herkommt, haben wir wohl gegen Osten noch ein paar kleinere Quellbäche in der Gegend von Althegnenberg; dagegen fehlt uns beim Beschauen des Terrains ein seitlicher Zufluss von Quellbächen aus der Westrichtung. Es sieht so aus, als wenn durch das breite von Süden herkommende Lechthal der Paar die früher vor der Eintiefung des Lechthales wahrscheinlich vorhanden gewesenen westlichen Partien ihres Einzugsgebietes vollständig weggenommen worden seien. Statt der dem Quellgebiete solcher Flüsschen entsprechenden sanften Höhen und dazwischenliegenden seichten Mulden, wie wir sie an der benachbarten Glon und an dem noch erhaltenen östlichen Teile des Paargebietes sehen, sehen wir heutzutage die breite, kies- und geröllbedeckte Thalebene des Lechs.

Wenn wir in die Zeit zurückgehen, in welchen das heutige Lechthal noch nicht ausgefurcht war, als vielmehr die Wasserfluten noch ohne eigentliche Thalbildung sich von den Alpen über die Hochebene zur Donaulinie ergossen, so müssen wir annehmen, dass die jetzigen Hügelreihen des Lechs auf der Ostseite des Flusses mit denen auf der Westseite durch eine flache Ebene in Verbindung standen. Freilich lag das Niveau dieser

Ebene noch damals bedeutend höher als heutzutage. Stellen wir uns also vor, dass an Stelle des Lechfeldes und des Wertach- und Lechthales eine derartige erhöhte Fläche vorhanden war, so werden bei der ersten Bildung der Thalfurchen auch auf dieser Fläche einige primäre flache Thalfurchen sich gebildet haben, welche, der durch die heutige Richtung der benachbarten Flüsschen wie Glon und Ilm vorgezeichneten Senkung des Terrains folgend, von Südwest nach Nordost sich erstreckt haben werden. Dies wären die supponierten westlichen Thaläste der Paar gewesen, welche sich mit dem Mittelaste und den westlichen Quellbächen in der Gegend von Mering, vielleicht erst etwas weiter nördlich als heute zu einem einzigen Flusse vereinigten. Wenn wir diese höhere Lage und grössere Ausbreitung (auch nach Westen hin) der Quellbäche der Paar bei ihrer ersten Anlage annehmen, so ist es uns auch wohlverständlich, dass der Fluss im Stande war, nach und nach sein über Ottmaring gegen Dasing weiterführendes Thal anzulegen und immer weiter auszubilden. Diese Anlage scheint schon ziemlich weit gediehen zu sein, als der Lech erst anfang, von Süden herkommend sich in Nordrichtung sein eigenes Thal auszufurchen. Dass seine grossen den Gletschern entströmenden Wassermassen dies leicht und vielleicht in verhältnismässig kurzer Zeit auszuführen im Stande waren, ist wohl anzunehmen. Dabei wurde aber das erst seicht angelegte westliche Zuflusssystem der Paar durch das immer mehr Raum in Anspruch nehmende Lechthal der Zerstörung preisgegeben und die Paar bildete mit ihrem oberen Abschnitte bis Mering nur mehr einen Nebenfluss des Lechs zu einer Zeit, als der Lech während der Glacialzeit mit seinen Wassermassen noch die ganze breite Thalsole vollständig überschwemmte.

Bei der starken von Süd nach Nord gerichteten Strömung der kolossalen Wassermassen ist es auch nicht zu verwundern, dass der Lech durch den schmalen Thaleinschnitt bei Ottmaring sich nicht zu einer Richtungsänderung bestimmen liess, die ja im ersten an sein Thal unmittelbar angrenzenden Thalabschnitte der Paar fast senkrecht auf seinen bisherigen Lauf gerichtet gewesen wäre. Vielmehr behielten die Wassermassen ihre alte Stossrichtung von Süd nach Nord bei und setzten die Bildung des Thales, ohne sich ablenken zu lassen, in der früheren Richtung fort.

