

Albrecht Wendt

Antonius Bräuer

Klettgauer Pforte und Bodensee



Aug. Seyel, Buchdruckerei, Verlagsbuchhandlung / Überlingen a. B.

**Sonderdruck aus den
Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees
und seiner Umgebung, 1939**

Klettgauer Pforte und Bodensee.

Von Albrecht Pendl.

Nur einer von den zahlreichen Flüssen, die von der Nordseite der Alpen kommen, vermag das nördliche Vorland in der ganzen Breite zu durchqueren und auf der anderen Seite herauszufließen. Das ist der Rhein. In den Alpen fließt er nach Norden, im Bodensee ändert er die Richtung seines Laufes, erst nach Nordwesten, dann nach Westen; hier liegt die große Klettgauer Pforte in der Nordwest-Umwallung des Alpenvorlandes. Bei Schaffhausen tritt er an sie heran, und hier ist er in sie eine zeitlang hineingeflossen, um sie im breiten Klettgauer Tale in der Richtung auf Waldshut zu durchmessen. Heute nutzt er diesen Weg nicht mehr, der schmal in der „Enge“ beginnt; er tastet sich am Eingange der großen Pforte südwärts, nimmt unweit Eglisau nacheinander Thur, Töss und Glatt auf und findet einen anderen Auslaß in einem ziemlich engen Tale nach Westen. Es gehört ihm nicht von Anfang an, sondern der Glatt, die neben Zürichsee und Limmat das Schweizer Alpenvorland durchläuft und ihn kurz vor Eintritt in das Engtal erreicht. Oberhalb des Schweizer Koblenz trifft der Rhein den verlassenen Lauf durch das Klettgauer Tal wieder, nachdem diesem vom Schwarzwalde erst die Wutach und dann noch zu guterlezt die Steinach und Schlücht zugekommen sind. Dicht unterhalb Koblenz vereint er sich mit der Aare, die ihm auch die Wasser der ihr unweit Turgi zugeflossenen Reuß und Limmat zuführt. So findet ein großes Zusammenfließen statt, eine große Konfluenz, die die Römer schon würdigten und der Stelle diesen Namen gaben, der im Schweizer Koblenz fortlebt. Aber da derselbe auch rheinabwärts an anderer, bekannterer Stelle auftritt, ziehen wir vor, von dem großen Zusammenfließen bei Waldshut zu sprechen. Dahin führt die Klettgauer Pforte. Die Lägerfette (860 m) ist ihr südlicher Torpfeiler, der Randen (924 m) der nördliche. Bei Waldshut lassen wir den Hochrhein beginnen. Bis dahin rechnen wir den Vorlandrhein, der den Alpenrhein an dessen Mündung in den Bodensee ablöst.

Die Lägernfette ist ein Ausläufer des Schweizer Kettenjura, sie wird von ihm durch den Zusammenfluß von Aare und Reuß getrennt und weiter östlich von der Limmat durchbrochen. Die Vereinigung der drei Flüsse geschieht an einem Nebeneingange der Pforte. Der Randen gehört zur Schwäbischen Alb. Er tritt gleich ihr als ansehnliche Schichtstufe dem Schwarzwald gegenüber, von dem er durch die Muschelkalkplatte an der Mutach getrennt ist; seine Juraschichten fallen sanft nach Südosten. Aber die tiefe Einknickung des Hegaus scheidet ihn von der Alb und gewährt ihm eine Sonderstellung.

Zwischen Randen und den Lägern bleibt das Land allenthalben unter 700 Meter. Es zerfällt in drei wohlgeschiedene Teile: zwei gehören dem eigentlichen Klettgau an; der Rücken des Klettgau erstreckt sich zwischen dem alten Klettgauer und heutigem Rhein, der Hallauer Rücken zwischen Klettgauer Tal und Mutachtal. Der Klettgauer Rücken erscheint in seinem nördlichen Teile als eine Fortsetzung des Randen. Gleich ihm ist er zunächst eine ausgesprochene Schichtstufe, deren Höhe sich rasch nach Süden mindert, und der hier die Schichten des Alpenvorlandes aufgesetzt sind. Diese bilden die größte Höhe des Rückens (689 m), sie streichen in ihrer Gesamtheit: untere Süßwassermolasse, obere Meeresmolasse und obere Süßwassermolasse, über dem Weißen Jura aus, der unter ihnen nur auf 550 Meter ansteigt; ihr oberstes Glied, die obere Süßwassermolasse, greift sogar in einer besonderen Ausbildung auf die andere Seite des Klettgauer Tales hinüber und lagert am Südende des Hallauer Rückens auf Dogger. Das letzte Stück des Klettgauer Rückens biegt sich nach Nordwesten um und tritt aus dem Bereiche der fast unkenntlich gewordenen Schichtstufe des Weißen Jura in das von deren Unterlage, von Dogger und Eias, ja selbst auf Keuper und Muschelkalk. Er läuft in eine Abtragungsfläche aus, welche die Schichten schräge schneidet. Der Hallauer Rücken ist gleich dem Klettgauer Rücken zunächst eine Schichtstufe; er geht aus der Eiasstufe am Nordwestabfalle des Randen hervor und bleibt mit 600 m Höhe nicht gerade viel hinter der benachbarten Schichtstufe des Weißen Jura zurück. Sein Südende wird indes von Dogger gebildet; hier liegt ihm ein Rest von oberer Süßwassermolasse auf, die so reich an Jurageröllen ist, daß sie auch als Juranagelfluh gilt.

Ganz anderer Art ist der südlich vom Rheine gelegene dritte Teil der Klettgauer Pforte. Zwischen dem Klettgauer Rücken und der Lägernfette erstreckt sich eine deutliche Schichtmulde, in der die obere Süßwassermolasse des Alpenvorlandes herabgesenkt ist bis zum Spiegel des Rheines, während die älteren Molasseschichten randlich aufgebogen sind. Diese Mulde spitzt sich nach Westen aus und endet links der Aare unweit des Zusammenflusses von Turgi. Ungleichförmig werden die Molasseschichten von den Schottern der beiden ältesten Eiszeiten, der Günz- und Mindel-Eiszeit, bedeckt, der der ersteren erhebt sich in der Eggplatte auf 674 m; beide Schotter gehören aber nicht dem alten Rheingletscher an, sondern zu den aus dem Einthtale gekommenen Eismassen. Im Zwiesel zwischen Rhein und Aare haben wir dieselbe schräge abgeschnittene Schichtfolge wie am Westrande des Klettgauer Rückens, auf ihr setzen die Molassebildungen in etwas über 500 m Höhe ein. Hier wie da enden sie mit einem Abtragungsrande gegen Westen; es ist anzunehmen, daß sie sich auch hier weiter über die Abtragungsfläche erstreckt haben, die mit mehr als 500 m Höhe das Alpenvorland gegen Westen abriegelt. Hier ist die Schwelle der Klettgauer Pforte; Rhein und Aare müssen sie durchbrechen, um zum großen Zusammenfließen von Waldshut zu kommen, in ihr sind Weißer Jura, Dogger und Eias, Keuper und Muschelfalk zusammengedrängt. Auf ein Band von 10 km Breite engt sich die ganze Juraformation zusammen; ihre einzelnen Glieder bilden nicht wie sonst in Süddeutschland die Stufen einer Treppe, sondern liegen ziemlich gleich hoch. Die Stufenlandschaft weicht einer ziemlich ebenen Abtragungsfläche. Zu ihr führt die Klettgauer Pforte aus dem Alpenvorlande heraus neben der Schichtmulde der Molasse am Nordfuße der Lägern. Sie ist die Grenze zwischen dem Kettenjura der Schweiz und der Schwäbischen Alb mit ihrem Vorposten des Randen. Die Pforte selbst gehört aber noch zum Alpenvorlande.

