

## Zur geologischen Geschichte des Donautales

*Von Universitätsprofessor Dr. Julius Pia*

Betrachten wir irgend eine Übersichtskarte von Europa, so muß uns sofort auffallen, daß die Donau sich zu den Gebirgen dieses Erdteiles ganz anders und weitaus nicht so einfach verhält wie die meisten anderen Flüsse. So weit diese mit den jungen Kettengebirgen überhaupt in Berührung kommen, entspringen sie in ihnen, um sie nach kürzerem oder längerem Lauf zu verlassen und über andere geologische Baustücke Europas hinweg dem Meer zuzufließen. So die Rhône, der Rhein, die Weichsel, der Dnjestr. Die Donau aber entspringt heute außerhalb der Alpen. Sie folgt zunächst ihrem Nordfuß. Man könnte wohl erwarten — wie das der Verlauf der Meeresstraßen in der älteren Tertiärzeit nahelegen würde —, daß sie sich auch entlang dem Nordsaum der Karpaten halten und etwa in der Lage des Dnjestr das Schwarze Meer erreichen würde. Sie tritt aber bei Wien plötzlich in das Innere der jungen Kettengebirge ein, durchquert sie in schräger Richtung und verläßt sie beim Eisernen Tor wieder. Ein solcher eigentümlicher Verlauf ist ein sicheres Zeichen dafür, daß die Donau eine lange und verwickelte geologische Geschichte hat. So ist es in der Tat. Freilich ist diese Geschichte noch nicht so geklärt und gesichert, wie es für eine Darstellung, die sich an einen weiteren Kreis wendet, eigentlich Voraussetzung wäre. „Die Zeit einer paläogeographischen Grossynthese der Donau ist noch nicht gekommen.“ (*Graber.*) Da wir aber das geologische Interesse der Donaureisenden nicht für so lange ausschalten können und wollen, bis eine abgeschlossene wissenschaftliche Erforschung der Geschichte des Flusses vorliegt — ein in sich widersprechender Begriff —, bleibt nichts übrig, als unsere gegenwärtigen Vorstellungen mit allem Vorbehalt darzulegen.

Wer von der Geschichte der Donau sprechen will, muß sich, soll er nicht ins Uferlose geraten, zunächst darüber klarwerden, was die Donau ist. Selbstverständlich gab es in den Gebieten, durch die sie heute strömt, immer dann Flüsse, wenn sie nicht von stehendem Wasser bedeckt waren. Es wäre offenbar verfehlt, in allen diesen Fällen von einer Urdonau zu sprechen. Wie alles in der Welt, so wird ferner auch das Wesen der Donau je nach dem Standpunkt des Betrachters verschieden erscheinen. Der Rumäne oder der Ungar wird es anders sehen als der Deutsche. Ich denke aber, für uns ist die Donau der Fluß, der das nördliche Vorland der Alpen gegen Osten entwässert. Unsere Auffassung läßt sich auch dadurch rechtfertigen, daß der Oberlauf der älteste Teil des ganzen Stromes ist. So weit wir einen solchen Fluß in der Erdgeschichte ohne Unterbrechung durch eine Meeresbedeckung zurückverfolgen können, dürfen wir ihn mit Recht Donau nennen.

Um zu einem richtigen Verständnis zu gelangen, müssen wir jedoch — wenn auch in der knappsten Form — wesentlich weiter ausholen.

(Die wichtigsten Einheiten der geologischen Zeitrechnung setze ich als bekannt voraus. Sie sind übrigens im „Handbuch für Donaureisen 1939“, Verlag Waldheim-Eberle, Wien, Seite 159, ausreichend zusammengestellt.)

### *1. Jungpaläozoikum.*

Die in Europa weit verbreitete Gebirgsbildung während der Steinkohlenzeit hatte zur Folge gehabt, daß das Meer stark zurückgedrängt wurde. Im Oberkarbon dürfte das ganze heute von der Donau durchflossene Gebiet Festland gewesen sein. Schon im Perm schritt die Einebnung der Gebirge rasch fort. Heute ist von ihnen längst nichts mehr erhalten. Nur die starke Störung und Veränderung der Gesteine in vielen Gebieten Europas beweist uns das ehemalige Vorhandensein von Gebirgen. Wo solche Gebiete jetzt ihre Umgebung wieder überragen, wie etwa im Schwarzwald, verdanken sie das ganz jungen Hebungen. Es handelt sich nicht etwa um Reste paläozoischer Hochländer, die der Abtragung entgangen wären.

### *2. Mesozoikum.*

Über die eingeebneten Landstriche drang die See aus dem Mittelmeergebiet, wo sie sich dauernd gehalten hatte, während der Trias wieder nach Norden vor. Der Schwarz-

wald wurde vom Meer und seinen Absatzgesteinen bedeckt. Dagegen blieb die Böhmisches Masse eine Insel, von der sich nach der Ansicht vieler Geologen eine lange Halbinsel, das sogenannte Vindelizische Gebirge, das zwei Gebiete verschiedener Triasentwicklung trennte, gegen SW erstreckte. Die weiteren Veränderungen zu verfolgen, würde zu weit führen. Bald griff das Meer stark vor, so daß fast ganz Mitteleuropa bedeckt wurde, wie etwa im oberen Jura und in der oberen Kreide; bald wurde es auf einzelne Buchten und Straßen eingeeengt, wie in der Unterkreide.

In der Oberkreide begann eine geologische Umwälzung, die für die Entstehung der Donau von der größten Bedeutung wurde, die Bildung der Alpen. Besonders in den Ostalpen spielten sich schon bedeutende Faltungen und Überschiebungen ab. Das Meer, das noch während der Kreidezeit in die Buchten dieser ältesten Alpen wieder eindrang, hat uns in den groben Geröllen seiner Absätze den deutlichen Beweis dafür hinterlassen, daß es an einem sehr unebenen Land mit steilen Küsten und gefällreichen Wasserläufen brandete. Etwas weiter vom Ufer, aber immer noch im seichten Wasser, begannen sich jene mächtigen, versteinungsarmen Sandsteine und Mergel anzuhäufen, die man gewöhnlich als Flysch zusammenfaßt.

Aus der Kreide stammen auch die ältesten Täler, die im Bereich der Donau bekannt geworden sind. Teile des Brenztales, des Wörnitztals und des Altmühltals (in der Gegend von Nördlingen) sollen bis in die Oberkreide zurückgehen, Stücke der Nab und des Regen bei Regensburg sogar bis in die Unterkreide. Natürlich kann keine Rede davon sein, daß sie etwa durch die Jahrmillionen als offene Hohlformen erhalten geblieben wären. Sie wurden vielmehr bald durch jüngere Gesteine zugeschüttet. Da diese jüngeren Schichten aber meist lockerer sind als die Jurakalke, in die sie eingesenkt sind, räumten die jungtertiären und heutigen Flüsse die alten Täler an manchen Stellen wieder aus und gliederten sie der Donau an.

### 3. Eozän.

Im Alttertiär geht die Alpenfaltung weiter. Die Alpen stellen sich als eine lange, schmale Insel im alten Mittelmeer dar, auf deren Rand hie und da Buchten dieses Meeres übergreifen. Im nördlichen Vorland der Alpen dauert die Flyschbildung fort. Diese Gesteine sammeln sich in einem ziemlich schmalen Meerestrog zwischen den Alpen und

einem ausgedehnten mitteleuropäischen Festland an. Die Westkarpaten und ihr Vorland sind Meer.

#### 4. Oligozän.

Das Oligozän ist die älteste geologische Epoche, für die wir ein etwas anschaulicheres und feiner durchgezeichnetes Bild des Gebietes der heutigen Donau entwerfen können. Die alpine Gebirgsbildung klingt etwa im Mittel- bis Oberoligozän deutlich ab. Zwar treffen wir überall noch wesentlich jüngere Schichtaufrichtungen und Brüche, mit sehr großen waagrechten Verfrachtungen haben wir aber kaum mehr zu rechnen. Wir können also die heutige Geographie der Rekonstruktion der alten Landschaft ohne zu großen Fehler zugrunde legen.

In den Schweizer Alpen wurden im Oligozän noch Flyschgesteine gebildet. In den Ostalpen war dies nicht der Fall. Dagegen griff das unteroligozäne Meer in der weiteren Umgebung von Kufstein in Tirol auf das Gebiet der Nördlichen Kalkalpen über. Das Oberoligozän ist hier nur durch Süßwasserabsätze vertreten.

Nördlich der alpinen Insel erstreckte sich eine ziemlich schmale Wasserstraße aus Südfrankreich über die Nordschweiz und München in die Gegend von Wien. Von hier an verbreiterte sich das Meer gegen Osten. Es stand um das Ostende der Alpen wieder mit dem Mittelmeer in Verbindung. Zeitweise, im Mitteloligozän, war es außerdem durch einen Meeresarm entlang des heutigen Mittelrheins und der Weser mit der Nordsee verbunden.

Die Gesteine, die in dem Wasserbecken am Nordfuß der Alpen während des Mittel- und Oberoligozäns gebildet wurden, pflegt man als die untere Molasse zusammenzufassen. Sie besteht aus Tonen, Sandsteinen und Konglomeraten, also Absätzen mäßiger bis geringer Wassertiefe. Die sandig-mergelige Ausbildung wird als Schlier bezeichnet. Da diese Schichten eine Mächtigkeit von mehreren Kilometern erreichen, muß der Meeresboden sich während ihrer Bildung bedeutend gesenkt haben. Diese Erscheinung werden wir in den verschiedenen tertiären Wasserbecken und bis an die Schwelle der Gegenwart noch oft festzustellen haben.

Begreiflicherweise hielten Gesteinsabsatz und Senkung des Meeresbodens einander nicht immer genau das Gleichgewicht. Überwog jener, wie es besonders gegen Ende des Oligozäns der Fall war, so zerfiel das Meer in kleinere

Wasserbecken, die rasch ausgesüßt wurden. Gewaltige Schottermassen wurden von Flüssen herbeigeführt. An nicht wenigen Stellen siedelten sich auf dem dem Meer abgerungenen Boden Sumpfwälder an, deren Reste uns als Braunkohlen vorliegen. Die Blätter von Bäumen, die in der Molasse vorkommen, gehören — wie gewöhnlich im Tertiär — großenteils zu Gattungen, die Europa seit der Eiszeit nicht mehr bewohnen: Wasserzypressen, Kampferbäume, Feigenbäume, Seifenbäume, daneben Eichen, Nußbäume, Erlen, Birken, Kreuzdorn usw. Von Landsäugetieren sind die großen, mit den Schweinen verwandten Anthracotherien am häufigsten. Auch Reste von Schildkröten und Fischen wurden aus der unteren Molasse beschrieben.

Die Tierwelt des Meeres änderte sich mit der Zusammensetzung des Wassers. Sie ist ja der wichtigste Anhaltspunkt, um auf diese zu schließen. Neben Muscheln und Schnecken des gewöhnlichen Meerwassers und des Brackwassers kennt man auch viele Weichtiere des Süßwassers. Gar nicht selten sind Meeressäugetiere, Seekühe und sehr interessante Wale, die besonders bei Linz gefunden wurden.

Reste oligozäner Täler sind im Gebiet der oberen Donau viel reichlicher vorhanden als solche aus der Kreide. Sie wurden im mittleren Oligozän — vielleicht auch schon früher — angelegt, im obersten Oligozän und im unteren Miozän verschüttet. Recht gut sind sie in der Umgebung von Regensburg bekannt, wo ihnen Braunkohlen eingelagert sind und wo sie deshalb durch Bohrungen verfolgt wurden. Bisher kennt man nur untergeordnete Verzweigungen des oligozänen Talsystems. Der Hauptflußlauf ist wohl, falls ein solcher bestand, unter der jüngeren Molasse verborgen. Daß er gegen Osten strömte und also eine Urdonau war, läßt sich nicht behaupten. Recht sicher scheint ferner, daß die verschiedenen vormiozänen Talstücke, durch die die Donau innerhalb der Böhmisches Masse fließt, nicht zu einer einheitlichen, oligozänen „Massivdonau“ gehören. Es handelt sich vielmehr um Einschnitte mehrerer selbständiger Flüsse, die erst viel später zu einem einzigen Talzug verbunden wurden.

Vormiozän ist zum großen Teil der Durchbruch der Donau durch den Passauer Wald angelegt. Die alten, oligozänen Flußläufe im Mühlviertel entstanden, als das Gebirge wesentlich niedriger als heute war. Die Wasserscheiden waren deshalb sehr flach, was spätere Flußvereinigungen erleichterte. Zwischen Ybbs und Melk läßt sich wieder gut

ein oligozänes, von tertiären Sanden erfülltes und später ausgeräumtes Tal nachweisen, dem die Donau folgt. Unterhalb Melk scheint dieses alte Tal aber nicht, wie die heutige Donau, nach NE abgebogen zu haben. Es wandte sich vielmehr entlang der Westbahnstrecke gegen St. Pölten.

Die Donaustücke zwischen Ardagger und Ybbs sowie zwischen Melk und Spitz werden von den meisten Forschern (aber nicht von allen) für jung angesehen. Bei Spitz betritt die Donau wieder ein vormiozänes Tal, das in etwa ostnordöstlicher Richtung über Pöggstall, Raxendorf, Spitz und Krems verlief. Ostrong und Jauerling liegen südlich von ihm. Heute entspricht ihm kein einheitlicher Wasserlauf mehr, da sein oberer Teil durch den Weitenbach unmittelbar zur Donau entwässert wird. Weiter im Osten benützt es der Spitzer Bach und endlich die Donau selbst.