Es ist nun nicht ganz von der Hand zu weisen, dass nicht ein Teil der Lechgewässer durch das Thal von Ottmaring seinen Abfluss in das Paarthal wenigstens für kurze Zeit gefunden haben könne. Namentlich kann dies zur Zeit der Hochfluten des Lechs zu Stande gekommen sein, wenn derselbe mit seinen enormen Wassermassen, die ganze Thalsohle überflutend, die ganze Breite des Thales bis an die dasselbe begrenzenden Hügelreihen erfüllte. Dass ein solches Ereignis, wenn auch vielleicht nur in bescheidenem Masse, stattfand, beweist wohl eine kleine Geröllbank, welche abwärts von Ottmaring bei der sog. Gansweide sich vorfindet, und welche aus einem Geschiebe von Lechkieseln zu bestehen scheint. Weiter flussabwärts konnte eine ähnliche Ablagerung nicht mehr aufgefunden werden, was wohl damit erklärt werden dürfte, dass die ganze Thalsohle von Ablagerungen recenter Abstammung überdeckt ist, namentlich kommt Sumpf- und Moor-Bildung, vielfach den Untergrund verhüllend, vor.

Zur postglacialen Zeit, als das Lechthal in seiner jetzigen Breite bereits ausgebildet war, fand eine Abnahme der Wassermengen des Lechs statt. Er konnte, namentlich bei Niederwasser, mit seinen Fluten nicht mehr das ganze Thal überschwemmen, sondern ging daran, in die Geröllebene seiner früheren Thalsohle sich ein neues, engeres Rinnsal einzunagen. Es musste dadurch wieder eine Trennung der Gewässer der Paar von denen des Lechs zu Stande kommen.

Vielleicht war das erste trennende Hindernis zwischen beiden Flüssen nur eine flache Kiesbank, welche der Lech seitlich an dem östlichen Ufer seines neuen, noch flachen Rinnsales aufwarf. Durch Verstärkung derselben Vertiefung seines eigenen Bettes und Verlegung seiner jetzigen Stromrinne mehr nach Westen hin, also vom Paarflusse mehr entfernt, konnte die jetzige Trennung der beiden Flüsse wieder zu Stande kommen. Die Paar benützte, jetzt längs der östlichen Thalwand des Lechs eine Strecke von Mering abwärts hinlaufend, ihr altes Thal bei Ottmaring zur weiteren Fortsetzung ihres jetzigen Laufes, wie es bereits früher geschehen war.

Dabei ist heutzutage das zwischen beiden Flüssen liegende Terrain nur wenige Meter über das Niveau des Lechflusses erhaben. Beim Bahnhofe von Kissing sehen wir den Spiegel des

Lechs bei mittlerem Wasserstande nur 3—4 Meter niedriger stehend, als die den Lech von der Paar trennende ebene Fläche. Bei einem aussergewöhnlichen Hochwasser wäre heutzutage noch ein Überlaufen von Wasser vom Lech ins Paarthal nicht zu den Unmöglichkeiten zu rechnen. Erst weiter abwärts hat sich der Lech vom sogenannten Ablass an in Folge der Korrektion des Flusslaufes ein tieferes Bett eingengagt, so dass ein Eindringen des Hochwassers in Lechhausen, wie es noch vor circa 30 Jahren ziemlich häufig war, zur Zeit nicht mehr möglich wäre.