Gegen den Randen steigt der Weiße Jura des Klettgauer Rückens allmählich an; westlich der Aare schnellst er im Geißberge rasch auf 700 m empor und zieht sich samt den anderen Jurastufen als Schweizer Tafeljura längs des Rheines bis in die Gegend von Basel. Ihm ist der Kettenjura aufgeschoben. Auf der anderen Seite des Rheins erhebt sich der Schwarzwald mit seinen alten Gesteinen und dem Buntsandstein, umrahmt mit einem Bande von Muschel-

kalk. Es spießt sich mehrfach in den Tafeljura hinein, bildet aber im allgemeinen eine Gasse zwischen ihm und dem Schwarzwald. Am Anfange dieser Gasse liegt das große Zusammenfließen von Waldshut; 200—300 m tief ist der Hochrhein in sie eingeschnitten, bei Basel bricht sie steil ab gegen die Oberrhein-Ebene. Bis zur Höhe dieser Gasse reicht in der Klettgauer Pforte der feste Rahmen des Alpenvorlandes herab.

Erinnert der Raum zwischen Kettenjura und Schwarzwald am Hochrhein in vieler Hinsicht an die Burgunder Pforte zwischen Kettenjura und Wasgenwald, so kann die Hochrheingasse mit der Baar auf der Ostseite des Schwarzwaldes verglichen werden. Auch sie erstreckt sich im Muschelfalk, sanft dacht sich der Schwarzwald zu ihr ab und sendet ihr Brigach und Brege, die sich in ihr zur Donau vereinigen; steil überragt wird sie im Osten von der Stirn der Schwäbischen Alb. Der geologische Bau ist hier wie da ungefähr der gleiche. Aber es herrscht in morphologischer Hinsicht große Verschiedenheit: Der Rhein kommt aus dem Bereiche der Juraschichten und tritt in das Gebiet der älteren Triassschichten. Die Klettgauer Pforte ist für ihn das Ausgangsgebiet, die Öffnung des Trichters, der Lauf im Muschelfalk unterhalb Waldshut das zugehörige Rohr. Bei der Donau¹ ist es umgekehrt; die Baar ist die Weitung des Trichters im Muschelfalk, das Rohr läuft in den Jura hinein. Das entspricht dem Schichtfallen und kann erklärt werden durch die Abtragung eines Schichtgewölbes, wobei die widerständigen Gesteine als Schichtstufen in Erscheinung traten. Die Donau ist älter als das Gelände, dessen Formen sie schuf. Dem Rheine ist durch das Gelände der Weg gewiesen, er ist jünger als daselbe. Fließt die Donau im Schichtfallen vom Schwarzwalde weg, so läuft der Hochrhein zwar nicht genau, aber im großen und ganzen von Waldshut bis Basel im Schichtstreichen zwischen Schwarzwald und Tafeljura. Daß er diesen Weg von vornherein gefunden habe, ist deswegen ausgeschlossen, weil im Klettgauer Trichter zunächst Jurageröll ins Alpenvorland gebracht worden ist und nicht Alpengeröll in den Trichter. Hier hat eine Umkehr der Entwässerung stattgefunden, die eine besondere Erklärung erheischt.

¹ Vgl. meine Talgeschichte der obersten Donau. Schriften dieses Vereins. XXVIII, 1899, S. 117.

Auf alle diese Fragen wirft die Betrachtung des Schweizer Jura Licht. Nur als Tafeljura kann er als Fortsetzung der Schwäbischen Alb gelten. Aber er ist nicht in gleichem Maße Schichtstufe wie sie. Nicht tritt er mit einer scharfen Kante, welche die Stirnseite von der Abdachung scharf trennt, dem Schwarzwalde gegenüber, sondern die Wasserscheide liegt auf dem Kettenjura. In ihm ist der gesamte Inhalt des Alpenvorlandes an Molasseschichten, samt ihrer jurassischen und teilweise ihrer triasischen Unterlage in Falten gelegt; wie die Wellen des Meeres sich in der Brandung brechen und hinauflaufen am Strande, so laufen die Jurawellen auf den Tafeljura. Die südlichen Wellen bilden die Wasserscheide, von der aus die Flüsse nach Norden rinnen zwischen den Falten hindurch über den Tafeljura zum Rheine, nach Süden in kurzem Laufe zur Aare. Diese Ketten sind jünger als die obere Süßwassermolasse, sie sind erst nach der Erfüllung der großen Einbiegung des Alpenvorlandes, seit der Bildung der subalpinen Geosynklinalen, entstanden. Sie schieben sich an ihrem Saume über Teile dieser Erfüllung; die obere Meeresmolasse hat sich dank ihrem Schutze auf dem Tafeljura im Basellande ebenso erhalten wie auf der Schwäbischen Alb und auf der Höhe des Randen. Auf der Alb reicht sie nicht ganz bis auf die Höhe, nördlich Ulm grenzt sie an ein deutlich erhaltenes Kliff; sonst ist in ihrem Bereiche die Hochfläche der Alb vielfach tischglatt, sodaß die Küstenlinie leidlich erkennbar ist. Anders auf dem Tafeljura. Wohl weist ihre Beschaffenheit auf Ufernähe, wo aber das Ufer gelegen hat, läßt sich nicht scharf erkennen. Wir mutmaßen es in der Nähe des heutigen Rheinlaufes, etwa 300 m über demselben. Er folgt nicht bloß annähernd dem Schichtstreichen, sondern zugleich auch ungefähr der Küste der oberen Meeresmolasse, die sich mit dem oberen Weißen Jura um den südlichen Schwarzwald und dessen Muschelkalksaum schmiegt. Die alte Küste liegt allenthalben höher als das Muschelkalkfeld, und man hat zunächst den Eindruck, als sei dieses erst durch eine nachträgliche Abtragung bloßgelegt worden. Aber streckenweise war es im Küstenlande am Schwarzwalde bereits bloßgelegt. Weiter ergibt sich, daß der gesamte Küstenstrich bald nach seiner Entstehung wieder gehoben worden ist.

Diese letztere sehr merkwürdige Tatsache wird durch folgendes erwiesen: Soweit sich die alte Küste zwischen Ulm und Basel ver-

folgen läßt, wird sie von der Juranagelfluh begleitet, die jünger ist und tiefer liegt, ja Täler ausfüllt, die in sie eingeschnitten sind. Auf die Senkung, die der Ablagerung der oberen Meeresmolasse vorausging, erfolgte also alsbald eine Aufwölbung. Es hob sich eine Küstenkette, die von den Flüssen des Hinterlandes durchsägt wurde. Dabei entstanden stellenweise sehr mächtige Geröllmassen, die am Ufer des zurückweichenden Meeres und namentlich in späterer Zeit als Schuttfegel am Saume des sich einbiegenden Alpenvorlandes abgelagert wurden und dann der dortigen oberen Süßwassermolasse altersgleich sind. Natürlich bestehen diese Geröllmassen vornehmlich aus dem Weißen Jura der Küstenkette und heißen verfestigt deswegen Juranagelfluh, aber sie enthalten doch auch Gesteine aus dem Hinterlande. Darunter befindet sich in der Nähe des Randen und bei Basel auch Muschelfalk, der also zur Zeit der Juranagelfluhbildung nicht weit davon schon bloßgelegen haben muß. Es fehlen aber auch nicht die alten Gesteine des Schwarzwaldes. Zur Miozänzeit, in die die Bildung der jüngeren Meeresmolasse und der oberen Süßwassermolasse des Alpenvorlandes fällt, war er bereits als Gebirge vorhanden, und die Umgürtung seines Südens und Südostens mit dem Muschelfalk kann, soweit ihm die von der jüngeren Meeresmolasse bedeckten Höhen des Tafeljuras, des Randen und der Alb gegenüberstehen, als seine Fußfläche und zugleich als Küstenraum gelten. Wahrscheinlich wurde derselbe bei der Erhebung der Küstenkette etwas eingebogen und auch dadurch die Gasse des Hochrheins beeinflusst.