Bezeichnend ist auch das Verhalten der südlichen Nebenflüsse der Donau zwischen Ybbs und Melk, besonders der Erlaf und der Melk. Ihr Unterlauf ist auf einer Länge von mehreren Kilometern in die Granite und Gneise der Böhmisches Masse eingeschnitten, daher auch ziemlich schmal und tief. Reste von Miozän folgen ihm aber bis zum Hauptstrom. Die Täler sind also vormiozän, wurden an der Grenze zwischen Alt- und Jungtertiär verschüttet, später von den Flüssen aber wieder aufgefunden und ausgeräumt. Weniger Übereinstimmung besteht in der Deutung der nördlichen Nebenflüsse, Krems, Kamp und Schmida. Daß sie stellenweise mit vormiozänen Furchen zusammenfallen, scheint sicher, welchen Umfang aber diese Erscheinung hat, ist noch strittig. Auch die fossilreichen Untermiozänschichten der Gegend von Eggenburg, die wir gleich zu erwähnen haben, greifen auf ein stark zertaltes Grundgebirge über.

Im ganzen ist es mir nicht unwahrscheinlich, daß der oligozäne Fluß, der die Talfurche Ybbs-Melk-Loosdorf schuf, gegen Osten floß und unweit St. Pölten in das Meer mündete. Wüßte man mehr über seinen Oberlauf, so könnte man ihn vielleicht als einen echten Vorläufer der Donau bezeichnen.

Die Alpen wurden im Oberoligozän vermutlich von einer Reihe kürzerer, nordwärts fließender Bäche und Flüsse entwässert. Die Reste ihrer Tätigkeit sind die sogenannten Augensteine, Anhäufungen von aus den Zentralalpen stammenden Geröllen, die auf den Kalkhochflächen der Nordalpen weit verbreitet sind. Die großen Längstäler der Salzach, Enns und Mürz bestanden damals noch nicht.

Unsere Kenntnisse reichen nicht aus, um im Rahmen einer so gedrängten Darstellung von dem Oligozän des Donaugebietes unterhalb Wien viel zu sagen. Es sei nur angemerkt, daß aus Ungarn und Siebenbürgen reiche Oligozänentwicklungen mit Wechsel meerischer Schichten, Brackwasserschichten und teilweise auch reiner Süßwasserschichten bekannt sind, die sich mit der bayrischen Unteren Molasse gut vergleichen lassen.

### 5. *Untermiozän.*

Um dem Leser unnötige Mühe zu ersparen und um nicht zu Streitfragen über das Verhältnis der Stufen in den verschiedenen Ländern Stellung nehmen zu müssen, werde ich darauf verzichten, bei der Besprechung des Jungtertiärs die Stufennamen zu verwenden. Für die auf geologischem Gebiet Beleseneren sei nur angemerkt, daß ich das Aquitan wegen seiner Säugetierfauna zum Oligozän stelle, daß ich als Untermiozän im allgemeinen (das heißt, wenn meine Quellen sich klar genug aussprechen) das Burdigal bezeichne, als Mittelmiozän das Helvet, als Obermiozän das Torton und Sarmat der Schichtfolge bei Wien, wogegen ich das Pont wegen der neuerlichen auffallenden Änderung der Säugetiere als unteres Pliozän auffasse.

Im Vergleich zum Höchststand des Meeres während des mittleren Oligozäns ist die Überflutung, die mit dem Beginn des Miozäns einsetzt, nur bescheiden. Während damals vermutlich eine offene Verbindung zwischen der nördlichen Vortiefe der Alpen und dem innerungarischen Gebiet bestand, sind im Untermiozän Alpen und Karpaten aneinandergeschlossen. Nur um diese im Norden führt eine Meeresstraße nach dem Bereich des Schwarzen Meeres.

Am Alpennordrand werden die Absätze des Unter- und Mittelmiozäns als Obere Meeresmolasse zusammengefaßt. Noch heute ist stellenweise die Brandungsplattform und der Steilhang deutlich zu erkennen, die das Meer zur Untermiozänzeit in die Jurakalke der Schwäbischen Alb eingeschnitten hat. Bohrlöcher von Schwämmen und Muscheln beweisen uns, daß wir wirklich auf dem wieder aufgedeckten alten Boden des Meeres stehen. Die Küstenlinie verläuft etwas nördlich Ulm, aus der Gegend von Tuttlingen bis Donauwörth. Wie gewöhnlich wurden am Rand des Meeres gröbere Gesteine, Sand und Schotter abgelagert, die teils aus der Alb, teils aus den Alpen stammen. Die Linzer und Melker Sande gehören zum großen Teil hierher. Im Inneren

des Beckens wurde auch während des Miozäns Schlier gebildet. Die Mächtigkeit des Absatzes war stellenweise nicht viel weniger als ein Kilometer. Die Senkung des Bodens, die das Meer wieder in das obere Donaugebiet gebracht hatte, hielt also weiter an.

In die während des Oligozäns gebildeten Täler griff das Meer buchtenförmig ein, so in der Wachau unterhalb Spitz und in der Gegend von Horn und Eggenburg. Auch Brüche mögen bei der Bildung der neuen Küstenlinie mitgewirkt haben. Am Rand der Böhmisches Masse reichen die Spuren des Untermiozänmeeres bis 520 Meter hoch hinauf. Man kann sie auf die Ausläufer der Karpaten hinüber verfolgen. Der Manhartsberg (östlich des unteren Kamp) war eine Insel. Die Gegend von Eggenburg ist durch ihren Reichtum an untermiozänen Versteinerungen berühmt. Man pflegt die Fauna als mediterran zu bezeichnen, sie hat aber außer zu der des heutigen Mittelmeeres auch zu der SE-Asiens und Mittelamerikas deutliche Beziehungen. Der Gegensatz zur Oligozänfauna ist recht scharf.

Auch in Ungarn ist nach dem Rückzug im obersten Oligozän während des Untermiozäns wieder ein Vordringen des Meeres zu erkennen, zum Beispiel im östlichen Teil des Ungarischen Mittelgebirges nördlich Budapest. Es erreichte aber nicht die Kleine Ungarische Tiefebene. Dagegen hat es in Siebenbürgen eine gut gegliederte, versteinerungsreiche Schichtfolge hinterlassen. Die Verbindung des ungarischen Beckens mit den östlichen Teilen des damaligen Mittelmeeres wird man sich wohl schon in der Gegend des Eisernen Tores zu denken haben.

Wie erwähnt, war das Inneralpine Wiener Becken im Untermiozän noch keine Meeresbucht. Der Einbruch hatte aber schon begonnen, denn es hatte sich ein Süßwassersee gebildet, dessen Spiegel nicht viel über dem des damaligen Meeres lag. Vermutlich wurde er nach NW entwässert, also entgegen dem heutigen Donaulauf.

Die Alpen waren zur Miozänzeit sicher viel weniger hoch und viel weniger tief zerschnitten als heute. Sie waren zwar nicht vollständig eingeebnet, hatten aber größtenteils die Beschaffenheit eines Hügellandes, das vom Meer gegen die Zentralalpen recht allmählich anstieg. Auf den Hochflächen der Nördlichen Kalkalpen sind uns Teile dieser ausgeglichenen Formen erhalten. Man bezeichnet sie nach ihrer gut untersuchten Entwicklung auf der Raxalpe als die Raxlandschaft. Ihr genaueres Alter ist umstritten. Von vielen wird



ihre Bildung in das ältere Miozän gestellt. Später wurden die einzelnen Berggruppen verschieden stark gehoben, die südlichen am meisten. Deshalb findet man die Raxlandschaft gegenwärtig in sehr verschiedener Höhe.

Die untermiozänen Flüsse geben sich uns vorwiegend durch die Gerölle zu erkennen, die sie dem Meer zugeführt haben. Solche Schuttkegel kennt man mehrfach aus der Schweiz, besonders aber aus Niederdonau, vom Buchberg bei Neulengbach, von Hollenburg an der Donau unterhalb Krems usw. Die Art der Schichtung zeigt deutlich, daß es sich um Deltaabsätze handelt, die Bestandteile beweisen, daß die Flüsse ihr Einzugsgebiet in der Sandsteinzone und der nördlichen Kalkzone der Alpen hatten. Das allmähliche Absinken des Inneralpinen Beckens war mit einer tiefen Zertalung des stehengebliebenen Gebirgsrandes verbunden.

An der Südgrenze der Nördlichen Kalkalpen verlief ursprünglich eine einheitliche Enns-Salzach-Furche, die erst später durch den Unterlauf der Salzach in zwei Teile zerlegt wurde. Weiter im Osten soll der „Norische Fluß“ durch das Mur- und Mürztal gegen den inneralpinen See geflossen sein.

## 6. Mittelmiozän.

Da in dieser Zeit die Verhältnisse des Untermiozäns vielfach anhielten, werden wir uns kurz fassen können und nur einige wichtigere Veränderungen hervorheben. Am Nordrand der Alpen hielt der Absatz der jüngeren Meeresmolasse an. Immer noch wurde Schlier gebildet. Auch die oben erwähnten Deltaschotter reichen sicher an vielen Stellen in das Mittelmiozän hinein. Vorwiegend hieher gehören die Flußabsätze am Ostende der Alpen westlich Ödenburg. In dem verlandenden Süßwassersee des Inneralpinen Wiener Beckens kam es hie und da zur Torfbildung (Braunkohlen von Pitten in Niederdonau usw.).

Aus der Gegend von Eggenburg in Niederdonau scheint das Meer schon gewichen zu sein. Weiter gegen das Beckeninnere zu wurden schwach brackische Gesteine („Grunder Schichten“) abgesetzt.

Die Bildung des inneralpinen Meeresbeckens ist im Mittelmiozän noch nicht vollzogen, bereitet sich aber vor. Einerseits erfolgt der Einbruch des Korneuburger Beckens zwischen Rohrwald und Bisamberg (nördlich der Donau). Andererseits dringt das Meer in die Kleine Ungarische Tiefebene ein.

Gewisse Talstücke in der Schwäbischen Alb (Brenz, Wörnitz bei Donauwörth usw.) sollen nach der Ansicht einiger Forscher im Mittelmiozän angelegt sein. Sie gehörten zu einem bedeutenderen Fluß, der aus dem Thüringer Wald kam, von Regensburg bis über Ulm hinaus etwa dem heutigen Donautal folgte und bei Schaffhausen in das Meer mündete. Sein Tal ist mit einer bezeichnenden Ablagerung, den sogenannten „Graupensanden“, ausgefüllt. Seine Richtung war wohl durch eine Herabbeugung des Südrandes der Alb bedingt. Früher glaubte man in ihm das älteste Stück der Donau sehen zu sollen. Die Untersuchung der Gerölle hat aber erwiesen, daß er gegen SW floß.

Südlich des ungarischen Meeresbeckens war während des ganzen Miozäns ein Festlandsgebiet vorhanden, das den größten Teil der Balkanhalbinsel umfaßte. Es trug in Bosnien und anderwärts eine Reihe von Süßwasserseen. Ihre Fauna ist besonders interessant, weil von ihr die Mollusken des großen unterpliozänen Sees in Niederdonau und Ungarn herzustammen scheinen.

### 7. Obermiozän.

Vergl. die Karte im „Handbuch für Donaureisen“, 1939, Verlag Waldheim-Eberle, Wien, S. 51.

In das Obermiozän fällt eine Reihe von geologischen Veränderungen, die für die Herausbildung der Donau von der allergrößten Bedeutung waren. Etwa zu Beginn dieser Zeit ist die letzte stärkere Faltung in den Nordalpen erfolgt. Die Molasseschichten wurden in mehrere Mulden gelegt und von der Sandsteinzone überschoben, weshalb die Südküste des Molassemeeres nicht mehr genau zu verfolgen ist. Die obermiozänen und jüngeren Schichten sind kaum mehr gefaltet, sondern höchstens etwas aufgerichtet oder an Brüchen verworfen. Auch die hauptsächliche vulkanische Tätigkeit im Ungarischen Mittelgebirge, beiderseits der Donau bei Visegrád, fällt in dieselbe Zeit.

Der schmale Meeresarm am Nordfuß der Alpen, den wir bisher im ganzen Tertiär antrafen, ist im Obermiozän verschwunden. An seine Stelle ist eine Senke mit Seen und Flüssen getreten.

In Bayern und Württemberg werden die Ablagerungen des Obermiozäns als Obere Süßwassermolasse zusammengefaßt. Sie bestehen aus Konglomeraten, Sanden, Mergeln, Süßwasserkalken. Die Gerölle kamen im südlichen Teil der

Molassezone aus den Nordalpen, im nördlichen Teil aus der Alb. Sie wurden von Flüssen herbeigeführt. Ursprünglich mag als Nachfolger des untermiozänen Meeres wohl ein großer Süßwassersee vorhanden gewesen sein. Später wurde er zugefüllt und zerfiel. An seine Stelle muß ein Flußsystem getreten sein, vielleicht die älteste obere Donau, die in Betracht des Verlaufes der allein bekannten Nebenflüsse südlich der heutigen zu denken wäre. Unsere Kenntnis darüber ist aber noch sehr gering. Der Oberen Süßwassermolasse gehören auch die Braunkohlen des Hausrucks und Kobernauser Waldes in Oberdonau an. In Niederdonau dürften manche Schuttkegel aus dem Obermiozän stammen.

In dieselbe Zeit fällt auch die Bildung des großen Sees im Ries bei Nördlingen mit über 20 Kilometer Durchmesser, der zur Donau entwässert wurde. Kaum eine geologische Erscheinung in Deutschland hat zu so vielen und widersprechenden Deutungen Anlaß gegeben wie das Ries. Am wahrscheinlichsten ist doch wohl seine Bildung durch eine vulkanische Sprengung. Darauf kann hier nicht eingegangen werden.

Am Ende des Miozäns müssen wir uns das ganze Gebiet der oberen Donau weitgehend von Flußabsätzen zugeschüttet denken. Die Alpen waren wesentlich niedriger als heute. Nördlich von ihnen breitete sich eine weite Ebene mit einzelnen Seen und verwilderter Flüssen aus. Sie bedeckte auch den südlichen Teil der Alb und die tieferen Hänge der Böhmisches Masse, so daß diese Gebirge viel weniger ansehnlich als jetzt waren. Der Schwarzwald bestand als Gebirge überhaupt noch nicht. Er ist erst später emporgehoben worden.