Man kann also wohl annehmen, dass die Zeit der ersten Anlage des Paarthales in die Zeit nach Ablagerung der diluvialen Nagelfluh zu setzen ist, als von einer Lechthalbildung noch nicht die Rede war und das ganze Land noch eine Ebene vorstellte. Zu gleicher Zeit dürften auch die ersten Thalfurchen für die benachbarten Flösschen der Glon und Ilm entstanden sein, welche gleich der Paar eine Richtung von Südwest nach Nordost einhalten. Erst nach ziemlich weit fortgeschrittener Thalbildung der Paar wurde ihr durch die zur Eiszeit mächtig über die Hochebene sich ergiessenden Fluten des Lechs und durch die von denselben nach und nach immer tiefer und breiter ausgearbeitete Thalrinne der westliche Flügel ihrer Quelläste genommen und die Paar selbst vorübergehend zu einem Nebenflusse des Lechs degradiert. Erst nach vollständiger Ausbildung des heute bestehenden Thales und nach der Abnahme der Wassermassen des Lechs in postglacialer Zeit wurde durch Einnagung einer eigenen kleineren Thalrinne in den früheren Boden des Thals eine Scheidung der beiden Flüsse wieder ermöglicht, und die Paar konnte ihr altes Thal bei Ottmaring wieder allein benützen. Für die Kürze der Zeit, seit welcher letzteres der Fall ist, spricht die geringe Eintiefung des im Lechthale von Mering bis Mergenthau gelegenen Thalstückes der Paar, welche nur wenige Fuss beträgt und keinen eigenen noch so geringen Steilrand für sich selbst erzeugt hat. Ein Abfluss von Lechwasser fand durch das Thal von Ottmaring in der Richtung des heutigen Paarthals gegen Dasing und Aichach, wenn überhaupt, so nur in geringem Masse und vorübergehend statt. Das Gerölle bei Ottmaring liesse ja, weil nicht weit vom Thaleingange liegend, auch noch eine andere Deutung zu, und ist für sich allein wohl nicht als vollgiltiger Beweis eines Abflusses von Lechwasser zu deuten, so wahr-

scheinlich derselbe sonst bei der ganzen Konfiguration der Gegend namentlich bei Hochstand der Lechgewässer in früheren Zeiten immerhin auch erscheinen mag.

Schlusswort.

Vorliegende Arbeit ist eine Überarbeitung von drei an verschiedenen Abenden des Winters 1896 in der hiesigen Alpenvereinssektion gehaltenen Vorträgen, welchen auch eine Anzahl von Mitgliedern unseres Vereins auf spezielle Einladung anwohnte. Schon im Jahre 1893 war ein kürzerer, nur einen Abend füllender Vortrag über dasselbe Thema in unserem Vereine vorangegangen. Da der Vortrag hauptsächlich für Laien im Gebiete der Geologie berechnet werden musste, so konnte es nicht wohl umgangen werden, dass manche Abschnitte beigefügt wurden, welche in möglichster Kürze gehalten, den geologischen Bau des Untergrundes zur Klarlegung der weiteren Erörterungen dem Verständnisse näher bringen sollten. Ausser dem Studium der einschlägigen Litteratur, soweit sie mir bekannt und zugänglich war, habe ich in den wenigen Wochen meiner Ferien im Verlaufe von 9—10 Jahren vielfache Streifzüge in einzelne vom Lech berührte Gegenden unternommen. Freilich bin ich mir wohl bewusst, dass das Thema auch nicht annähernd von mir erschöpft ist, und dass noch mannigfache Fragen eines eingehenden Studiums harren. Vielleicht habe ich aber doch, selbst für Fachgelehrte, einiges Neue gebracht, oder auch nur Anregungen zu eigenem Nachsehen an Ort und Stelle gegeben. Das Ganze soll ja nur ein Versuch zu einer geologischen Geschichte der Entstehung und Ausbildung des Lechthals sein. Wie weit das mir, einem Autodidakten, gelungen ist, muss ich der wohlwollenden Beurteilung aller meiner Leser überlassen, wobei dieselben wohl berücksichtigen werden, dass die Arbeit mit mangelhaften Hilfsmitteln und bei nur spärlich zu Exkursionen verwendbarer Zeit, gleichsam im Nebenamte, entstanden ist.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Winter K.

Artikel/Article: [Der Lech - Seine Entstehung, sein Lauf und die Ausbildung seines Thales in den verschiedenen geologischen Zeiträumen 491-545](#)