Den Flüssen des südlichen Schwarzwaldes, welche, wie die Juranagelfluh bezeugt, ins Alpenvorland kamen, wurde durch die sich auffaltenden Ketten des Jura der Auslaß dahin versperrt, denn auch die Juranagelfluh ist überschoben worden. Die Wasser mußten einen anderen Weg suchen und fanden ihn nördlich der Küstenkette, nördlich des Tafeljura nach Westen. So wurde die Gasse als Hochrhein zwischen Waldshut und Basel angelegt zur Zeit der Entstehung der Jurafetten, also während des Pliozäns. Die Gasse war anfänglich eine Sammelrinne für Schwarzwaldflüsse, wahrscheinlich von der Wutach an, dazu kamen Wasser aus dem Kettenjura, aus einer Richtung also, nach welcher sich früher die Schwarzwaldflüsse ergossen hatten. Es hat eine wahre Umkehr der Entwässerung im Bereich des Tafeljuras stattgefunden.

Auch für die Entwässerung des Schweizer Alpenvorlandes wurde die Auffaltung der Jurafetten belangvoll. Man nimmt gewöhnlich an, daß sie ursprünglich nach Osten gerichtet gewesen sei, wohin das Meer bei seinem letzten Rückzug aus der großen Eintiefung, der Geosynklinalen, am Alpenfuße zurückgewichen ist, aber denkt nicht an die großen Aufschüttungen, die hier durch die aus den Alpen kommenden Flüsse bewirkt worden sind. Sie bestehen in den Nagelfluhbildungen am Fuße des Gebirges, dem verfestigten Geröll jener Flüsse. Als Deltas wurden sie in die Meeresarme gebaut, die die Geosynklinale durchzogen, als große Schuttfegel auf dem Lande abgelagert. Während der letzten Meeresbedeckung, als die obere Meeresmolasse entstand, wuchsen sie quer über den Meeresarm bis an dessen gegenseitiges Ufer. Hier findet man aus jener Zeit eine Ablagerung von Alpengeröll im oberen Birsgebiete, die einen von Südwesten nach Nordosten gerichteten Fluß verrät, der den heutigen Kettenjura in der Richtung auf Basel querte, und hier liegt im Sundgau, westlich der Stadt, eine mächtige Ablagerung von alpinen Schottern, allerdings aus späterer pliozäner Zeit, die durch die Burgunder Pforte bis ins Doubsgebiet reichen. Sie leiten sich vornehmlich aus dem Aare-Gebiet her. Es fehlt also nicht an Anzeichen dafür, daß die Aare während der Molassezeit und später den Jura gequert hat. Hier bestand von altersher die raurakische Senke, die während der Oligozänzeit das Meer der älteren Meeresmolasse mit dem in der Oberrhein-Ebene sich erstreckenden verband. Sie gewährte Alpenflüssen, die den riesigen bis 1407 m ansteigenden Kegel des Napfgebietes im Emmentale zwischen Aare und Reuß aufschütteten, einen Ausweg nach Norden. Ob dieser auch von den weiter östlich fließenden Gewässern benutzt wurde, die den Schuttfegel im Toggenburgischen zwischen Linth und Bodensee aufbauten, steht dahin. Seine Ausläufer reichen zwar bis ans Ende des Bodensees, 50 km vom Alpenfuße, nur 15 km vom Randen. In dessen Nachbarschaft wurde aber gleichzeitig die Juranagelfluh abgelagert: Hier fanden die Alpenflüsse keinen Ausweg. Sie mußten nach Südwesten oder Nordosten umbiegen; wohin ist noch offen. Einstweilen kann nur als gesichert gelten, daß eine Ur-Aare mit einer Ur-Reuß den der raurakischen Senke zum Süden der Oberrhein-Ebene geflossen sind. Dabei brauchten sie nicht in den Jura einzuschneiden; Gerölle von ihm fehlen in den Sundgauer

Schottern, die genau nördlich der Senke einsetzen, ziemlich weit vom Eintritt des Hochrheins in die Ebene. Er hat sie nicht herbeigeführt.

Der geschilderte Zustand wurde durch die Auffaltung des Kettenjura zerstört. Sie lief schräge über die raurastische Senke, der alte Flußlauf aus der Zeit der oberen Meeresmolasse wurde zerrissen, erhalten blieb sein Geröll in einer tiefen Mulde. Nur einzelne Gerölle aus späterer Zeit blieben auf den Höhen der Ketten liegen, mit denen sie emporgehoben waren. Die Faltung in der Senke drang bis zur Oberrhein-Ebene vor, wo sie ausklingend noch die Schotter des Sundgaus ergriff. Die Erhebung der Ketten war am stärksten an ihrem Südrande. Schräge über den Lauf der Ur-Aare erfolgreich, ließ sie ihr die Möglichkeit, nach Nordosten auszuweichen. Erst durch die Bildung des Kettenjura wurde der heutige Lauf der Aare angelegt, die durch ihn ebenso aus ihrem ursprünglichen Laufe verdrängt wurde, wie weiter nördlich die Schwarzwaldflüsse. fanden letztere in der Gasse des heutigen Oberrheins einen Ausweg nach Norden, so schmiegte sie sich dem Südrande des Kettenjura an, schnitt von ihm lediglich den Ausläufer ab, den er als Lägern in das Alpenvorland entsandte; gleiches taten Reuß und Limmat dicht neben ihr. So kamen drei Flüsse in die Klettgauer Pforte, erreichten über deren Schwelle die Ur-Wutach und machten deren Tal zu dem ihrigen. In ihm gelangten sie bei Basel in die Oberrhein-Ebene, wo sich mittlerweile große Veränderungen vollzogen hatten.

Der Einbruch des Rheingrabens hatte fortgedauert, und die Ebene tiefer und tiefer unter den Muschelfalkgürtel des südlichen Schwarzwaldes und damit unter das alte Küstenland gesenkt; der Abtragungssofel für die Ur-Aare war tiefer gelegt und legte sich fortwährend tiefer. Nunmehr begann die Eintiefung des heutigen Hochrheintales kräftiger zu werden. Auf der Westseite vom Südrande der Oberrhein-Ebene erfolgte eine Einbiegung der Sundgauer Schotter, wobei sie vom Saône-Gebiet abgegliedert wurden. folgendes spielt sich also während des Pliozäns ab: Die direkt auf die Oberrhein-Ebene fließende Ur-Aare wurde so durch Auffaltung des Kettenjura auf dessen Südostseite geschoben und zu einem 100 km langen Umweg genötigt, um in die Gegend von Basel zu gelangen. Eine ähnliche Umgehung des Faltenjura macht im Süden die Rhone und in ihm selbst der obere Doubs, indem er sich um die Auffattlung des Clos du Doubs schlingt. Es handelt sich also um

den keineswegs außergewöhnlichen Vorgang des *Anschiebens* von Flüssen an sich hebende Gebirge oder Ketten, die sie nicht zu durchbrechen vermögen.

Der heutige Lauf der Aare ist nicht durch den ursprünglichen Bau der subalpinen Geosynklinalen angelegt. Er ist nicht der eines Muldenflusses, für den er oft angesprochen und als der er mit der Donau oft in eine Linie gestellt worden ist. Die Aare ist in die große Einmuldung am Alpenfuße zurückgedrängt, nachdem sie sie verlassen hatte. Sie fließt entlang am Fuße des spät entstandenen Kettenjuras, die Donau hat den Fuß der Alb erst spät erreicht. Hier floß ursprünglich der Rhein. Auch zwischen ihm und Aare sind ursprüngliche Beziehungen nicht nachweisbar. Die Klettgauer Pforte, in der sich beide Flüsse treffen, gehört nicht zum ursprünglichen Bestande der subalpinen Geosynklinalen. Sie ist erst spät von ihr durch die Auffaltung der Lägerkfette abgegliedert worden. Auch deswegen kann sie nicht als Auffang für einen obermiozänen Rhein gedient haben, der von Anfang an das Alpenvorland querte, der Rhein suchte sie nicht von vornherein auf, sondern wurde sehr spät, erst während des Eiszeitalters hineingelockt. Das geschah infolge von zwei ganz verschiedenen Vorgängen: Der Eintiefung der im heutigen Hochrheintale von Waldshut bis Basel fließenden Aare und der eiszeitlichen Vergletscherung der Alpen, durch die zunächst die Schmelzwasser des alten Rheingletschers, dann des Rheins selbst dahin kamen.