Können wir also vermuten, daß während des Obermiozäns der älteste Teil der oberen Donau angelegt wurde, so spielte sich in derselben Zeit ein weiteres Ereignis ab, das für die Richtung, die die mittlere Donau nahm, entscheidend wurde: Die landfeste Verbindung zwischen Alpen und Karpaten wurde unterbrochen. Das Inneralpine Becken sank an Brüchen weiter ab. Die hauptsächlichsten Bruchlinien verlaufen am Ostende der Alpen von Gloggnitz nach Wien und am Westfuß des Leithagebirges und der Kleinen Karpaten. Diese Bergzüge, die relativ gehoben sind, werden auch im E von Brüchen begrenzt, die sie von dem Kleinen Alföld scheiden. Es sind aber sicher noch viele andere Verwerfungen vorhanden, wie der Korneuburger Bruch, an dem der Nordflügel abgesunken ist. Auf der Westseite des Wiener

Beckens hat man in den Kalkalpen mehrere Brüche obermiozänen Alters nachgewiesen.

Es wurde viel darüber geschrieben, ob das Wiener Becken zwischen zwei Gebirgen, den Alpen und den Karpaten, liegt, oder mitten in einem einheitlichen Gebirge. Die zweite Auffassung herrscht derzeit entschieden vor. Es soll nun nicht bezweifelt werden, daß gewisse Grundlinien des geologischen Baues sich aus den Ostalpen in die Kleinen Karpaten fortsetzen. Wir müssen aber doch darauf hinweisen, daß die Gegend von Wien paläogeographisch immer einer deutliche Sonderstellung behauptet hat. Recht allgemein wird angenommen, daß während des größten Teiles des Alttertiärs das Meer am Nordrand der Alpen über die Gegend von Wien mit dem im Inneren von Ungarn verbunden war. Wir sahen auch, daß im älteren Miozän in dieser Gegend ein großer See in geringer Höhe über dem Meer sich ausbreitete. Die obermiozäne Meeresstraße brach wohl nicht „zufällig“ gerade an dieser Stelle ein. Sie folgte vielmehr einer von alters her bestehenden Grenzlinie, die sich unter anderem auch durch das Umschwenken des Streichens zu erkennen gibt.

Die Strandlinie des inneralpinen Obermiozänmeeres liegt heute in einer Höhe von etwa 450 Metern. Gegen das Ungarische Becken war das Wiener Becken durch eine Reihe von Halbinseln, Inseln und Untiefen begrenzt. Eine zweite Inselkette verlief wohl vom äußersten Nordende der Alpen bei Greifenstein (westlich Korneuburg) gegen Nikolsburg. Ihre Reste sind die sogenannten Niederösterreichisch-Mährischen Klippen. Ob das Leithagebirge und die Berge bei Hainburg und Theben an der Donau während des ganzen Obermiozäns kleine Inseln bildeten, wie es nach den heutigen Höhenverhältnissen scheinen möchte, wird vielfach bezweifelt. Sie mögen während des Höchststandes des Meeres ganz von Wasser bedeckt und später relativ etwas gehoben worden sein. Weitere Inseln, die heute unter Pliozän-schichten begraben sind, befanden sich im Inneren der Kleinen Ungarischen Tiefebene.

Das sehr versteinungsreiche meerische Obermiozän des Inneralpinen Beckens war für das Verständnis der Gliederung des Tertiärs im allgemeinen von großer Bedeutung. Auf engem Raum erscheinen hier sehr verschiedenartig ausgebildete, gleich alte Schichten. Am Alpenrand, vor den Flußmündungen, liegen Konglomerate. Ihre Zusammensetzung zeigt, daß schon damals, wie heute, manche Flüsse

aus der Sandsteinzone durch die Kalkzone in das Wiener Becken flossen. Die ursprüngliche, nördliche Entwässerungsrichtung hatte sich infolge der Senkung umgekehrt. Bei Theben auf der Ostseite der Marchmündung ist ein Sandstrand mit seiner Tiergesellschaft ausgezeichnet erhalten. Besonders bezeichnend für das Wiener Obermiozän sind die sogenannten Leithakalke, die ganz überwiegend aus den Resten kalkabsondernder Rotalgen bestehen (Nulliporen- oder Corallinaceenkalke, nicht ganz treffend auch Lithothamnienkalke genannt). Kaum je trifft man gewachsene Rasen dieser Algen. Fast immer handelt es sich um lose Knollen oder um abgebrochene, zusammengeschwemmte Äste. Man hat daraus auf beträchtliche Meeresschwankungen geschlossen — wohl kaum ganz zwingend. Es liegt in der Natur solcher organischer Riffe, daß die Kalkskelette oben, wo die Pflanzen (oder Tiere) leben, von der Brandung immer wieder zerschlagen werden und sich etwas weiter unten im stilleren Wasser anhäufen. Am reinsten sind die Nulliporenkalke dort, wo keine Gerölle oder Sande vom Festland zugeführt wurden, also auf den Untiefen und um die kleinen Inseln im offenen Meer: Leithagebirge, Kaller Heide südlich Nikolsburg, Steinberg westlich Zistersdorf.

Das Innere des Beckens wird von Tegeln eingenommen, die manchmal ziemlich an Schlier erinnern. Sie stammen aus einer Tiefe von etwa 200 Meter. Da ihre Mächtigkeit viel größer ist, muß die Senkung des Meeresbodens während des Obermiozäns angehalten haben. Die kleinschaligen Mollusken der Tegel sind von den schweren Formen des Strandes so verschieden, daß man die sie umschließenden Gesteine früher für verschieden alt hielt. Es ist dies aber nur eine Folge der abweichenden Lebensverhältnisse.

Ein Anhängsel des Wiener Beckens ist die Gaadener Bucht nordwestlich Baden, die mit Breschen und Flußschottern ausgefüllt wurde. Nach N reichen ähnliche Gesteine, wie die des Wiener Beckens, bis in die Gegend von Brünn.

Die Landpflanzen des Miozäns sind von denen des Oligozäns nicht sehr verschieden. Es handelt sich ganz vorwiegend um heute noch lebende Gattungen, die aber eine seltsame Mischung europäischer, amerikanischer und ostasiatischer Formen bilden. Die miozänen Säugetiere gehören mit wenigen Ausnahmen zu noch lebenden Familien, aber fast durchwegs zu ausgestorbenen Gattungen: Große Hunde, Fischottern, Katzen, Bartenwale, Delphine und Pottwale, verschiedene Gattungen von Nashörnern, Tapire, ein drei-

zehiges Pferd mit noch recht einfachen Backenzähnen, Zwerghirsche, kleine echte Hirsche, verschiedene Schweine, darunter eine merkwürdige große Form mit auffallend tapirähnlichen Backenzähnen, eine Reihe von recht abenteuerlichen Rüsseltieren, Seekühe, Menschenaffen. Am sonderbarsten ist vielleicht das große grabende Huftier *Chalicotherium*. Die Reptilien waren durch mehrere Schildkröten vertreten. Die sehr reiche meerische Molluskenfauna des Obermiozäns von Wien läßt nahe Beziehungen zu der des heutigen Mittelmeeres und der Westküste Afrikas erkennen.

Im wesentlichen war das Wiener Becken nur eine durch Inseln teilweise abgetrennte Bucht des ungarischen Meeres. Ungeheuer reich an verschiedenen Molluskenarten ist das Obermiozän Siebenbürgens.

Nach W reichte das Obermiozänmeer, wie wir schon sahen, nicht wesentlich über die Gegend von Wien hinaus. Dagegen dürfte eine Verbindung um die Nordseite der Karpaten herum zum Schwarzen Meer auch jetzt bestanden haben. Vermutlich öffnete sich das Ungarische Becken außerdem im Gebiet der Südkarpaten gegen das Schwarze Meer. Dieses reichte weit nach Osten, über den Kaspisee hinaus. Seine Verbindung mit dem westlichen Mittelmeer und durch dieses mit dem offenen Weltmeer war wohl im ganzen Obermiozän eine unzulängliche.

Der Spiegel des Obermiozänmeeres scheint stark geschwankt zu haben. Im ganzen zog es sich aber doch allmählich von den höheren Teilen der Hänge des Wiener Beckens zurück. Die tieferen mögen mit Wasser bedeckt geblieben sein, jedenfalls findet man aber vielfach Spuren von Abtragung zur Zeit dieses Meeresrückzuges. Hierauf stieg der Wasserspiegel wieder an, blieb aber zunächst um einen gewissen Betrag, vielleicht 50 Meter, unter dem vorhergehenden Höchststand. Das Wasser, das diese neuerliche Überflutung hervorrief, war nicht mehr von normalem Salzgehalt, sondern deutlich brackisch. Man kann das aus den Tieren, die in ihm lebten, sicher entnehmen. Vermutlich hängt diese Änderung in der Zusammensetzung damit zusammen, daß das südosteuropäische Meer nun vom Weltmeer vollständig oder fast vollständig abgeschnürt war.

Man pflegt die Absätze dieses großen brackischen Binnen-sees als die Sarmatische Stufe zu bezeichnen — ein in mehrfacher Hinsicht unglücklicher Name. Der Typus des Sarmats in Südrußland hat scheinbar einen viel größeren zeitlichen

Umfang als die Vertretung im Wiener Becken. Es ist aber nicht leicht, genau festzustellen, welcher Teil der ganzen Schichtfolge bei uns vorhanden ist. Außerdem handelt es sich aber gar nicht um eine Stufe, sondern nur um eine örtliche Abänderung des Obermiozäns. Außerhalb des Bereiches des Brackwassersees erscheint dieses als eine Einheit.

Vom Wiener Becken reichte das sarmatische Binnenmeer durch Ungarn und Rumänien nach Südrußland, zum Kaspische und Aralsee. Seine westöstliche Erstreckung war größer als die des heutigen Mittelmeeres. Die Karpaten bildeten eine lange, schmale Halbinsel, der Kaukasus und die südliche Krim waren wohl Inseln. Über die Gegend des Bosphorus griff ein Meerbusen auf das Marmarameer hinüber, ohne aber Anschluß an das Mittelmeer zu finden.

Im Wiener Becken erreichen die sarmatischen Gesteine eine Mächtigkeit von mehreren hundert Metern. Sie lassen durchwegs auf geringe Wassertiefe (nicht mehr als 80 bis 100 Meter) schließen. Nächst dem Strand bildeten sich Konglomerate und Kalke aus umgeschwemmten Resten der älteren Nulliporengesteine. Sehr verbreitet sind Sande. Tegel spielen eine geringere Rolle. Flußschotter sind auf der Westseite des Wiener Beckens und in der Ödenburger Pforte vorhanden. In der Gegend der Steiner Eben, westlich Wiener Neustadt, hat man Verbiegungen älterer Strandlinien in sarmatischer Zeit festgestellt.

Die Säugetierreste, die recht reichlich in die sarmatischen Schichten eingeschwemmt sind, unterscheiden sich wenig von denen des älteren Obermiozäns. *Dinotherium* (ein Rüsseltier, das nur im Unterkiefer Stoßzähne hatte) wird jetzt sehr häufig. Bemerkenswert ist der große Reichtum des Wiener Sarmats an Walresten. Es handelt sich um auffallend kleine Bartenwale und um langschnauzige Delphine, die zum Teil merkwürdig verdickte Knochen aufweisen. Unter den wirbellosen Tieren fehlen alle jene Gruppen, die keine Verminderung des Salzgehaltes vertragen, so die Korallen, Seeigel, Kopffüßer und so weiter. Muscheln und Schnecken sind in großen Massen vorhanden, so daß ihre Schalen ganze Bänke bilden. Sie gehören aber nur zu wenigen, an die teilweise Aussüßung angepaßten Gattungen und Arten. Solche Schalenanhäufungen mit großen Mengen weniger Arten sind für Brackwasserabsätze bezeichnend.

In Siebenbürgen ist das Sarmat ähnlich wie bei Wien entwickelt. Die Walachische Ebene war anfänglich von dem

Brackwassersee ganz bedeckt. Allmählich wurde er durch die Flüsse von W und N her zugeschüttet. Nur im östlichen Teil, bei Bukarest, konnte die Senkung der Gesteinszufuhr das Gleichgewicht halten.

### 8. Unterpliozän.

Es dürfte für unsere Zwecke genügen, das Pliozän in zwei Stufen zu teilen, die etwa dem Plaisantien und Astien der meerischen Entwicklung oder dem Pont im weiteren Sinne und dem Levantin der Süßwasserentwicklung entsprechen — wobei die Trennungslinie freilich nicht immer so genau eingehalten werden kann, wie es wünschenswert wäre. Auf die Frage der Abgrenzung und Gliederung des Pliozäns kann ich begreiflicherwise hier nicht eingehen. Ich bemerke nur, daß ich mich bemühen werde, soweit meine Quellen Auskunft geben, das Unterpliozän mit dem Erscheinen der *Hipparion*-Fauna und das Oberpliozän mit dem Auftreten von *Elephas planifrons* in Mitteleuropa beginnen zu lassen.

Im Donaugebiet haben wir es von nun an nur mehr mit Absätzen von fast oder ganz ausgesüßten Binnenseen oder von Flüssen zu tun. Der Spiegel des Mittelmeeres stand im Unterpliozän bedeutend tiefer als heute. Dementsprechend waren große Teile des jetzigen Mittelmeeres landfest.

Wenn die Faltung in den uns näher liegenden Teilen Europas auch so ziemlich aufgehört hatte, war die Erde doch keineswegs ganz zur Ruhe gekommen. Man kennt aus dem Inneralpinen Wiener Becken recht bedeutende Brüche, an denen die Bewegungen während des Unterpliozäns anhielten. Die Zillingsdorfer Braunkohlenflöze im südlichen Teil des Wiener Beckens sind auch noch deutlich gestört. Die Alpen wurden beträchtlich gehoben. Am Außenrand der Südkarpaten gegen die Walachei erfolgten letzte Faltungen. In den obersten Teil des Unterpliozäns, vielleicht auch noch in den Beginn des Oberpliozäns, fallen die Basaltausbrüche in der Oststeiermark und in Westungarn.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen dürfte es am zweckmäßigsten sein, der pliozänen Donau von der Quelle bis zur Mündung zu folgen. Vergl. die beigegebene Karte.