Das Einsinken der Oberrhein-Ebene erfolgte nicht ununterbrochen, und die Eintiefung des heutigen Hochrheintales unterhalb Waldshut geschah nicht gleichmäßig. Große Veränderungen geben sich in dieser Hinsicht bei Basel zu erkennen. Wir haben hier die Ablagerungen, die der ältesten oligozänen Meeresmolasse des Alpenvorlandes entsprechen und am Dornachberge auf eine Küste von 400 m heutiger Meereshöhe schließen lassen. 14 km östlich davon gibt es im Baseler Jura solche der miozänen oberen Meeresmolasse des Alpenvorlandes in rund 550 m Höhe. Aber daraus kann nicht geschlossen werden, daß vom Oligozän bis Miozän eine ununterbrochene Senkung stattgefunden habe, sondern auf die Ablagerungen des oligozänen Meeres folgte eine Hebung, durch welche die rau-
raische Senke verschlossen wurde; dann erst tauchte das Alpenvorland unter den Spiegel des Miozänmeeres. Dieser Gang der

Ereignisse ist für das ganze nördliche Alpenvorland gültig. Ihn macht zwar die Umgebung von Basel mit, nicht aber der Graben der Oberrhein-Ebene. Er lag tief unter dem Spiegel des Oligozänmeeres, aber nicht unter dem des Miozänmeeres. In der Ebene war Land, während jenes bei Basel in 550 m heutiger Meereshöhe brandete. Seither ist das Ufer des Miozänmeeres gehoben, die Rheinebene weiter gesenkt worden. Dies geschah an ihrem Südeinde zunächst kräftig; im sinkenden Lande wurden die Sundgauer Schotter abgelagert, dem wurde durch eine neuerliche Hebung ein Ende gemacht. Nun erst begann die noch heute fortdauernde Senkung. Dieser Gang der Ereignisse wirkte sich auf das Einschnneiden im heutigen Hochrheintale von Basel bis Waldshut aus; die Geschwindigkeit des Vorganges war jedoch auch abhängig von der in Wirksamkeit tretenden Wassermenge; denn diese ist es, die im Verein mit der Fallhöhe die Wasserkraft bestimmt. Trotz der infolge der Senkung im Sundgau zunehmenden Fallhöhe war das Einschnneiden zunächst gering, weil die Ur-Mutach ein kleiner Fluß war; es steigerte sich nicht sehr, als die Ur-Aare hinzukam, denn nunmehr wurde die Senkung der Oberrhein-Ebene gering und setzte vielleicht ganz aus. Wir haben einen Pegel um abzulesen, wie weit die Eintiefung bei Beginn des Eiszeitalters gekommen war; denn infolge der ersten Vergletscherung setzte eine Aufschüttung ein, unter welcher die am Ende des Pliozäns erreichte Taltiefe erhalten ist. Bei Basel war sie in 360 m heutiger Meereshöhe, 190 m unter der benachbarten, küstennahen oberen Meeresmolasse. Beim großen Zusammenfließen von Waldshut liegt die Sohle der frühglazialen Aufschüttungen 500 m hoch, nur 100 m unter der Meeresmolasse, aber fast 200 m über dem heutigen Tale. Dieses aber hat noch nicht die Tiefe erlangt, die es schon vor der vorletzten Vergletscherung erreicht hatte. Auf mehr denn 200 m beläuft sich die Talvertiefung während des älteren Abschnittes des Eiszeitalters, sie war doppelt so groß wie die während des gesamten Pliozäns. Bei Basel war sie unterdes mehr denn 100 m, entschieden weniger als die während des gesamten Pliozäns, aber hier wie da fällt die Hälfte der Eintiefung während des Eiszeitalters in die Zeit zwischen der ersten und zweiten Vergletscherung. Sie belebt sich also mit Beginn des Eiszeitalters und erreicht während desselben, in der großen Zwischeneiszeit zwischen den beiden ersten

und den beiden letzten Vergletscherungen Beträge, die über die heutigen hinausgehen. Darin spüren wir das Einsetzen einer großen Verstärkung der talbildenden Kraft mit Beginn des Eiszeitalters: Sie verdoppelt sich, indem sich zur Ur-Aare der Rhein gesellt. Er ist der letzte, der das große Zusammenfließen bei Waldshut erreicht.

Vor seinem Erscheinen dahier war die Schwelle der Klettgauer Pforte kaum angeschnitten. Sie hat durch lange Zeit während des Pliozäns als Abtragungssockel für das oberhalb gelegene Gebiet gedient, für das gesamte Schweizer Alpenvorland, nachdem die Aare in das Waldshuter Zusammenfließen gedrängt worden war. Das spürt man. Weithin ist das Schweizer Alpenvorland ausgeräumt worden. Am meisten im Gebiete sandig-toniger Molasse-schichten, weniger im Bereiche der subalpinen Nagelfluh. Stehengeblieben ist sie im Napf, ziemlich weit ab von den Alpen in mehr als 1400 m Höhe, im oberen Thur- und Tößgebiete mit 1300 m Höhe an der rechten flanke des heutigen Aare-Gebietes. Auf mehr als 500 m kann man die pliozäne Abtragung im Bereiche des Alpenvorlandes schätzen. Eingeebnet war es beim Eintritt des Eiszeitalters nicht.

Die Ausräumung hat auch in der Achse der Klettgauer Pforte stattgefunden, die Lägern waren damals bereits isoliert. Eine tiefe furche ist anstelle des heutigen Rheintales oberhalb Zurzach bis zur Mündung der Töß nachweisbar. Sie ist während der beiden älteren Eiszeiten durch deren Schotter aufgeschüttet worden. Aber sie steigen nicht rheinaufwärts an, sondern gegen Südosten im Blatt-Tale, das östlich der Lägern in die Pforte eintritt und den Rhein erreicht. Oberhalb seiner Mündung zeigt die Sohle der ältesten Schotter einen so steilen Anstieg, daß man unter dem Irchel einen verschütteten Talschluß annehmen kann. Alles dies spricht dafür, daß wir es mit Ablagerungen von Wassern zu tun haben, die dem nahen Ende eines alten Einthgletschers entsprangen, der im Blatt-Tale fast bis zum Rheine vordrang. Kein zwingender Grund liegt vor, aus ihnen auf einen Rheinlauf während des älteren Eiszeitalters zu schließen; erst während des jüngeren Eiszeitalters läßt sich ein solcher nachweisen.

Sichere Spuren eines alten Rheinlaufes aus dem älteren Eiszeitalter treffen wir am Strome selbst erst bei Schaffhausen in Gestalt von mächtigen Schotterablagerungen. Sie schließen sich an

solche des Klettgauer Tales an. Hier liegen sie am Ende des Hallauer Rückens sowie in der Gegend südwestlich Neunkirch; wir finden sie an der Enge, mit der das Klettgauer Tal bei Schaffhausen beginnt. Weiter oberhalb krönen sie die Höhen von Molassebergen. Wir verfolgen sie bis in das Rheintal hinein, in das der Bodensee bei Stein ausläuft. Hier spüren wir in ihnen die Nähe des zugehörigen Rheingletschers der zweiten (Mindel-) Eiszeit. Dessen Abfluß haben wir vor uns. Von ihm ging, wie vom Ende jeden Gletschers eine Aufschüttung der Flüsse aus. Als dies geschah, muß das Land wesentlich anders gegliedert gewesen sein als heute. Neben den Höhen, die den Boden des verschütteten Tales darstellen, müssen sich größere als dessen Gehänge erstreckt haben — teilweise sind sie noch in der Anlagerungsfläche der Schotter zu erkennen; sie müssen ihn aber auch überragt haben, so wie es heute der Schiener Berg und der Thurgauer Berg beim Auslaß des Rheines aus dem Bodensee tun: Zwischen ihnen und dem Klettgauer Rücken muß höheres, taldurchfurchtes Land vorhanden gewesen sein, das erst später abgetragen worden ist. Erst nach der zweiten Vergletscherung hat östlich vom Klettgauer Rücken eine große Ausräumung stattgefunden. Es fehlt nicht an Anzeichen dafür, daß neben dem bei Stein am Rhein wurzelnden Fluß auch ein weiterer aus der Bodenseegegend, vom Ende des heutigen Zeller Sees kam, und daß bei Schaffhausen ein Zusammenfließen an der Enge in 540 m stattfand. Bei Waldshut erfolgte das Zusammenfließen dieses Klettgauer Rheins mit der Aare in 480 m Höhe. Hier wird die Mächtigkeit der Aufschüttung noch auf beinahe 70 m veranschlagt, bei Stein am Rhein war sie mindestens 90 m; ihr ging eine kräftige Talbildung voraus, die gleichfalls vom Bodensee durch den Klettgau nach Waldshut führte. Sie weist auf einen Rhein, der schon vor der Mindel-Eiszeit vorhanden war.

Dies alte Tal ist nicht aus einem Gusse. Es zerfällt in zwei sehr verschiedene Teile: einen oberen im Alpenvorlande und einen unteren in der Klettgauer Pforte. Bei der Enge liegt die Grenze. Hier beginnt ein Tal, das sich schräge zum Schichtfallen durch die Schichtstufe des Weißen Jura zieht und den höheren Randen vom niedrigeren Klettgauer Rücken scheidet. Das ist das obere Klettgauer Tal. Bei Neunkirch schließt sich in stumpfem Winkel daran das breite Klettgauer Tal, das zwischen dem Klettgauer und

dem Hallauer Rücken, zwischen den Stufen des Lias und des Weißen Jura in der Art eines Schichttales im Bereiche des Dogger verläuft. Dann wendet sich das Tal abermals unter stumpfem Winkel und quert nun gleich dem benachbarten Klettgauer Rücken die ganze Schichtfolge vom Dogger herab bis zum Muschelfalke. Dann erst erreicht es die Gasse des Hochrheins. Diese hat lange Zeit als Abtragungssockel für das Klettgauer Tal gedient; dessen breite Strecke ist ganz ebenso wie das Schweizer Mittelland das Ergebnis kräftiger Ausräumung während des jüngsten Pliozäns. Das obere Klettgauer Tal ist etwas anderes. Es ist ein Einschnitt in eine Schichtstufe, ebenso die Täler des Randen, es teilt mit dem hauptsächlichsten unter denselben die Eigentümlichkeit, daß es schräge zum südwestlich gerichteten Schichtstreifen verläuft. Das Haupttal des Randen, das der Durach, zieht sich nach Süden und wurzelt außerhalb desselben im Bereiche der Juranagelfluh des Hegauer Gesenkes. Es durchbricht also den Randen schräge zum Schichtfallen, ebenso wie das westwärts gerichtete Tal des oberen Klettgau den Randen vom Klettgauer Rücken schräge zum Schichtstreichen scheidet. Denkbar ist, daß das Tal der Durach und das obere des Klettgau zusammengehören und einem flusse ihre Entstehung danken, der bei Schaffhausen in rechtem Winkel hoch über der heutigen Enge umbog. Erklären kann man sich ein solches Knie durch die Annahme, daß sich der Randen zwischen dem Hegauer Gesenke und der Klettgauer Pforte noch weiter hob, nachdem in beiden bereits die Juranagelfluh abgelagert worden war, wobei die Wurzel eines zum weiten Klettgauer Tale gehörigen flusses zur Seite geschoben wurde. Dadurch würde verständlich, warum am Eingange in das obere Klettgauer Tal beiderseits der Enge die Juraschichten weniger hoch ansteigen als beiderseits des Ausganges, hier am Henning 664 m und am Kornberg 779 m, dort 550 m.

Diese Tatsache bereitet jeder anderen Erklärung große Schwierigkeiten, denn so klar es ist, daß vom weiten, tief ausgeräumten Klettgauer Tale eine starke Abtragung nach allen Seiten ausgehen mußte, so schwer verständlich ist, warum diese nicht andere Wege einschlug, als gerade in das obere Klettgauer Tal. Hier steigt der Weiße Jura viel höher an als weiter abwärts, wo wir seine obere Kante unter 600 m finden und das Tertiär darüber sich nur auf 689 m erhebt. Nur unter der Annahme, daß der alte

fluß des Klettgaus sich von Anfang an in das obere Klettgauer Tal erstreckte, wird verständlich, warum gerade hier die rückwärtige Erosion so stark zur Geltung kommen konnte und die Juraschwelle des Alpenvorlandes zersägte. Eine durch den Klettgau fließende Ur-Durach wäre ein Seitenstück zur heutigen unteren Wutach, die gleichfalls weithin ein Schichtfluß ist und auf dem Muschelkalk entlang der Eiasstufe mit ihrem Keupersockel fließt.

An der Wutach ist die vom Einbruche der Oberrhein-Ebene ausgegangene Belebung der Talbildung heute noch wirksam, die am Hochrheine längst erloschen ist. Sie hat nicht nur die Aitrach angezapft und deren Oberlauf bis gegen Blumberg hin erobert, sondern auch ihre kleinen, vom Norden kommenden Zuflüsse, vor allem der Krottenbach, sind dabei, sich in die Hochfläche der Saar hineinzubohren. In den Vorgang der Anzapfung selbst gewährt die der Aitrach durch die Wutach einen wichtigen Einblick. Während des Eiszeitalters hatte sich die Wutach von unten her zwischen den Ortslagen der Dörfchen Blumegg und Blumberg bis dicht an die 200 m höher fließende vom Schwarzwalde kommende Aitrach herangebohrt. Da begann diese während der letzten (Würm-) Eiszeit ihr Bett durch Aufschüttung zu erhöhen, bis sie über die nahe gelegene, niedrig gewordene Wasserscheide gegen die Wutach kam. Nun stürzten sich ihre Wasser über das bohrende damalige Hintergehänge des Wutachtals herab; es setzte eine wilde Erosion ein, die sich im Aitrachtale aufwärts erstreckte und dieses zur Wutach führte. Nur das untere Aitrachtal bleibt als stille, wasserarme Furche, als Torfo bestehen.

Ein ähnlicher Vorgang war es auch, der den Rhein zum Zusammenfließen bei Waldshut führte. Die in der Klettgauer Pforte aufwärts schreitende Erosion hatte längs der Ur-Durach die Stufe des Weißen Jura durchbohrt und war eingedrungen in das Gebiet der großen Geosynklinalen des Alpenvorlandes, die nach Osten entwässerte. Da fand hier eine Aufschüttung in den seichten Tälern statt, die über die Scheide gegen die Ur-Durach hin anwuchs. Die Rheinwasser flossen über, liefen durch den Klettgau und stießen mit der Ur-Mare zusammen. So entstand der Hochrhein; was Ur-Mare war, hat den Namen Rhein erhalten, obwohl das Marewasser in ihm vorherrscht. Deswegen wird man nicht ohne weiteres gewahr, daß bei Waldshut ein Mare-Knie vorliegt, bedingt durch die Auf-

faltung des Kettenjura, und daß der Rhein erst sehr spät hinzugekommen ist, nämlich während der ersten der vier Eiszeiten; denn von der ihr entsprechenden Günz-Vergletscherung des alpinen Rheintales ging die Aufschüttung der Flüsse aus, die die Wasserscheide zum Hochrhein überwältigten.