Mit dem Beginn des Pliozäns gewinnen wir fast schlagartig ein an Einzelheiten reiches Bild von der oberen Urdonau, die im Obermiozän nur als ein nebelhaftes Gebilde angedeutet war. Ihre Schotter liegen auf Flußterrassen 100 bis 200 Meter über dem heutigen Wasserlauf. Schon in



Württemberg war die unterpliozäne Donau ein gewaltiger Fluß. Das geht aus der Größe der Flußschlingen hervor, die sie angelegt hat, und wird uns verständlich, wenn wir erfahren, daß ihr Einzugsgebiet damals viel ausgedehnter als heute war. Die Schwäbisch-Bayrische Hochebene war im Unterpliozän eine südlich an die Alb anschließende, schotterbedeckte, breite Mulde. Sie hatte allerdings gegenüber dem Miozän schon eine gewisse Abtragung erfahren, die aber mehr flächenhaft erfolgt war. Die Tiefenlinie des Bodensees und des Hochrheins bestand noch nicht. Der tiefste Teil der Mulde lag in der Gegend der heutigen Donau. Die Alb und ihr südliches Vorland scheinen am Beginn des Pliozäns leicht gekippt worden zu sein. Gegenwärtig fallen die Juraschichten ja im Durchschnitt mit 2,4 Prozent Neigung gegen SE ein. Dadurch wurde die ehemals gegen SW gerichtete Entwässerung, von der wir beim Mittelmiozän sprachen, umgekehrt.

Die Hauptquellen der unterpliozänen Donau lagen mitten in den Schweizer Alpen, nächst dem St. Gotthard. Ein Quellfluß entsprach der heutigen oberen Rhône. Sie wandte sich westlich Lausanne, wo die Wasserscheide heute noch von einem Kanal überwunden wird, zum Neuenburger See, nahm unterhalb von diesem die Aare auf und floß von Waldshut entgegen dem jetzigen unteren Wutachtal auf Tuttlingen zu. Die heutige oberste Donau mit Briegach und Brege war nur ein unbedeutender linker Zufluß dieser Urdonau. Dagegen war der Alpenrhein wohl ihr bedeutendster rechter Nebenfluß. Er schlug westlich von Lindau eine nördliche Richtung ein und erreichte die Donau durch das untere Illertal etwas oberhalb Ulm.

Der Rhein führt heute nach seiner Vereinigung mit der Aare fast hundertmal so viel Wasser wie die Donau bei Tuttlingen. Wir begreifen also, daß die Urdonau ein ganz anderes Bild bot als ihr heutiger schwächerer Nachkomme.

Von den aufgezählten Quellflüssen abgesehen, folgte die pliozäne obere Donau im großen und ganzen schon dem heutigen Flußlauf. Es gibt davon aber zwei auffallende Ausnahmen. Oberhalb Ulm floß die Donau früher in einem Bogen durch das Schmiech- und Blautal in der Alb, während sie jetzt ihren Weg weiter südlich durch das Tertiär nimmt. Ein Stück unterhalb der Lechmündung bog sie wieder nach N aus, erreichte über Wellheim das Altmühltal bei Dollnstein und floß durch dieses nach Kelheim. Der Donau-

lauf war auf der Strecke zwischen Sigmaringen und Regensburg im Pliozän um 70 bis 80 Kilometer länger als gegenwärtig.

Außer den schon besprochenen großen alpinen Quellflüssen hat die Donau seit dem älteren Pliozän noch eine ganze Reihe Nebenflüsse verloren. Die wichtigeren unter ihnen seien hier aufgezählt:

Die vom Feldberg im Schwarzwald kommende Wutach mündete ursprünglich bei Blumberg in die Aare-Donau.

Prim und Eschach (bei Rottweil) nahmen ihren Weg über Spaichingen durch das Faulenbachtal zur Donau bei Tuttlingen.

Der obere Neckar floß von Plochingen durch das Filstal und das Lonetal zur Brenz und Donau.

Die obere Jagst war früher ein Nebenfluß der aus dem Nördlinger Ries zur Wörnitz und damit zur Donau führenden Eger. Die vielen rückläufigen Nebenbäche in der Gegend von Crailsheim zeigten das noch deutlich.

Das ganze obere Maintal bis Schweinfurt wurde im Pliozän durch das Regnitztal südwärts in die Altmühl-Donau entwässert.

Andere, räumlich weniger bedeutende, wenn auch oft recht lehrreiche Beispiele müssen hier übergangen werden.

Durch alle diese Umleitungen dürfte das Einzugsgebiet der Donau in Mitteleuropa (ohne Böhmen) seit dem Unterpliozän etwa auf die Hälfte verkleinert worden sein.

Auf die Ursachen der ständigen Verschiebung der Wasserscheide zugunsten des Rheins und zuungunsten der Donau kann hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur ganz kurz bemerkt, daß das ganze Rheintal, sowohl der Hochrhein oberhalb Basel und der Bodensee als auch der Oberrheingraben zwischen Basel und Mainz, erst gegen Ende des Tertiärs und im Quartär ihre heutige tiefe Lage angenommen haben. Infolge davon wurde das Gefälle aller Nebenflüsse dieses Tales stark erhöht. Flüsse mit starkem Gefälle greifen ihren Untergrund aber stark an, die oberen Talstücke werden immer steiler, rücken deshalb gegen aufwärts vor und dringen schließlich in fremdes Gebiet ein.

Während die Flüsse sich durch die miozänen Deckschichten in das Grundgebirge einzuschneiden begannen, wurde an vielen anderen Stellen, besonders südlich der Donau, wieder aufgeschottert. Das bekannteste Beispiel sind vielleicht die Schotter des Hausrucks in Oberdonau, die die kohlenführenden Miozänschichten bedecken und nur Reste

einer viel ausgedehnteren Ablagerung darstellen. Früher wurden sie mit einer Urdonau in Verbindung gebracht, sie stammen aber wohl von Nebenflüssen, die aus den Alpen gegen N strömten. Die Landschaft am Alpennordrand mag damals ähnlich gewesen sein wie gegenwärtig in der Venetianischen Ebene, wo die aus den Alpen kommenden wasserreichen Ströme ihren Schutt liegen lassen.

Vielleicht stand diese Aufschotterung im Zusammenhang damit, daß die Böhmisches Masse sich während des Unterpliozäns allmählich aus ihrer tiefen Lage im Miozän zu heben begann. Die Flüsse, die sich auf dem ihren Südsaum bedeckenden Tertiär gebildet hatten, schnitten sich, so weit sie stark genug dazu waren, entsprechend der Hebung immer tiefer ein. Sie gelangten bald in das Grundgebirge und begannen die heutigen Felsstrecken der Donau und ihrer Nebengewässer zu bilden. Über die Einzelheiten der noch wenig geklärten Geschichte des Donautales im Passauer Wald und im Mühlviertel müssen wir hinweggehen. Es scheint hier zu mehrfachen Verlegungen und Vereinigungen gekommen zu sein. Nur ein wichtiger Unterschied gegenüber dem heutigen Gewässernetz muß erwähnt werden: Es ist jetzt recht sicher, daß die obere Moldau (oberhalb Hohenfurth) im Unterpliozän ein Nebenfluß der Donau war. Sie nahm ihren Weg über den Sattel von Summerau und das Feldaisttal südlich Freistadt.

Von Perg, unterhalb Linz, bis Krems ist die Donau von alten, etwa 150 bis 180 Meter über ihr gelegenen Terrassen und Schottern begleitet. Daß der Donaudurchbruch unterhalb Melk recht jung ist, wurde schon erwähnt. Es wird vermutet, daß die Donau zeitweise etwas weiter südlich über die Hochfläche von Gansbach floß.

Gegenüber Krems mündet die Fladnitz in die Donau, und zwar in einem für den heutigen Fluß offenbar viel zu weiten Tal. Es wurde (ebenso wie das weiter östlich gelegene Perschlingtal) zeitweise von der Traisen benützt. Die Abzweigungsstelle ist wenig nördlich St. Pölten noch gut zu erkennen.

Das Gebiet zwischen S- und SE-Rand der Böhmisches Masse einerseits, Sandsteinzone der Alpen andererseits war im Unterpliozän bis zu rund 400 Meter Höhe von Tertiär erfüllt. Wahrscheinlich wurde dieses schon merklich abgetragen, bevor der große pliozäne Schuttkegel aufgelagert wurde, der seine Spitze etwa 385 Meter über dem Meere bei Krems hat. (Der Fluß hat sich seither also um fast 200 Meter

eingetieft.) Gegen E und NE senkt sich die Schotteroberfläche auf 340 bis 360 Meter. Die Hauptabflußrichtung scheint ursprünglich nach NE, gegen Nikolsburg, gerichtet gewesen zu sein. Am Beginn des Pliozäns dürfte die Donau in der Gegend der heutigen Thayamündung in den Pannonischen See geflossen sein. Sie muß sich dann rasch gegen rechts verschoben haben, denn noch während des Unterpliozäns floß sie über den Rücken des Bisamberges hinweg, der durch das Pendeln des Flusses eingeebnet wurde. (Es gibt allerdings auch andere Deutungen der Schotter auf dem Bisamberg.) Von nun an arbeitete die Donau bei Klosterneuburg vorwiegend in die Tiefe, wohl weil eine Bruchlinie ihr den Weg vorbereitet hatte. Ihre weitere Geschichte kann nur zusammen mit der des großen unterpliozänen Süßwassersees von Wien behandelt werden.

Vielleicht wurde noch im Unterpliozän ein Teil von Böhmen über eine Bodenfurche von Weitra gegen Zwettl donauwärts entwässert.

Es fällt in die Augen, daß die Donau in Niederdonau viel weniger klar hervortritt als etwa in Württemberg oder in Bayern. Dennoch dürfte es — trotz vorgebrachter Bedenken — erlaubt sein, den Fluß, der den Schuttkegel von Krems gebildet hat, schon als Donau zu bezeichnen.

Im Inneren der Nordalpen können wir dem Unterpliozän Täler zuweisen, deren Reste um etwa 400 Meter in die „Raxlandschaft“ eingetieft sind. Der Salzachdurchbruch südlich Golling soll spätestens zu dieser Zeit entstanden sein.

Die Gegend von Wien bildete am Beginn des Pliozäns die wichtigste geographische Grenze innerhalb des Donaugebietes. Oberhalb dieser Stelle sehen wir ein Flußsystem, das man als Urdonau bezeichnen darf. Gegen Osten folgten dagegen zwei riesige süße oder fast süße Binnenseen, die nur durch einen ganz kurzen Flußlauf verbunden waren. Man bezeichnet den westlichen dieser Seen, der im Inneren des Karpatenbogens lag und bis Wien reichte, als den Pannonischen, den östlichen, der sich aus der Walachei nach Südrußland bis über den Aralsee erstreckte, als den Pontischen.

Die Geschichte des Pannonischen Sees ist noch immer reich an Rätseln. Schon die Art seiner Entstehung ist viel umstritten. Während manche nur einen geringen Rückgang des Sarmatmeeres annehmen, auf den sofort Aussüßung und Wiederansteigen folgte, behaupten andere — wohl mit mehr Recht — daß die Absätze der beiden Wasserbecken durch

eine längere Zeit der Abtragung getrennt sind, daß das oberste Miozän und das tiefste Pliozän im Wiener Becken und in Ungarn nur stellenweise und lückenhaft vertreten sind (oder nach anderen ganz fehlen). Vielleicht war das ganze innere Ungarn am Ende des Miozäns, ähnlich wie heute, eine Tiefebene, höchstens mit einzelnen kleineren Seen. Sie muß dann wohl auch ein Flußsystem getragen haben, von dem wir aber nichts wissen und das nicht als Teil der Urdonau betrachtet werden kann, weil seine Geschichte durch die Bildung des Pannonischen Sees vollständig abgeschnitten wurde. Mit der dargelegten Unsicherheit hängen Zweifel über die genaue Altersstellung der vorhandenen Gesteine innerhalb des Unterpliozäns zusammen, die uns aber hier nicht weiter kümmern sollen. Wenn ich von pannonischen Schichten spreche, meine ich die Absätze des Pannonischen Sees, nicht eine bestimmte Pliozänstufe. (Es ist an sich sehr ungeschickt, daß man mit den Namen „pannonisch“ und „pontisch“ räumliche und davon unabhängige zeitliche Einheiten belegt hat, so daß im Gebiet des Pontischen Sees sowohl pontische als pannonische Schichten vorkommen.)

Das Wiederansteigen des Wassers im Pliozän läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Aufwölbung der Transsylvanischen Alpen in der Gegend des Eisernen Tores zurückführen.

Zur Zeit seines Höchststandes war der Spiegel des Pannonischen Sees nach allgemeiner Überzeugung höher als der des obermiozänen Meeres, mindestens 450 Meter hoch, vielleicht sogar 540 Meter, wie aus Deltabildungen im südlichen Wiener Becken geschlossen wird. Das Leithagebirge war jedenfalls wieder ganz untergetaucht. Die Hügel, die das Inneralpine Becken im NW begrenzen, bleiben mit ganz geringen Ausnahmen unter der angegebenen Höhe. Es ist auch ganz unwahrscheinlich, daß die außeralpinen Miozän-schichten jemals bis zu ihr aufgehäuft waren. Man sollte also erwarten, daß der Pannonische See sich in das Außer-alpine Becken bis zur Böhmischen Masse ergoß. In der Tat hat man versucht, gewisse Plattformen und Schotter in der Gegend von Znaim und Eggenburg als Küstenlinie des Pannonischen Sees (in etwa 500 Meter Höhe) zu deuten. Dem steht aber entgegen, daß westlich der Linie Korneuburg—Nikolsburg keine Absätze dieses Sees bekannt sind. Falls also nicht doch etwa irgendwelche Fehler in der Zusammenfassung der Terrassen und Strandbildungen unterlaufen

sind, wird man wohl mit beträchtlichen späteren Verbiegungen zu rechnen haben.