Viermal hat sich während des Eiszeitalters der aus den Alpen kommende Rheingletscher über das nördlich gelegene Alpenvorland gebreitet. Dieses ist geologisch zwar eine große Schichtmulde zwischen Alpen und Schwäbischer Alb, aber seine Oberfläche entsprach bei Beginn des Eiszeitalters nicht einer Schichtfläche, sondern war eine Verebnungsfläche, die sich unter den Schottern der ältesten Vereisung gut erhalten hat. Sie greift über den Nordflügel der Geosynklinalen bis an deren Boden und schneidet die obere Süßwassermolasse, die obere Meeresmolasse sowie die untere Süßwassermolasse unter spitzem Winkel ab. Bis Donaunwörth ist sie gegen Osten zu verfolgen. Wenig weiter unterhalb schwenkte der sie entwässernde Fluß noch während des älteren Eiszeitalters ab und umging erst durch das Wellheimer Trockental und dann im Altmühltale die nördlichsten Vorkommnisse der oberen Süßwassermolasse. Etwa 150 m hat er sich dabei eng in den Weißen Jura zwischen der Schwäbischen und der fränkischen Alb eingeschnitten. Das ist das Werk langer Zeit, vom Beginn des Pliozäns bis in das Eiszeitalter. Sehr langsam erniedrigte sich währenddem der Abtragungssockel des Alpenvorlandes, seine Flüsse konnten sich nur sehr allmählich vertiefen, die Riedel zwischen ihnen wurden währenddem nahezu gänzlich abgetragen. So entstand die große Verebnungsfläche. Gegen die Alpen hin steigt sie an und stößt an deren Fußfläche. Bis zur Riß hin läßt sie sich gegen Westen deutlich verfolgen, aber auch weiterhin macht sich große Abtragung im Alpenvorlande geltend. Die großen Störungen des Schichtbaues in der westlichen Bodenseegegend machen sich oberflächlich kaum geltend: ob der Schiener Berg südlich vom Untersee ganz aus oberer Süßwassermolasse besteht, ob die obere Meeresmolasse fast bis zur Höhe des Bodanrückens, oder ob die untere Süßwassermolasse nördlich vom Überlinger See bis auf die Höhen tritt, gleich hoch steigt das Land bis rund 700 m an. Aber viel tiefer als nahe der Donau ist es hier später zerschnitten worden. Diese Verebnungsfläche wird von den Alpen durch den Bodensee

getrennt. Eine Fußfläche steigt aber am Appenzeller Sporn und auf dem Pfänderrücken, die aufgerichteten Schichten abschneidend, zum Gebirge hin an. Wir dürfen daher annehmen, daß der See selbst an der Stelle einer alten Verebnungsfläche des Alpenvorlandes liegt, auf die der Rheingletscher sich breitete, als er zum ersten Male aus den Alpen heraustrat.

Jeder Gletscher, der längere Zeit an einer bestimmten Stelle weilt, schafft hier einen eigenartigen Formenschatz. Er umgürtet sein Ende mit einem Kranze von Endmoränen, von denen Schotterfelder ausgehen. Steil fallen die Schotter von den Moränen ab und bilden einen Übergangskegel, sie treten in den Endmoränenkranz ein, fluvio-glaziale Ablagerungen verknüpfen sich hier mit ihnen. Innerhalb des Endmoränenkranzes liegt das Zungenbecken, das ausgeschürft ist vom Gletscher, es reicht hinab in die älteren Gesteine, dem die Moränen und Schotterfelder aufgesetzt sind. Deren Sockel bilden den Rand des Zungenbeckens. Letzteres ist übertieft und bildet eine Wanne, die nach dem Schwinden der Vergletscherung sich mit Wasser füllt. Alle großen Alpenseen liegen in Zungenbecken eiszeitlicher Gletscher. Viele sind noch bis über den Beckenrand gespannt durch die ihm aufsitzenden Moränen, andere haben ihren Spiegel bereits darunter gesenkt, und die ihnen entströmenden Flüsse sind dann in den Rand eingeschnitten. Die Spiegel der großen Alpenseen geben also nicht genau die Höhe des Beckenrandes an, liegen aber auf der Nordseite der Alpen nahe derselben.

Mit diesen Erfahrungen können wir die Geschichte des Bodensees deuten. Seine erste Unlage rührt von der ersten Vergletscherung her, die sich 40—50 km weit in das Alpenvorland bis zum heutigen Untersee, bis auf den höchsten und bis in die Nähe des Schlosses Zeil erstreckte. Das entnehmen wir den meist allerdings recht dürftigen Resten ihres Endmoränenkranzes und der Übergangskegel, die in Schotterdecken auslaufen. Letztere richten sich im Norden zur Donau. Anders im Westen. Hier lagern die von der ersten Vergletscherung ausgehenden Schotter in Tälern, die etwa 40 m tief in die Abtragungsfläche von 700 m eingeschnitten sind. Es handelt sich um spärliche Reste hoch über den beiden Ausläufern des Bodensees am Schiener Berg über dem Zeller See, oben auf dem Bodanrücken am Überlinger See. Sie sind so klein, daß sich nicht an Ort und Stelle ermitteln läßt, wohin die Täler liefen, in

denen sie abgelagert wurden. Sie können sich rheinabwärts gerichtet haben, sie können auch zum oberen Donaugebiet gehört haben, das heute noch einen Ast in Gestalt der Ablach bis nahe an den Hegau streckt. Dafür, daß Gletscherflüsse, die die Täler mit Schottern ausfüllten, schon in das alte Durach-Gebiet gelangt sind, spricht eine Stelle: Höher als die Schotter der Mindel-Eiszeit, die sich bei Schaffhausen in die Enge ziehen und sie teilweise verschließen, liegt ein älterer Schotter, der als der der Günz-Eiszeit angesehen wird. Das ist jedoch das einzige Vorkommen dieser Art in der Klettgauer Pforte, ein schwaches Bindeglied zwischen den Schottern von Waldshut und denen an den Bodenseezipfeln. Man darf indes nicht erwarten, daß die anhäufende Tätigkeit eines Flusses, der in einen anderen überläuft, sich an demselben fortsetzt. Ist hier das Gefälle sehr steil, so findet die Anhäufung nicht statt; die des angezapften, ehemaligen oberen Ultrachtales erstreckt sich nicht längs der anzapfenden Mutach fort. Es darf daher nicht Wunder nehmen, daß die Schotter der ältesten Eiszeit im allgemeinen im Klettgauer Tale fehlen.

Das Zungenbecken des ersten Rheingletschers dürfte über den gesamten Obersee hinweg sowie nordwärts über die unteren Gebiete der Schussen und Urgen gereicht haben. Sein Rand lag hier mindestens 700 m hoch, im Westen nur 660 m. Dahin mußte der See im Zungenbecken ablaufen, dessen Spiegelhöhe nahe dieser Höhe gelegen haben wird. So tritt der Bodensee zum ersten Male in Erscheinung, fast 250 m über dem heutigen, als ein rundliches Becken im Alpenvorlande am Ausgange des Alpentaales, ähnlich dem heutigen Chiemsee, oder wenn er sich in den Alpen hinein erstreckte, ähnlich dem heutigen Gardasee. Sein Abfluß gelangte zum Hochrheine, während zuvor der Alpenrhein zur heutigen Donau hinfloß. Dieser Abfluß schnitt rasch ein; vor Eintritt der Mindel-Vergletscherung war er bei Stein am Rhein schon bis 570 m eingetieft, und dementsprechend wurde der Spiegel des ersten Bodensees um ungefähr 100 m herabgesenkt, ja der See kann ganz verschwunden gewesen sein, wenn er weniger tief war. Die zweite Vergletscherung hielt sich ungefähr in den Grenzen der ersten. Am Rheine endete sie südlich Stein in etwa 600 m, in Oberschwaben in etwas größerer Höhe unfern Wurzach. Wieder lag hier der Beckenrand höher als im Westen. Während des Hochstandes der Vergletscherung flossen ihre Wasser gleich denen der ersten im Norden zur heutigen Donau

hin ab, nach Westen haben wir ihren Lauf durch den Klettgau bereits kennen gelernt. Das Zungenbecken der zweiten Vergletscherung lag ungefähr an Stelle des ersten, aber tiefer; der Beckenrand lag nicht mehr 660 m, sondern um 570 m hoch und der Spiegel des zweiten Bodensees mag ungefähr 100 m unter dem der ersten gelegen gewesen sein. War dessen Tiefe geringer gewesen, so war er in der Zwischenzeit ganz verschwunden. War sie größer, so fügte sich zum Schurfe der ersten Vergletscherung der der zweiten und der zweite Bodensee war tiefer als der erste; vielleicht reichte sein Boden schon bis zum Spiegel des heutigen Sees herab.

Über dieser zweite Bodensee war nicht von Bestand. Nachdem sich das Eis zurückgezogen hatte, hörte der Klettgauer Rhein auf aufzuschütten und begann rasch einzuschneiden, weswegen der Seespiegel bald sank. Das Einschneiden dauerte lang, denn lang war die große Zwischeneiszeit zwischen der zweiten und dritten Vergletscherung. Es fand damals die schon erwähnte Ausräumung des Alpenvorlandes oberhalb der Klettgauer Pforte statt. Die Molassehöhen beiderseits der Aufschüttungen des Rheines der zweiten Eiszeit wurden abgetragen; die Schotter schützten ihre Unterlage, und statt seines alten Laufes haben wir heute eine Reihe mit Schotter bedeckter Berge, die sich stellenweise um mehr als 200 m über ihre Umgebung erheben. Es fiel die Scheide zwischen dem Klettgauer Rhein und dem alten Glatt-Tale, die Abtragung ergriff den Hegau, nahm Molasseschichten weg, in denen die Vulkane staken, und legte deren Wurzeln fest; sie wirkte sich im ganzen Bodenseegebiete aus, und weitete jenes Becken aus, in dem der See heute liegt. Den Rahmen dafür bilden die Höhen des Alpenvorlandes, welche durch die Schotter der beiden ersten Vergletscherungen vor Abtragung geschützt werden und den heutigen Seespiegel um 300—400 m überragen. Ihr Sockel von Molasseschichten wurde in der Umrahmung des Sees weithin bloßgelegt und durchfurcht von Tälern, die zum See hinlaufen. Das ist alles Folge der rückwärtigen Erosion, die vom Hochrheine ausgehend, durch den Klettgau in das Alpenvorland eindrang. Sie ging sehr tief, reichte tief herab unter den heutigen Boden des weiten Klettgauer Tales, selbst unter den Rheinspiegel unterhalb des Falles von Schaffhausen. Sie legte auch den Spiegel des Bodensees jener Zeit tiefer und brachte ihn möglicherweise ganz zum Verschwinden. Was im Schweizer Mittellande schon während

des Pliozäns geschehen war, setzte hier erst mitten im Eiszeitalter ein und ist nicht so weit gediehen wie dort. Vieles steht noch oberhalb der Klettgauer Pforte am Bodensee in Einzelbergen, was im Schweizer Mittellande weggenommen ist.

In dieses Gebiet ergoß sich nach langer Zeit zum dritten Male der Rheingletscher, er füllte aus und floß über dessen Grenzen hinweg. Außerhalb der Endmoränenfränze der beiden ersten Vergletscherungen baute er den seinen auf, der die beiden ersten umgürtet. Er stieß bis an die Alb heran und stieg hier nordwestlich vom Überlinger See bis 740 m empor. Über der Längsachse des heutigen Bodensees lag ein Eisscheitel, von dem aus sich die Gletscheroberfläche nordöstlich zur Donau und westwärts zur Klettgauer Pforte hin senkte, ja er drang selbst in diese herein. Schwach sind allerdings seine Spuren im Klettgauer Tal, es gibt nur eine leise Andeutung einer Endmoräne bei Neunkirch; einzelne erratische Blöcke liegen auf dem Hallauer Rücken unweit Stühlingen und erweisen, daß das Eis wenigstens zeitweilig hier bis 600 m Höhe gereicht hat. Ein großartiges Delta am Eainsbühl gegenüber Beringen bezeugt, daß gelegentlich hier ein Stausee neben dem Eise in 530 m Höhe bestanden hat. Sehr ansehnlich ist die Verschüttung des Tales mit Schottern, es diente als Auslaß der zum Hochrheine fließenden Wasser; diese sind es wahrscheinlich gewesen, welche den Aufbau eines Endmoränenfranzes hinderten, indem sie altes Moränenmaterial mit sich schlepten. In der Tiefe des Klettgauer Tales mutmaßen wir eine jener tiefen Rinnen, welche während der großen Zwischen-eiszeit eingeschnitten sind. Diese Rinnen sind interglazial, die Rinnenschotter in ihnen aber eiszeitlich.

In das heutige Rheintal, das die Klettgauer Pforte durchmißt, ist der Rheingletscher auch zur dritten (Riß-) Eiszeit nicht eingedrungen. Der Urt des Einthgletschers, der in den beiden älteren Eiszeiten im Glatt-Tale seine Schotterfelder abgelagert hatte, stieß über dieselben bis an den Klettgauer Rücken vor und flehte seine Endmoränen an dessen Südseite. Er verriegelte also das Tal und schuf in ihm ein kümmerliches Zungenbecken. Von ihm rannen Wasser über den Klettgauer Rücken und schnitten hier Querrinnen ein. An seiner rechten Seite berührte er sich mit dem Rheingletscher, der seine Endmoränen an der Ostseite des Rückens hinterließ. Die von ihnen ablaufenden Wasser querten den Rücken und legten das

Wangental an. Weiter nördlich aber verschlossen sie einen Eingang in das obere Klettgauer Tal. Unansehnlich ist der Endmoränenfranz des größten Rheingletschers im Westen. Stattlich ist er hingegen im Norden auf dem schwäbischen Alpenvorlande; starke Schotterstränge führen von ihm zur Donau und brachten dieser den Abfluß eines Teiles der Niederschlagsmengen aus dem alpinen Rheintale zu, die in den Zwischeneiszeiten in ihrer Gesamtheit dem Hochrheine gehörten.

Die für die Zungenbecken bezeichnende ausschürfende Tätigkeit der Vergletscherung kam im gesamten Bodenseebecken zur Geltung aber in verschiedenem Grade. Am stärksten dürfte sie unter dem Scheitel gewesen sein, wo die Eismächtigkeit am größten war. Hier streckt sich der heutige Bodensee in ausgesprochener Weise nach Nordwesten, in ihm lebt mutmaßlich der durch die dritte Vergletscherung ausgeschürfte fort. In seiner Umgebung war sie in den Tiefenlinien größer als auf den Rücken dazwischen. Die in das Becken einstrahlenden Täler wurden erweitert, verbreitert und vertieft. Dazwischen blieben auf den Höhen die Moränen und Schotter der beiden ersten Vergletscherungen stehen. Vertieft wurde das Land zwischen Obersee und Thur und allen ausgeräumten Gebiete im Westen.