Die Absätze des Pannonischen Sees bestehen vorwiegend aus Tonen (gegenwärtig dem wichtigsten Rohstoff für den Ziegelbedarf Wiens), denen viele Schotterlagen eingeschaltet sind. Nach der häufigsten Muschel werden sie als Congerenschichten bezeichnet. Schilfreste und andere Umstände deuten auf eine sehr geringe Tiefe des Sees. Trotzdem wurden in ihm wieder Gesteine von mehr als 1000 Meter Mächtigkeit abgelagert. Man hat berechnet, daß die inneren Teile des Wiener Beckens während des Obermiozäns und Unterpliozäns gegenüber den Kalkalpen um mindestens 2600 Meter — wahrscheinlich aber um mehr — gesunken sind.

An den beiden Enden des Inneralpinen Beckens, bei Zillingsdorf nächst Wiener-Neustadt und bei Dubnian nördlich Göding, kommen in hohen Teilen der pannonischen Schichten Braunkohlenflöze vor. Sie waren während des Weltkrieges für die Versorgung Wiens mit elektrischem Strom von ziemlicher Bedeutung. Es wird sich wohl auch in diesem Fall um Sumpfwälder, nicht um zusammengeschwemmtes Treibholz gehandelt haben.

Den Schluß der Schichtfolge bilden die bis 300 Meter mächtigen sogenannten Viviparenschichten, Sande und Schotter mit Süßwasserschnecken. Einzelne Wasserlachen müssen damals eingetrocknet sein, wobei sich etwas Kochsalz abschied.

Nachdem der Pannonische See eine Zeitlang auf seinem Höchststand beharrt hatte, begann das Wasser zu sinken, und zwar nicht gleichmäßig, sondern stoßweise, mit länger dauernden Unterbrechungen. Während dieser Unterbrechungen schnitten die Wellen immer wieder eine Terrasse in die Uferböschungen. Man kann also aus der Form der Hänge des Wiener Beckens die Geschichte des Pannonischen Sees ablesen. Man hat im ganzen etwa ein Dutzend solche Plattformen gezählt, doch gehören nur die obersten dem unterpliozänen See an, nämlich die Kobenzlterrasse (233 Meter über der Donau), die Nußbergterrasse (205 Meter) und die Burgstallterrasse (155 Meter). Die tieferen Stufen werden später zu besprechen sein. Manche der Terrassen kann man weithin am Abfall der Alpen gegen das Wiener Becken verfolgen. Auch am Südrand der Kleinen Karpaten und bei Hainburg lassen sie sich erkennen.

(Nur andeutungsweise sei darauf hingewiesen, daß die

hier vorgetragene Darstellung nicht allgemein angenommen ist. Man hat neuerdings vermutet, daß gerade die auffallendsten Terrassen bei Wien nicht pannonisch, sondern obermiozän sind, zur Unterpliozänzeit zugeschüttet und später durch Abtragung wieder bloßgelegt wurden.)

Das stoßweise Sinken des Seespiegels in Wien und in Ungarn hängt zweifellos mit Vorgängen am Durchbruch des Eisernen Tores zusammen. Wir kommen darauf zurück.

Die Tierwelt des Pannonischen Sees bestand aus wenigen, aber sehr häufigen und teilweise recht stattlichen Arten von Muscheln und Schnecken. Das Fehlen ausgesprochener Brackwassergattungen beweist, daß der See höchstens einen ganz geringen Salzgehalt hatte. Recht häufig sind Säugetierknochen. Sie stammen wohl von Tieren, die in den Sumpfgebieten am Ufer des Sees lebten oder hier zur Tränke kamen. An manchen Stellen (Inzersdorf in Wien, besonders aber Baltavár unweit Eisenburg in der Kleinen Ungarischen Tiefebene) sind die Knochen in dünnen Linsen massenhaft angehäuft, großenteils von Hyänen zerbissen. Zusammenschwemmung durch Strömungen ist in solchen Fällen recht unwahrscheinlich. Eher könnte man an Schwankungen des Wasserstandes denken, wobei die Tiere auf Inseln zusammengedrängt wurden oder in Sümpfen und Schwimmsanden versanken. Die Fauna von Baltavár gehört dem obersten Teil des Unterpliozäns an, also einer Zeit, während derer, wie wir gleich hören werden, kein einheitlicher Pannonischer See mehr vorhanden war. Die Gesteine, die die Reste umschließen, sind keine Seeabsätze, sondern Fluß- und Sumpfbildungen.

Die meisten Säugetierfamilien sind im Unterpliozän deutlich höher entwickelt als im Obermiozän. Es gibt jetzt echte Hyänen, einen sehr großen Honigdachs und viele andere Raubtiere. Wale kamen im Pannonischen See nicht vor. Die Pferde sind den heute lebenden schon viel ähnlicher, wenn sie auch noch kleine Seitenzehen haben (Gattung *Hipparion*, wegen deren großer Häufigkeit die ganze Tiergesellschaft auch *Hipparion*-Fauna genannt wird). Antilopen waren bei uns nicht selten. In Ungarn traten auch Giraffen auf. Die Rüsseltiere (Mastodonten und Dinotherien) erreichen eine bedeutendere Größe als im Miozän. Manche ihrer Arten sind wichtige Leitversteinerungen. Tapire und besonders Nashörner gab es immer noch in großer Stück- und Artenzahl. Es handelt sich um eine Tiergesellschaft, die sich mit gewissen Abänderungen bis

Ostasien verfolgen läßt und für den Altersvergleich weit entfernter Tertiärablagerungen von größter Bedeutung ist.

Als Beispiel einer unterpliozänen Landpflanzengesellschaft sei die aus dem Hangendtegel der Kohlengrube von Zillingsdorf genannt. Sie besteht aus Red Wood (*Seq u o i a*), Wasserzypresse, mehreren Föhren, Feigenbäumen, Brotfruchtbaum, Birke, Hainbuche, Weide, Schilfrohr und so weiter.

In Ungarn erreichen die unterpliozänen Seeabsätze Mächtigkeiten von 1500 bis 2000 Meter. Das ganze Jungtertiär wird 4000 bis 5000 Meter mächtig. Das gibt uns ein Bild davon, wie sehr sich der Boden des Troges senken mußte, um die riesigen Gesteinsmassen aufzunehmen, die ihm von den umliegenden Festländern zugeführt wurden. Am Beginn des Unterpliozäns war die Kleine Ungarische Tiefebene zum erstenmal ganz von Wasser bedeckt.

Es scheint, daß der Pannonische See im Laufe des Unterpliozäns in zwei durch das Ungarische Mittelgebirge getrennte Becken zerfiel, denn etwa um die Mitte dieses geologischen Zeitabschnittes kann man einen Fluß in der Donauenge zwischen Gran und Visegrád nachweisen. Seine höchsten Terrassen liegen 290 bis 350 Meter über der heutigen Donau. Darunter folgt eine zweite Gruppe in 220 bis 250 Meter Höhe. Oberhalb Gran erweisen sich diese Verehnungen als Brandungsterrassen eines Sees, unterhalb aber als Flußterrassen.

Gegen Ende des Unterpliozäns hatte sich das Wasserbecken bei Wien und im Kleinen Alföld in ein weites Sumpfland mit einzelnen Seen und breiten, langsam strömenden, stark wechselnden Flußarmen verwandelt, nicht unähnlich dem heutigen Donaudelta. Die Strömung war in Westungarn vorwiegend gegen S, gegen das Gebiet der Drau zu gerichtet. Schotter konnten diese langsam fließenden Wasser nicht verfrachten. Nur die Urtriesting brachte durch die Ödenburger Pforte echte Flußgeschiebe in das Kleine Alföld.

Im Siebenbürgischen Becken ist das Pliozän bis 1000 Meter mächtig. Obwohl die Ausbildung der pannonischen recht ähnlich ist, glaubt man hier einen getrennten See annehmen zu sollen.

Da der Pannonische See keine Zunahme, sondern eher eine Abnahme seines Salzgehaltes zeigt, muß er einen Abfluß gehabt haben. Denn in einem abflußlosen See, der sein Wasser nur durch Verdunstung verliert, reichern sich die



geringen Salzengen, die das Süßwasser der Flüsse enthält, in — geologisch gesprochen — kurzer Zeit stark an. Die Unterpliozänschichten des südöstlichen Ungarn weisen deutlich auf mehr brackisches Wasser hin als die des Wiener Beckens und der Kleinen Ungarischen Tiefebene. Vielleicht deutet das darauf hin, daß das Gefälle des Abflusses zeitweise gering war, so daß sich auf seinem Boden eine salzige Gegenströmung ausbilden konnte. Es läßt sich mit großer Sicherheit nachweisen, daß dieser Abfluß schon im Unterpliozän an der Stelle lag, wo die Donau noch heute die Karpaten durchbricht, also im sogenannten Eisernen Tor. (Der Name bezeichnet eigentlich nur den untersten Teil des Engtales, wird aber häufig in einem weiteren Sinn gebraucht.) Die höchsten pliozänen Verebnungen liegen hier bis 500 Meter über dem Fluß. Darunter folgt ein mehrere Kilometer breiter Talboden in 250 bis 400 Meter Höhe, der von manchen schon für oberpliozän gehalten wird, und eine Reihe weiterer Terrassen. Der erwähnte Talboden ist beträchtlich verbogen, ein Zeichen, daß die Hebung, die den Pannonischen See aufstaute, andauerte. Der Fluß war aber imstande, ihr im wesentlichen das Gleichgewicht zu halten und sein Tal zu behaupten.

Man könnte sich denken, daß die Terrassen in der Umgebung des Pannonischen Sees auf eine ruckweise Hebung am Eisernen Tor hindeuten. Das würde aber kaum erklären, warum sie so regelmäßig von oben nach unten dem Alter nach aufeinander folgen. Es ist auch sehr auffallend, daß Terrassen mit den gleichen Höhenunterschieden sich an weit entfernten Stellen, am Sereth in Rumänien, an der algerischen Mittelmeerküste usw., wiederholen. Man stellt sich deshalb vor, daß der Ausgangspunkt für die ganze Erscheinung eine Änderung im Spiegel des Mittelmeeres war. Es ist aus verschiedenen Gründen anzunehmen, daß der Pontische See mit dem Mittelmeer verbunden war. Wo diese Verbindung lag, wissen wir nicht. Der Bosphorus ist sicher viel jünger. Da durch die Verbindungsstraße keine größeren Mengen von Salzwasser in den See eindringen konnten, werden wir sie uns wohl als einen kurzen Fluß, ähnlich dem im Eisernen Tor, vorzustellen haben. Diese beiden Flüsse schnitten sich sehr rasch tiefer ein, sowie ihr Gefälle infolge Sinkens der Vorflut zunahm. So wurde jede Änderung im Stand des Mittelmeeres bis in die Gegend von Wien übertragen.

Auch in der Walachei ist zwischen sarmatischen und pon-

tischen Schichten eine Lücke vorhanden. Im Verlauf des Unterpliozäns wurde der Raum ausgiebig zugeschottert. Das Südufer des Pontischen Sees folgte vom Eisernen Tor bis zum Delta ziemlich genau dem heutigen Donaulauf. Südlich davon befanden sich auf dem Balkanfestland noch mehrere kleinere Binnenseen, so in den Becken von Philippopol und von Sofia.

Als Gesamtergebnis unserer Übersicht über die altpliozäne Geschichte des Donauebietes stellen wir also fest, daß zu dieser Zeit mehrere Teile der Donau schon deutlich angelegt waren, besonders die obere Donau in Württemberg und Bayern, der Durchbruch durch das Ungarische Mittelgebirge und der durch die Transsylvanischen Alpen.

### 9. Oberpliozän.

Im Verlauf dieses geologischen Zeitabschnittes näherten sich die Verhältnisse des Donaustromes weitgehend den heutigen an. Die Umriss des Mittelmeeres ähnelten den jetzigen mit folgenden wichtigeren Ausnahmen: In Südfrankreich war ein schmaler Golf vorhanden, der bis Lyon reichte. Korsika und Sardinien waren mit dem Festland im Norden verbunden. Das Adriatische Meer griff noch beträchtlich auf die Apenninenhalbinsel und besonders in die Po-Ebene über, wogegen die dalmatinische Küste bedeutend weiter im W lag. Das ägäische Gebiet war noch größtenteils landfest.

Die Hebung der Alpen und ihre Umformung zu einem Hochgebirge, die im Unterpliozän schon deutlich begonnen hatte, dauerte im Oberpliozän an.

Die Mulde, in der heute der Hochrhein fließt, und die sie fortsetzende Burgundische Pforte sind erst durch Krustenverbiegungen während des Pliozäns und anschließende Abtragung entstanden. Die Albhochfläche wurde um etwa 1% gegen S gekippt. Infolge davon ging zunächst die Aare der Donau verloren. Sie floß im Oberpliozän über die heutige Wasserscheide zwischen Rhein und Doubs zum Mittelmeer. Die Wutach, die sich jetzt nicht mehr in die Aare-Donau ergießen konnte, zog als ein selbständiger Fluß durch das Aitrachtal zur Donau.

Gewiß ging auch auf der Alb ein Teil des unterpliozänen Flußgebietes der Donau schon im Oberpliozän verloren. Wir wollen das aber nicht näher verfolgen, zumal nicht viel darüber bekannt ist. Die jüngsten Flußverlagerungen werden beim Quartär zu besprechen sein.

Gegen Ende des Pliozäns dürfte die Traisen das Fladnitztal bei Krems verlassen haben.

Die Donau schnitt sich während des Oberpliozäns zwischen Bisamberg und Leopoldsberg (unmittelbar oberhalb Wien) immer tiefer ein. Es begann eine Zeit der Ausräumung, durch die die Oberfläche des Wiener Beckens bedeutend erniedrigt wurde. Die Anhäufungen von oberpliozänen Flußschottern, die wir an vielen Stellen finden, waren im Vergleich zur Abtragung nur untergeordnete Vorgänge, die nur dann einsetzten, wenn die Seen im Unterlauf der Donau ihre Spiegelhöhe längere Zeit beibehielten. Die jüngeren, tieferen Terrassen sind bei Wien nicht mehr das Ergebnis der Brandung eines Sees, sondern des Pendelns der Donau, die während der Stillstände ihrer Eintiefung die Uferböschungen immer mehr zurückdrängte und breite ebene Talböden schuf. Dem Oberpliozän gehören die Laaerbergterrasse und die Arsenalterrasse mit ihren Schottern an. Jene liegt 100 Meter, diese etwas mehr als 50 Meter über der Donau. Das Alter ist durch Säugetierfunde in den Schottern nachgewiesen. Man nimmt an, daß zwischen ihnen und den Viviparenschichten des obersten Unterpliozäns eine ziemlich große Lücke besteht, daß aus dem älteren Oberpliozän bei Wien keine Gesteine erhalten sind. Auch das jüngste Pliozän ist, so viel wir wissen, bei Wien nicht durch Gesteine vertreten. Die Laaerbergsschotter stammen großenteils aus der Böhmisches Masse. Wahrscheinlich hat die oberpliozäne Donau sie aus älteren Flußabsätzen entnommen.

Dieselben (und noch etwas höhere, ältere) jungpliozäne Flußterrassen, wie bei Wien, sind auch bei Hainburg zu erkennen. Die verschiedenen „Pforten“, die das Wiener Becken mit der Kleinen Ungarischen Tiefebene verbinden, die von Ödenburg, von Bruck, von Theben („Porta Hungarica“) und von Blumenau, sind ursprünglich durch NW-SE-Brüche angelegt, wurden aber später durch Flüsse umgestaltet. Der wichtigste Unterschied der jungpliozänen Flußläufe gegenüber den heutigen lag darin, daß die Donau durch die Brucker Pforte floß (die jetzt nur von der Leitha benützt wird), dann einen weiten Bogen über den nördlichen Teil des heutigen Neusiedler Sees bildete und sich erst unterhalb Preßburg mit der March vereinigte. Noch im Wiener Becken nahm sie die Leitha auf. Die March hatte vielleicht anfangs einen Weg südlich um den Braunsberg bei Hainburg herum. (Von anderen wird dieses Tal auf einen alten

Donauarm bezogen.) Im späteren Jungpliozän floß sie jedenfalls durch die Thebener Pforte. Sie lag hier, wohl infolge einer leichten Absenkung des Bodens, etwas tiefer als die Donau, so daß diese bei einem großen Hochwasser ihren Lauf auf die Nordseite der Hainburger Berge verlegen konnte. Die Senke von Blumenau nordwestlich Preßburg enthielt vermutlich zeitweise einen Arm der March. Die Ablenkung der Donau in die Porta Hungarica fällt etwa in die Übergangszeit zwischen Pliozän und Diluvium.

Im Kleinen Alföld fehlt, ähnlich wie im Wiener Becken, ein mittlerer Teil des Pliozäns. Die jungpliozänen Terrassen sind sowohl auf der NW- wie auf der SE-Seite des Beckens vorhanden, nicht aber in der Mitte. Hier konnte die Donau infolge fortdauernder Senkung nicht einschneiden, lagerte vielmehr die jüngeren Schotter regelmäßig über den älteren ab. Die Terrassen neigen sich von beiden Seiten gegen die Mitte der Ebene. Ausgedehnte Flußschotter am Ostfuß der Zentralalpen und bescheidenere auf der NW-Seite des Balatongebirges gehören hauptsächlich dem Jungpliozän an. Die Schotter der Parndorfer Heide (nordöstlich Neusiedel am See) werden jetzt als eine Fortsetzung der Laaerbergsschotter angesehen. Ihre niedrige Lage wird durch Senkung erklärt.

Eine wichtige Änderung im Flußsystem der Kleinen Ungarischen Tiefebene wurde durch eine leichte Hebung des Gebietes zwischen Bacher und Bakonyer Wald bewirkt. Es konnte hier nun kein Wasser mehr gegen die Drau fließen. Die ganze Entwässerung dieses Beckens war jetzt gegen den Donaudurchbruch bei Visegrád gerichtet. Es bildete sich der Unterlauf der Raab (die allerdings während des Oberpliozäns noch mehrfach verlegt wurde).

In dem Donaudurchbruch von Gran wird die sogenannte Burgterrasse für jungpliozän gehalten. Sie liegt westlich des Engtales 50 Meter über der Donau, in ihm aber 80 Meter, was auf junge Bewegungen hinweist. Sie wird als eine Vertretung der Arsenalterrasse angesehen.

Die Große Ungarische Tiefebene enthielt während des Oberpliozäns wohl als Rest des Pannonischen Sees eine seeähnliche Ausbreitung der stark verwilderten, in viele, oft wechselnde Arme geteilten, träge fließenden Donau. Terrassen, die der Laaerberg- und Arsenalterrasse entsprechen würden, fehlen hier und waren wohl infolge der dauernden Senkung des Bodens nie vorhanden. In Siebenbürgen lag ein See mit einer Süßwasserfauna.

Im Eisernen Tor kennt man mehrere jungpliozäne Talböden. Die Walachei trug einen oder mehrere Seen. Aus den Karpaten wurden durch die Flüsse sehr große Schotterkegel herausgefördert, die zusammen mit der Wirkung der Erddrehung die Donau nach Süden drängten.

### 10. *Diluvium.*

Die allgemeinen geologischen Zustände des Quartärs mit dem wiederholten Wechsel von Eiszeiten und verhältnismäßig warmen Zwischeneiszeiten müssen hier ebenso wie die Tierwelt als bekannt vorausgesetzt werden.

Die Hebung der Alpen hat wohl erst während der Eiszeit ihren Abschluß gefunden. In einer innersten Zone des Wiener Beckens sind immer noch Senkungserscheinungen nachweisbar. Die Südkarpaten sollen nach Angabe rumänischer Geologen im Quartär um 1000 Meter gehoben worden sein. Aber auch außerhalb der jungen Kettengebirge, in der Schwäbisch-Fränkischen Alb, werden wir Anzeichen für — wenn auch viel bescheidenere — quartäre Krustenbewegungen finden. Vor allem ging die Eintiefung des Rheintales weiter. Der Bodensee entstand durch das Zusammenwirken von Senkungen der Erdkruste und Ausschürfung durch den Rheingletscher.

Im jüngeren Quartär war das Donautal verhältnismäßig reichlich vom Steinzeitmenschen besiedelt. Eine Reihe bekannter Fundstellen für Kulturreste aus dieser Zeit liegen nahe an unserem Strom. Am berühmtesten sind die in der Wachau, vor allem Willendorf.

Eigentliche Gletscherabsätze aus der Eiszeit erreichen die Donau nirgends. Nur als umgeschwemmte Schotter oder als Flußtrübung sind sie ihr zugeführt worden. Dagegen ist ein anderes bezeichnendes Gestein der Eiszeit, der Löß, im Donautal so verbreitet, daß er der Landschaft vielfach ihr besonderes Gepräge verleiht. Für die Fruchtbarkeit des Gebietes, besonders für den Weinbau, ist er von der größten Bedeutung. Trotz immer wieder erhobener Einwände herrscht doch die Ansicht vor, daß der Löß während der Eiszeiten durch den Wind aus den von keinem Pflanzenwuchs geschützten, bloßgelegten Moränen und Flußschlickern als Staub ausgeblasen wurde. Im Windschatten der Berge wurde er, vielfach unter Mitwirkung von Steppengräsern, angehäuft. Er umhüllt daher die Hügel der Lößgebiete immer einseitig, kann aber an der Leeseite hoch

hinaufsteigen. Es scheint, daß zu jedem Eisvorstoß ein Löß gehört.

Indem wir unsere Schilderung wieder mit dem Oberlauf der Donau beginnen, haben wir zunächst jene Veränderungen des Talnetzes zu erwähnen, deren Zeitpunkt im Diluvium sich einigermaßen feststellen läßt. In das Altdiluvium versetzt man die Ableitung der Rezat zur Regnitz bei Nürnberg und damit zum Rhein; ferner von Prim und Eschach (bei Rottweil) zum Neckar.

Die beim Unterpliozän erwähnten alten Donauschlingen oberhalb Ulm und oberhalb Kelheim wurden fast gleichzeitig während der vorletzten Eiszeit (Rißeiszeit) verlassen. Die Ursache dafür sieht man einesteils in der starken Aufschotterung, andernteils in Krustenbewegungen.

Erst nach der letzten großen Vereisung, vor etwa 20.000 bis 25.000 Jahren, ging die Wutach der Donau verloren. Lehrreich ist, daß dieser Fluß seitdem eine 28 Kilometer lange und bis zu 175 Meter tiefe Schlucht geschaffen hat, aus der er zusammen mit seinen Nebenbächen etwa 2 Kubikmeter Gestein weggeführt hat.

Selbst in den Ostalpen gingen der Donau einzelne Talstücke verloren. Etsch und Mera vermochten kleinere Teile des Inngebietes in den Bereich der Adria zu ziehen.

In der Oberdeutschen Hochebene ist das Jungtertiär mehr oder weniger stark mit diluvialen Absätzen bedeckt. Moränen nehmen hier einen breiten Raum ein. Am weitesten schob sie der Rheingletscher aus dem Gebirge heraus. Die Moränen des Inn-gletschers bilden um Rosenheim einen sehr regelmäßigen Halbkreis. Im anschließenden Zungenbecken des Aachengletschers liegt der Chiemsee. Sehr schön sind auch die Moränenwälle um Salzburg entwickelt. Bis hierher bilden die Gletscherabsätze einen fast zusammenhängenden, unregelmäßigen Streifen im Vorland der Alpen. Von hier nach Osten war die Vergletscherung viel kleiner. Am Nordende des Atter- und Traunsees sind noch junge Moränenwälle vorhanden, weiter im Osten blieben die Gletscherenden innerhalb der Alpen. Ursprünglich gab es im Gebiet der Moränen sicher zahllose Seen. Die meisten sind aber schon wieder verlandet.

Nördlich der Zungenbecken wurden die großen diluvialen Schotterfelder aufgeschüttet. Jeder Eiszeit entspricht eine verstärkte Aufschotterung. In den Zwischeneiszeiten schnitten die Flüsse durch die soeben gebildete Schotterdecke wieder durch. Jeder spätere Talboden wurde tiefer,

aber schmaler, als der vorhergehende. Entsprechend der geringeren Vergletscherung sind östlich der Salzach auch die Schotterterrassen weniger entwickelt als im Westen, wo sie über große Strecken das Tertiär ganz verhüllen.

Bei Melk sind im Donautal vier Diluvialterrassen zu erkennen. Sie liegen 60, 40, 25 und 12 Meter über dem Strom. Im unteren Teil der Wachau betritt die Donau ein typisches Lößgebiet, wie man es sonst nördlich der Alpen kaum findet. An den Süd- und Osthängen der Berge hat der Wind den Staub bis zu einer Höhe von mehr als 200 Meter über dem diluvialen Donaulauf und in einer Mächtigkeit von 20 Meter angehäuft. Im östlichen Teil des Weinviertels in Niederdonau wurde der tertiäre Untergrund weitgehend von ihm verhüllt.

Unterhalb Krems sind längs der Donau nur zwei Diluvialterrassen gut zu erkennen. Der sogenannte „Wagram“ (Wograin = Wasserrand) trennt den altdiluvialen Talboden der Donau von dem jungdiluvialen. Er zieht fast geradlinig von Hadersdorf (nordöstlich Krems) gegen Stockerau.

Im Gebiet von Wien ist die 15 Meter über der Donau gelegene Stadterrasse jungdiluvial. Eine der Oberfläche des Wagram entsprechende, 30 Meter hohe Terrasse ist nur im Durchbruch oberhalb Wiens zu erkennen. Die diluvialen Schotter des Gebietes der Stadt Wien wurden größtenteils nicht von der Donau, sondern von dem Wienfluß und den kleineren Bächen, die aus dem Wienerwald kommen, herbeigetragen. Heute ist der den Verkehr hindernde Steilhang der Stadterrasse vielfach schon stark abgegraben. Nur an verkehrsrärmeren Stellen wird er noch durch Stiegen überwunden. Übrigens hat nicht nur die Donau, sondern auch die Wien die Stadterrasse zerschnitten, so daß auch gegen diese zu Steilabfälle gerichtet sind.

Den südlichen Teil des Wiener Beckens, das wegen seiner Unfruchtbarkeit bekannte sogenannte Steinfeld, bedecken ausgedehnte flache Schuttkegel, die während des späteren Diluviums durch Flüsse, besonders die Schwarza und die Piesting, aufgeschüttet wurden. Sie haben die Leitha ganz an den Ostrand des Beckens gedrängt. Nächst dem Abbruch der Alpen sind Reste altdiluvialer Schotter derselben Flüsse erhalten.

In der Thebener Pforte sind altdiluviale Terrassen 20 bis 30 Meter über der Donau vorhanden. Der nördliche Teil des Beckens des Neusiedler Sees wurde auch im Diluvium

von einem bedeutenden Arm der Donau durchflossen, der auf seinem Rückweg die Raab aufnahm.

Für die Anlage des Neusiedler Sees hat man die verschiedensten Erklärungen versucht. Die Bodenvertiefung (17 Meter unter der Donau bei Preßburg) sollte auf die erwähnte alte Donauschlinge zurückgehen oder durch den Wind ausgeblasen worden sein. Wahrscheinlich verdankt sie ihre Entstehung aber einerseits der Aufschotterung der Umgebung durch die Donau und die Raab, anderseits einer leichten Senkung des Erdbodens.

Die Verbreitung des Lösses bei Theben beweist, daß er aus dem Marchfeld durch gegen SE oder S gerichtete Winde herbeigetragen wurde.