In diesem Rahmen breitete sich die letzte (Würm-) Vergletscherung aus. Im Norden reichte sie nicht gerade viel weiter als die beiden ersten und blieb erheblich hinter der dritten (Riß-) zurück. Von diesem Endmoränenfranz sandte sie während ihres Hochstandes ansehnliche Schmelzwasserstränge zur Donau. Aber schon bei Beginn ihres Rückzuges fiel alles Wasser dem Rheine zu. Im Westen reichte die letzte Vergletscherung fast so weit wie die vorletzte. Sie trat allerdings nicht in die Klettgauer Pforte ein, sondern machte genau an deren Rande halt. Sie entsandte aber nicht mehr ihre Schmelzwasser vornehmlich durch das Klettgauer Tal zum großen Zusammenfließen von Waldshut, nur kleine Abflüsse liefen durch die Enge und das Wangental. Die große Menge der Schmelzwasser ging durch das ehemalige untere Glatt-Tal, das vom Glattgletscher nicht mehr erreicht wurde. Endlich wurde es Rheintal und ist es bis zur Gegenwart geblieben. Freilich, beim Rückzuge der Vergletscherung vermied der Rhein den weiten Trichter des Rafzerfeldes, in dem die Schmelzwasser des Gletschers in die Pforte getreten waren. In beinahe eigensinniger Weise biegt er in die südlich angrenzenden Höhen ein, die von den Schottern der ersten und zweiten Vergletscherung

bedeckt werden, und fließt zur Töss über; in deren Tal erreicht er bei Eglisau das hochaufgeschüttete Rafzer Feld. Keine Straße begleitet den Fluß auf diesem Umweg; es ist die einzige Strecke des ganzen außeralpinen Rheinlaufes, die der Landverkehr meidet.

Bis über Basel hinaus lassen sich die Aufschüttungen des Rheines der letzten Eiszeit verfolgen. Sie überragen ihn als Niederterrasse, 20—30 m tief ist er in sie eingeschnitten; damit hat er aber weder die Sohle seines Bettes der letzten Zwischeneiszeit noch die der vorletzten erreicht. Auf der ganzen Strecke ist das ganze Hochrheintal noch nicht so tief, wie es zur großen Zwischeneiszeit, zur Zeit der tiefen Rinnen gewesen ist. Im jüngeren Eiszeitalter hat sein Einschneiden keine darüber hinausgehenden Fortschritte gemacht, obwohl es noch stattfindet. Dabei hat der Fluß sein altes Bett mehrfach verfehlt und fließt heute daneben über den Felsen der alten Talgehänge. Diese bedingen Stromschnellen und Laufen — günstige Stellen zur Nutzung der Wasserkraft. Ebenso ist es bei Schaffhausen innerhalb des Jungmoränengürtels gewesen. Er fand seine tiefe Rinne nicht wieder und stürzt sich nahe neben derselben über einen Südsporn des Randen 25 m herab, nachdem er in Schaffhausen schon in Schnellen, den Lächen, über den Jurakalk hinweggeeilt ist. Denken wir uns diese Fälle hinweggenommen, so sinkt der Bodensee um mehr als 30 m, der Beckenrand liegt noch tiefer, wir nehmen ihn in 325 m Höhe an. Um etwa 70 m ist der heutige Bodensee durch die Verschüttungen der Riß- und Würm-Vergletscherung gestaut. Werden sie entfernt, so wird der ganze Untersee trocken gelegt, es bleibt ein verschmälelter Obersee mit einer Tiefe von 182 m übrig, der sich in den Überlinger See hineinspitzt.

Die große Veränderung, die sich nach der letzten Vergletscherung vollzog, ist die, daß der Rhein nicht mehr, wie seit der ersten Eiszeit durch das Klettgauer Tal fließt. Es entbehrt seither den Fluß, der in seine mächtigen Aufschüttungen einschnitt. Dem Landverkehr bietet es einen bequemen Weg von Waldshut nach Schaffhausen und wird durch ihn belebt, als Tal ist es tot. Damit werden die mancherlei Veränderungen der Flußläufe in der Klettgauer Pforte abgeschlossen. Eingeleitet werden sie durch die Auffaltung des Kettenjura, später stehen sie unter dem Einflusse des Einsinkens der Oberrhein-Ebene, zum Abschluß werden sie gebracht durch die eiszeitlichen Vergletscherungen. Damit soll nicht gesagt werden,

daß während des Eiszeitalters Krustenbewegungen untätig gewesen wären. Sie haben weder in der Klettgauer Pforte noch im Seegebiete gefehlt. In jener verdoppelt sich unterhalb Eglisau bis gegen Kaiserstuhl hin das Oberflächengefälle des Schotterfeldes der Mindel-Eiszeit in einem 2 km breiten Streifen, dessen Sohlengefälle wird noch größer; steil gestellt sind hier seine Schichten. Ein junger Bruch hat das heutige rechte Rheinufer 10—20 m gegenüber dem linken gesenkt. Er kann dazu beigetragen haben, daß der Rhein aus dem Klettgauer Tal abgelenkt worden ist. Jugendliche Krustenbewegungen haben ferner die Rücken angelegt, die sich nördlich vom Überlinger See im Westen von Überlingen erstrecken. Nicht seltene Erdbeben am Bodensee sind der letzte Ausklang von Bewegungen, die den Westen seiner Nordseite betroffen haben. Möglicherweise bewirken sie, daß hier am Höchsten und am Gehrenberge die vor-eiszeitliche Abtragungsfläche heute höher liegt, als südlich vom Bodensee. Über die Aufbiegung der Molasseschichten auf der Bodanhalbinsel ist älter. Diese nachgewiesenen und mutmaßlichen Schichtstörungen stehen jedoch nicht mit der Entstehung des Bodensees in Zusammenhang, so wie er sich darstellen würde, wenn wir die Aufdämmung seines Spiegels durch jüngere Ablagerungen uns hinwegdenken würden. Er ist ein Einschnitt quer durch die Molasseschichten des Alpenvorlandes, der nur hereinreicht in das Gebiet von Schichtstörungen, die vom Hegau aus in sein Gebiet hineinstoßen, sich aber hier verlieren. Es ist ein Werk des Eiszeitalters, während dessen der Rheingletscher sich viermal Zungenbecken aussuchte, die hineingezogen wurden in das Bereich der von der Oberrhein-Ebene ausgehenden rückwärtigen Erosion. Ihr danken wir das große Bodenseebecken, die Bodenseewanne ist das Werk des Schurfes der beiden letzten Vergletscherungen. Der heutige Rhein ist zusammengefügt aus zwei Teilen, dem Alpenrhein des Hochgebirges und dem Hochrhein am Schwarzwaldsaume. Erst während des Eiszeitalters wurden beide Teile verbunden, indem der Bodenseeabfluß in das Bereich der Klettgauer Pforte gelangte.

Große Geröllmassen wurden aus den Alpen während der Molassezeit in die große subalpine Geosynklinale geschüttet. Sie liegen nicht vor den heutigen Alpentälern, sondern zwischen denselben, zwischen dem Austritte von Aare und Reuß, zwischen dem von Linth und Rhein, zwischen diesem und der Iller. Man kann sie nicht mit den

heutigen Tälern in Beziehung bringen und nur sagen, daß letztere jünger sind als sie. Das gilt auch vom Alpenrhein. Auf dem Eselsberge bei Ulm finden sich in einer gänzlich verwitterten Schotterablagerung Gerölle von Radiolarien-Hornstein, wie er in den Ostalpen häufig vorkommt. Sie zeigen an, daß in pliozänen Zeiten der Alpenrhein quer durch das Alpenvorland auf Ulm zu geflossen ist. Von einer Ur-Aare der Molassezeit zeugen sie nicht, sondern von einem Ur-Rheine des Pliozäns, der bei Ulm die Donau aufgenommen hat. So ist es geblieben während der Zeit der Einebnung des Alpenvorlandes vor dem Eiszeitalter. Eine Änderung trat erst ein, als die Wasser des Bodensees zum Hochrhein überflossen. Nicht als Räuber ist der Rhein durch die Klettgauer Pforte in das Donaugebiet eingedrungen, sondern er hat die Fortsetzung seines Alpenlaufes an seinen ehemaligen Nebenfluß abgegeben; nur so weit, als sich die drei kleinen Vergletscherungen erstreckten, ist ihm das Alpenvorland geblieben und speist den Vorlandrhein. Der Hochrhein, zu dem er abgelenkt wurde, gehört zur Aare und diese ist beim großen Zusammenfließen der stärkere Fluß. Man sollte daher eigentlich sagen, der Rhein mündet in die Aare, aber die Namengebung des Volkes will es anders.