Ganz wie die oberpliozänen Terrassen verschwinden auch die diluvialen gegen die Mitte des Kleinen Alföld zu, wo die ihnen entsprechenden Schotter sich etwa 50 Meter unter der Oberfläche befinden, um gegen SE wieder zu erscheinen. Die verschiedenen diluvialen Flußverlegungen in dieser Gegend, die ziemlich genau erforscht sind, können hier nicht einzeln aufgezählt werden. Beispielsweise sei erwähnt, daß die obere Zala im Altdiluvium durch die Marczal zur Donau bei Raab floß. Im Jungdiluvium wurde sie zum Plattensee abgelenkt.

Der Donaudurchbruch unterhalb Gran wurde in diluvialer Zeit ziemlich beträchtlich vertieft, wie aus dem Vorhandensein der jungdiluvialen Städteterrasse (12 bis 13 Meter) hervorgeht. Auch hier besteht eine starke Lößbedeckung.

Die Große Ungarische Tiefebene war am Beginn des Quartärs ein sumpfiges, von großen, verwilderten Strömen mit oft wechselndem Lauf durchzogenes Tiefland. Die Senkung des Bodens hielt aber immer noch an. Man erkennt dies vor allem aus der großen Mächtigkeit der diluvialen Schichten. Sie erreichen 175 Meter und gehen bis 120 Meter unter den heutigen Meeresspiegel. Da es sich durchwegs um Fluß- und Landbildungen handelt, müssen sie zur Zeit des Absatzes höher gelegen haben. Nur die sehr reiche Schutführung der Flüsse, besonders während des Abschmelzens der eiszeitlichen Gletscher, hat es verhindert, daß hier neuerlich ein großer See entstand.

An der Donau zwischen Budapest und Mohács ist teilweise eine jungdiluviale Schotterflur, entsprechend der Stadtterrasse, vorhanden.



Recht umstritten ist noch die Frage der Richtung des ältesten Donaulaufes, der auf dem eben aufgetauchten Boden des Pannonischen Sees im Großen Alföld angelegt wurde. Manche Gründe sprechen dafür, daß die Donau ursprünglich von Waitzen gegen SE floß und etwa bei Csongrád das Tal der Theiß erreichte. In dieser Richtung verläuft noch heute eine seichte, versumpfte Furche. An der Vereinigung der Drau mit der Donau behält der Nebenfluß seine Richtung bei, in die der Hauptstrom fast unter rechtem Winkel einmündet. Das ist wohl am leichtesten verständlich, wenn die Drau hier älter ist als die Donau, wenn diese also früher einen östlicheren Weg nahm. Neue Untersuchungen ungarischer Geologen über die Verbreitung der Schotter sollen der Annahme einer solchen Theiß-Donau aber nicht günstig sein.

Als diluvial sind die tieferen Flußterrassen in der Enge des Eisernen Tores anzusehen. Sie beweisen uns, daß der Strom sich auch damals nur zeitweise tiefer einschnitt.

Im östlichen Teil der Walachei scheinen sich Seen bis in das Quartär erhalten zu haben. Ihre Absätze werden unmittelbar von Löß bedeckt. Bei Marcüleşti an der Jalomiţa östlich Bukarest reichen diluviale Flußablagerungen bis 35 Meter unter den Meeresspiegel. Löß wurde mehrere Meter unter dem Donaubett erbohrt. Wir müssen also mit einer weiteren Senkung während des Diluviums rechnen. In der westlichen Walachei dagegen sind die jungpliozänen Schuttkegel der Karpatenflüsse in Terrassen zerschnitten. Hier ist also eine Hebung erfolgt.

Der Löß ist überall an der unteren Donau sehr mächtig. In Nordbulgarien soll er stellenweise 200 Meter erreichen.

Sehr abweichend von den heutigen müssen noch während des Diluviums die Verhältnisse von Ostrumänien und Südrußland gewesen sein. Man unterscheidet hier zwei große Wasserbecken, den langen, schmalen Azowisch-Kaspischen See, der sich durch das südlichste Rußland zum Nordteil des heutigen Kaspisees erstreckte, und das im Vergleich zur Gegenwart viel kleinere Schwarze Meer. Sie waren durch eine Landmasse getrennt, die sich aus der Dobrudscha zur Krim hinüberzog.

Der Azowisch-Kaspische See hat sich infolge der langsamen Senkung des Landes zweimal nach Bessarabien bis gegen Galatz ausgedehnt, im Frühdiluvium und im Spätdiluvium. Der bogenförmig gegen N abschwenkende Lauf der untersten Donau und ihrer nördlichen Nebenflüsse (zum

Beispiel Buzău) ist ein deutlicher Ausdruck dieser jungen Senkung.

Das Schwarze Meer stand am Ende des Diluviums viel tiefer als gegenwärtig, angeblich um 200 Meter. Vielleicht ist das nicht so zu verstehen, daß sein Spiegel jemals 200 Meter unter dem des gleichzeitigen Mittelmeeres lag, sondern so, daß seine Strandlinien sich heute bis 200 Meter unter dem Meeresspiegel befinden.

Zur Zeit des Hochstandes des Azowisch-Kaspischen Sees nahm dieser vermutlich sowohl die Donau als die großen südrussischen Ströme Dnjepr, Don, Wolga usw. auf. Möglicherweise verlängerte sich während seiner Rückzugsstadien die Donau stark nach Osten, so daß mehrere der genannten östlichen Flüsse zu ihren Nebengewässern wurden. Die öfter besprochenen faunistischen Beziehungen zwischen Donau und Kaspisee fänden so ihre Erklärung.

Die Meinung, daß die Donau einstmals durch eine Kette von Seen in das (damals noch kleinere) Ägäische Meer floß, scheint dagegen immer mehr an Wahrscheinlichkeit zu verlieren. Die Dardanellen sind, wie aus den während des Krieges angestellten Untersuchungen hervorgeht, kein ertrunkenes Flußtal. Für den Bosphorus trifft das zwar zu, doch verdankt er seine Entstehung vermutlich einem kleineren Gewässer, das — wenigstens in der letzten Zeit seines Bestandes — gegen das Schwarze Meer zu floß.

### 11. Alluvium.

Von den geologischen Erscheinungen am heutigen Donaulauf soll hier nur so weit die Rede sein, als sie vom irdgeschichtlichen Standpunkt aus besonders interessant sind. Sonst müßte hier ja eine vollständige geographische Beschreibung gegeben werden.

Spuren heute noch fortdauernder Senkungen finden sich schon im Oberlauf, zum Beispiel im Donaumoos bei Ingolstadt.

Die Flußverlegungen scheinen heute hier größtenteils zum Stillstand gekommen zu sein. Man führt dies nicht nur auf die vorbeugende Tätigkeit des Menschen zurück, sondern hauptsächlich auf die stärkere Pflanzendecke und die geringere Niederschlagsmenge im Vergleich zum Diluvium. Nur die berühmte Donauversickerung bei Tuttlingen scheint immer größere Ausmaße anzunehmen und mag wohl mit der Zeit dazu führen, daß die ganze Donau oberhalb dieser Stadt zunächst unterirdisch, später durch Zerstörung der

deckenden Schichten oberirdisch zum Rhein fließt. Führen doch die Wässer der Aachquelle jährlich etwa 3600 Kubikmeter Kalk aus dem Inneren des Gebirges weg.

Im Wiener Becken hat die Donau während der geologischen Gegenwart eine tiefste Terrasse aufgeschüttet, die sogenannte Praterterrasse, die 4 Meter über dem Nullpunkt des Donauegels liegt und ohne die künstlichen Uferbauten bei Hochwasser überschwemmt würde. Im Durchbruch durch das Ungarische Mittelgebirge entspricht ihr eine 4 bis 6 Meter hohe altalluviale Plattform. Auch im Kleinen Alföld ist sie zu erkennen.

In der Großen Ungarischen Tiefebene dauert die Senkung des Bodens, die wir immer wieder zu erwähnen hatten, heute noch an. Die alluvialen Schichten sind bis 25 Meter mächtig. An der Donau, die am Rand der Ebene fließt, wurde zwar südlich von Budapest eine alluviale, der Praterterrasse entsprechende Plattform nachgewiesen. Die Flüsse der Beckenmitte aber, besonders die Theiß, können sich nicht einschneiden, weil sie dauernd damit beschäftigt sind, der Senkung durch Aufschütten das Gleichgewicht zu halten. Sie können daher nur durch riesige Uferbauten in ihrem Bett festgehalten werden. Diese Erscheinungen werden verstärkt durch die noch andauernde Hebung im Bereich des Eisernen Tores. Die hier vorhandenen Stromschnellen lassen sich nicht allein auf das Durchstreichen härterer Gesteine zurückführen, sondern deuten auf eine langsame Aufwölbung einzelner Talstücke. Gleichzeitig bietet uns der Durchbruch der Donau durch die Karpaten aber auch ausgezeichnete Beispiele der abtragenden Kraft des Stromes. Er hat hier unterhalb der einzelnen Stromschnellen Kolke von über 50 Meter Tiefe ausgearbeitet, die 9 bis 16 Meter unter den Meeresspiegel reichen.

Etwas anders als die jüngste Geschichte der Ungarischen Tiefebene stellt sich die der Walachei dar. Um sie zu verstehen, müssen wir zunächst einen Blick auf die letzte Entwicklung des Schwarzen Meeres werfen. Begreiflicherweise hatten sich die Flüsse, auch die Donau, die nun schon in das Schwarze Meer floß, in ihrem Unterlauf, entsprechend dem tiefen Stand des Wasserspiegels am Ende des Diluviums, ziemlich stark eingeschnitten. Nun stieg dieses Binnenmeer allmählich an. Man kann mehrere alte Küstenlinien feststellen. Das Wasser blieb aber nicht auf seiner heutigen Höhe stehen, sondern hob sich zunächst etwas über diese. Es drang weit in die Mündungstrichter der Flüsse ein, an

der Donau etwa bis Silistria. Die Zuschüttung des so gebildeten Golfs lieferte das sumpfige Tiefland der Balta. Dann erst konnte die Donau beginnen, ein Delta in das Meer hinaus vorzubauen. Darauf hob sich die Küste etwas. Dem entspricht ein schwaches Einschneiden der Donau in die Balta. Bis in die Kleine Walachei hinauf kann man diese Abtragung beobachten, die die Donau zwischen niedrige, aber steile Ufer einsenkt. Ganz neuerdings erfolgte wieder ein schwaches Ansteigen des Schwarzen Meeres. Es führte zur Bildung der Limane an den Mündungen der Flüsse, die nur deshalb keine Meeresbuchten wurden, weil das Meer selbst sie mit Sandbarren verbaut hat.

Gegenwärtig setzt die Donau an ihrer Mündung jährlich etwa 25 Millionen Kubikmeter Schlamm ab. Ihr Wasser ist zu etwa einem Dreitausendstel seines Gewichtes mit Sinkstoffen beladen. Vermöge eines bekannten chemischen Gesetzes fällt dieser Schlamm rasch aus, wo das Süßwasser sich mit Meerwasser mischt. Es bilden sich also seitlich in der Verlängerung der Flußufer und quer vor der Mündung jedes Donauarmes Barren. Meeresströmungen verlagern diese Anhäufungen weiter und stellen sie vorwiegend parallel zur Küste ein. Der Kilia-Arm der Donau hat sich auf diese Art in 25 Jahren um ungefähr 1 Kilometer in das Meer hinein verlängert. Infolge des starken Schlammabsatzes ändern sich Wasserführung und Anschüttungstätigkeit der verschiedenen Arme recht rasch, schon im Laufe weniger Jahrhunderte. Bald baut der eine, bald der andere schneller gegen das Meer vor.

## *12. Schlußbemerkungen.*

Aus unserer kurzen Geschichte der Donau ergibt sich, daß dieser Strom nicht in einer regelmäßigen Aufbauarbeit entstanden ist, wie ein Seil, das man an dem einen Ende zu flechten beginnt und am anderen Ende abschließt. Er verhält sich vielmehr wie eine große Kette, deren Ausführung an verschiedenen Stellen zugleich begonnen wurde. Später wurden die Teilstücke durch Zwischenstücke verbunden. Bis Bodensee und Untersee einmal ganz ausgefüllt sind, wird auch der Hochrhein aus solchen verschieden alten Stücken bestehen. Alte Abschnitte, die bis in das unterste Pliozän, ja teilweise noch viel weiter zurückgehen, sind der Oberlauf bis Krems, der Durchbruch oberhalb Budapests, die Enge des Eisernen Tores. Jungpliozän ist das Stück im Inneralpinen Becken, vorwiegend diluvial die Strecke in der

Großen Ungarischen Ebene und in der Walachei, aber auch die Abkürzungen bei Ulm und Kelheim. Manche Abschnitte sind im Laufe der Geschichte ganz verlorengegangen, wie die Aare-Donau und der Unterlauf zum Kaspisee hinüber. Andere wurden vielleicht in früher Zeit angelegt, aber durch ein entstehendes Wasserbecken wieder ausgelöscht und viel später neu gebildet. Wir sahen beispielsweise, daß an der Grenze zwischen Miozän und Pliozän in Ungarn schon ein großer Fluß vorhanden gewesen sein mag. An der Grenze zwischen Diluvium und Alluvium bestand schon eine Art Balta und ein langes Mündungsstück zu dem damals weiter östlich haltenden Schwarzen Meer. Sie wurden durch das Ansteigen des Meeres in einen Golf verwandelt.

Der wechselvolle Lauf der Donau auf der Erdoberfläche, durch alte und junge Gebirge, Hochebenen und Tiefländer, findet sein Gegenstück in einer ungeheuer verwickelten Geschichte.

#### Auswahl aus dem Schrifttum:

Es sind hauptsächlich zusammenfassende Arbeiten mit größeren Schriftenverzeichnissen oder solche angeführt, die sonst nicht oft erwähnt werden.

*Berz R.*, 1930: Über die Ursachen der Donauversickerungen bei Tuttlingen. — Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. in Württemberg, vol. 86, p. LXXIV. Stuttgart.

*Braun G.*, 1936: Deutschland. II. Aufl., H. 4/5, Oberdeutschland, die Donau und die deutsch-österreichischen Alpen. Berlin.

*Büdel J.*, 1933: Alte und junge Züge im Antlitz der Wiener Landschaft. — Mitt. geograph. Ges. Wien, vol. 76, p. 177.

*Bulla B.*, 1936: Terrassen und Niveaus am rechten Donauufer zwischen Dunaadony und Mohács. — Math. u. naturw. Anz. Ungar. Ak. Wiss., vol. 55, p. 223. Budapest.

*Friedl K.*, 1932: Über die Gliederung der pannonischen Sedimente des Wiener Beckens. — Mitt. geol. Ges. Wien, vol. 24, 1931, p. 1.

*Götzinger, G. u. H. Leiter*, 1914: Zur Landeskunde des Donaudurchbruches der Porta Hungarica und ihrer Umgebung. — Mitt. geograph. Ges. Wien, vol. 57, p. 466.

*Graber H. V.*, 1929: Beiträge zur Geschichte der Talbildung im oberösterreichischen Grundgebirge. — Verh. geolog. Bundesanstalt Wien, p. 201.

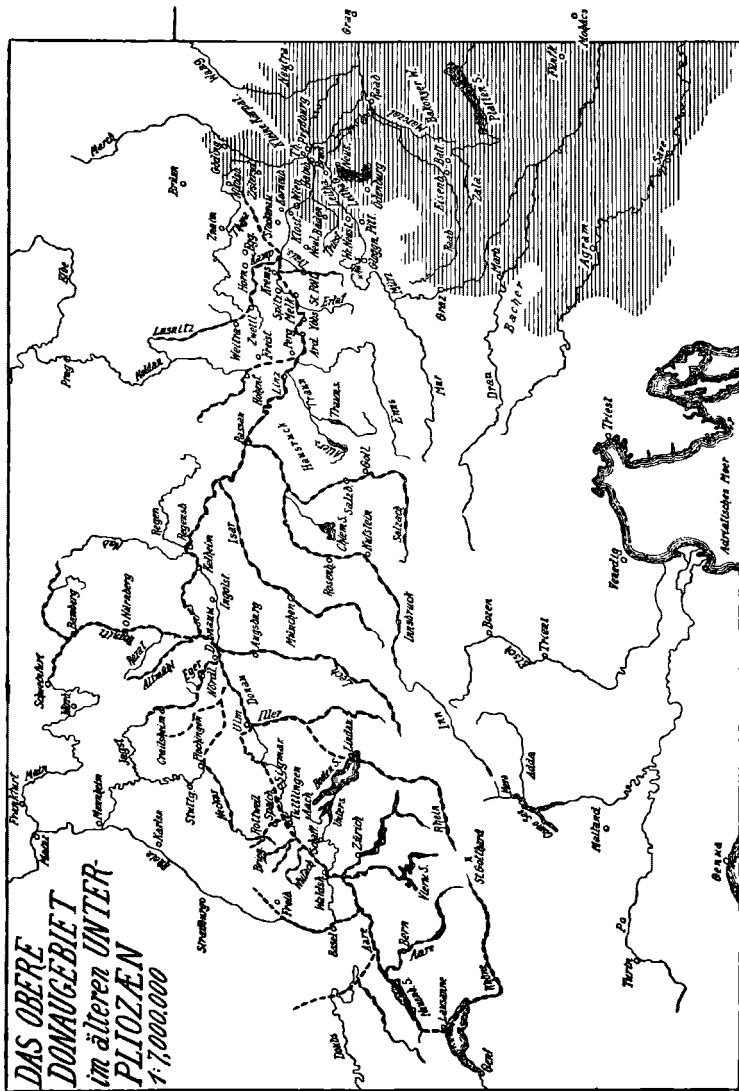
*Hennig E.*, 1937: Oberdeutschland im Kraftfelde des Alpenraums. — Nat. u. Volk, vol. 67, p. 392. Frankfurt a. M.

*Jekelius E.*, 1935: Die Parallelisierung der pliozänen Ablagerungen Südosteuropas. — Anuar. Instit. Geol. al României, vol. 17, 1932, p. 265. Bucureşti.

*Kéz A.*, 1934: Der Donaudurchbruch bei Visegrád. — Math. u. naturw. Anz. Ungar. Ak. Wiss., vol. 50, p. 748. Budapest.

- Kinzl H.*, 1930: Die südböhmische Moldau — im Jungtertiär ein Nebenfluß der Donau. — *Forsch. u. Fortschr.*, vol. 6, p. 94. Berlin.
- Klebensberg R.*, 1922: Die Haupt-Oberflächensysteme der Ostalpen. — *Verh. geol. Bundesanst. Wien*, p. 45.
- Klüpfel W.*, 1928: Die Entstehung der Donau. — *Zeitschr. Deutsch. geol. Ges.*, vol. 80, Monatsber. p. 282. Berlin.
- 1929: Zur Paläomorphologie des Donaugebiets. — *Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver.*, vol. 18, p. 66. Stuttgart.
- Kölbl L.*, 1931: Studien über den Löß. Über den Löß des Donautales und der Umgebung von Krems. — *Mitt. geol. Ges. Wien*, vol. 23, 1930, p. 85.
- Lehmann O.*, 1933: Die Donauschwinde im Schwäbischen Jura. — *Verh. Schweiz. naturforsch. Ges.*, vol. 114, p. 439. Aarau.
- Machatschek F.*, 1939: Die Landschaft. — *Handb. f. Donaureisen 1939*, herausg. v. d. I. DDSG., p. 17. Wien.
- Manz O.*, 1934: Die Ur-Aare als Oberlauf und Gestalterin der pliozänen Oberen Donau. — *Hohenzollerische Jahresh.*, vol. 1, p. 113.
- Penck A.*, 1891: Die Donau. — *Schrift. Ver. Verbr. naturwiss. Kenntn. in Wien*, vol. 31, p. 1.
- , 1903: Das Durchbruchtal der Wachau und die Lößlandschaft von Krems. — *Führer f. d. Exkursionen d. IX. Internat. Geologenkongr. in Österreich*. Wien.
- Penck W.*, 1917: Bau und Oberflächenformen der Dardanellenlandschaft. — *Zeitschr. Ges. f. Erdk.* Berlin, p. 30.
- , 1919: Grundzüge der Geologie des Bosphorus. — *Veröff. Inst. f. Meeresk. Univers. Berlin*, N. F., A, fasc. 4.
- Richter M.*, 1937: Die deutschen Alpen und ihre Entstehung. — *Deutscher Boden*, vol. 5. Berlin.
- Rückert L.*, 1938: Die Donau. Aus dem Leben eines Stromes. Regensburg.
- , 1939: Die obere Donau. — *Handb. f. Donaureisen 1939*, herausgeg. v. d. I. DDSG., p. 35. Wien.
- Schaffer F. X.*, 1907: Über den Zusammenhang der alten Flußterrassen mit den Schwankungen des Meeresspiegels. — *Mitt. geogr. Ges. Wien*, vol. 50, p. 38.
- , 1908: Neue Forschungen in den alten Terrassen des Donaugebietes. — *Ebend.*, vol. 51, p. 57.
- , 1908: Geologischer Führer für Exkursionen im Inneralpinen Wienerbecken, II. Teil, nebst einer Einführung in die Kenntnis seiner Fauna. — *Samml. geol. Führer*, num. 13. Berlin.
- , 1913: Geologischer Führer für Exkursionen im Wiener Becken, III. Teil, nebst einer Einführung in die Kenntnis der Fauna der ersten Mediterranstufe. — *Ebend.*, num. 18.
- , 1927: Geologische Geschichte und Bau der Umgebung Wiens. Leipzig und Wien.
- Schaufelberger P.*, 1929: Geologische und hydrologische Verhältnisse zwischen der Donauversickerung und der Aachquelle. — *Mitt. Badischen geol. Landesanst.*, vol. 10, p. 561. Freiburg i. Br.

- Sueß F. E.**, 1929: Grundsätzliches zur Entstehung der Landschaft von Wien. — Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., vol. 81, p. 177. Berlin.
- Szádecky-Kardoss, E. v.**, 1938: Geologie der rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene mit Berücksichtigung der Donaugoldfrage. — Mitt. berg- und hüttenmänn. Abtlg. Univers. Sopron, vol. 10, fasc. 2.
- Vendl A.**, 1929: Beiträge zur Kenntnis der Donau zwischen Nagymaros und Szentendre. — Hidrologiai Közlöny, vol. 7—8, 1927—1928. Budapest.
- Vetters H.**, 1937: Erläuterungen zur geologischen Karte von Österreich und seinen Nachbargebieten. Wien.
- Voitești I. P.**, 1936: Evolution géologique-paléogéographique de la terre Roumaine. — Revista Muzeul. geol.-mineral. Univers. Cluj, vol. 5, fasc. 2, 1935.
- Wagner G.**, 1931: Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands. Öhringen.
- Walther J.**, 1921: Geologie von Deutschland. 3. Aufl. Leipzig.
- Weithofer K. A.**, 1918: Die Oligozänablagerungen Oberbayerns. — Mitt. geol. Ges. Wien, vol. 10, 1917, p. 1.

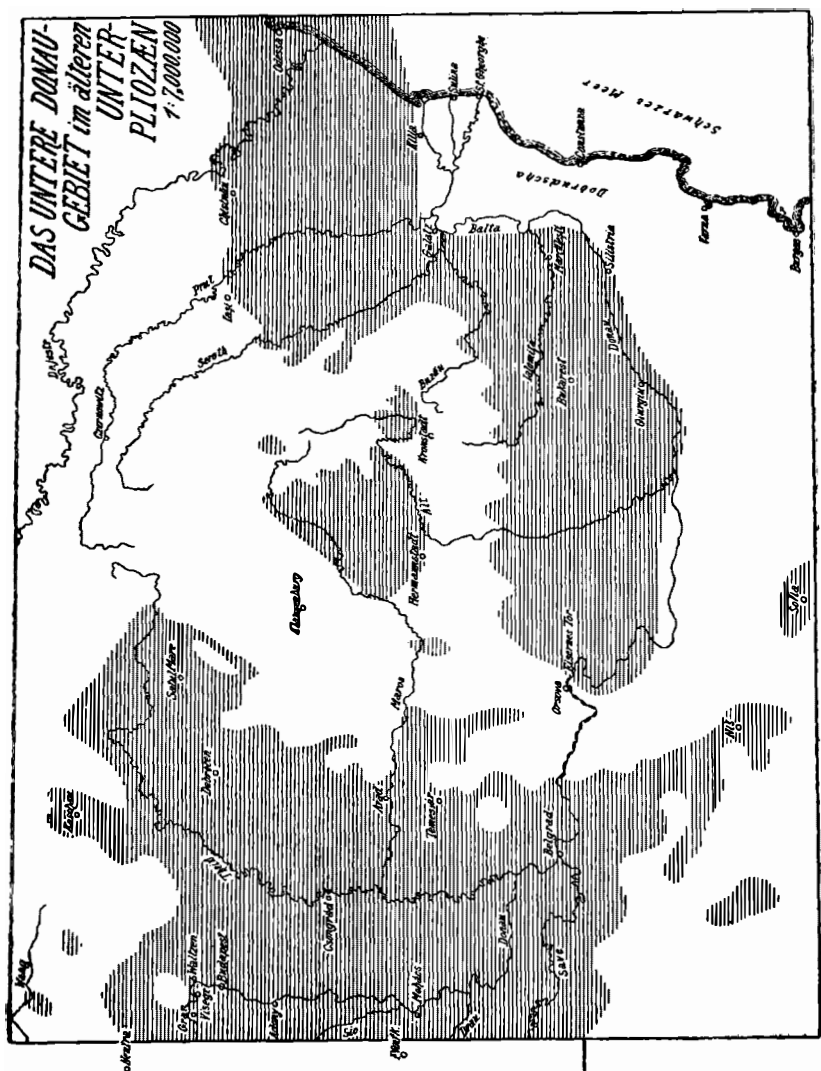


## Bemerkungen zu der Karte des Donaubeietes im älteren Unterpliozän

Die heutigen Flüsse sind dünn voll ausgezogen; die unterpliozänen Flüsse sind dick gestrichelt, die unterpliozänen Seen waagrecht geschrafft.

Der Darstellung liegen vorwiegend Karten von Lóczy, Manz, Petković, Popescu-Voitești und Vettters zugrunde. Manches wurde nach den im Schriftenverzeichnis genannten Arbeiten ergänzt. Bei der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit und dem Umfang des Schrifttums konnte ich aber nicht daran denken, eine neue kritische Darstellung auf Grund der Aufnahmsarbeiten zu bieten. Besonders der Umriß des Pannonischen Sees wäre sicher sehr verbesserungsfähig. Trotzdem schien es mir zweckmäßiger, ihn nicht gar so zu vereinfachen, wie dies auf den Karten in den Lehrbüchern meist geschieht. Der Leser möge aus meiner Zeichnung vor





allein den Eindruck gewinnen, daß es sich um ein sehr großes, aber ziemlich seichtes Wasserbecken mit vielen Buchten, Halbinseln und Inseln handelte, in dessen Umgebung mehrere kleinere Seen bestanden. Die Grenze zwischen Wasser und Land habe ich absichtlich nicht ausgezogen, um zu veranschaulichen, daß sie einestheils sehr unsicher ist und andernteils sehr rasch veränderlich war.

Von den Flüssen wurden nur diejenigen gestrichelt, für deren Vorhandensein im Unterpliozän bestimmte geologische Befunde sprechen. Sicher bestanden aber viele andere, die nur mit dünnen Linien eingetragen sind, auch schon.

Ich war bemüht, in die Karte alle geographischen Namen einzusetzen, die im ganzen Text (nicht nur in dem Abschnitt über das Unterpliozän) vorkommen. An einigen Stellen, wo die Orte sich sehr drängen, war das aber nicht möglich. In der Regel wurde die Lage solcher auf der Karte nicht angegebener Örtlichkeiten im Text durch einen Hinweis auf einen eingezeichneten Ort angedeutet.