Zeitschrift: Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft

Herausgeber: Aargauische Naturforschende Gesellschaft

Band: 11 (1909)

Artikel: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Aarau 1:25000

Autor: Mühlberg, F.

Kapitel: C: Geologische Geschichte, Bodengestaltung und Gebirgsbau

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-171567

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

Muschelkalk.

Oberer Muschelkalkdolomit. Orangerot mit blauen Punkten.

Rauchgrauer, sandiger, erdiger oder zuckeriger mehr oder weniger dickbankiger Dolomit; einzelne Bänke voll von kleinen Bitterspat-Drusen. Einzelne dünne Lagen von dunkelm, durchscheinendem Feuerstein. In den untersten Bänken rundliche oder längliche, wulstige, scharfbegrenzte Knollen von dichtem, hellgrauem, undurchsichtigem Feuerstein. Mächtigkeit ca. 20 m.

Hauptmuschelkalk. Orangerot.

Meist rauchgrauer, innen oft blaugrauer, dichter, körniger oder spätiger Kalk. Einzelne Bänke voll *Terebratula vulgaris Schloth.*, die fest mit dem Gestein verwachsen ist. Andere Bänke sind förmliche Brekzien von Stielgliedern (Trochiten) des *Encrinus liliformis Lam.* (Encrinitenkalk), die übrigens fast in allen Lagen wenigstens vereinzelt vorkommen. Selten findet man in den oberen Lagen *Ceratites nodosus de Haan.* Auf den Schichtflächen oft gerade oder gekrümmte, braungelbe Wülste (Tierspuren?); auch sonst ist das Gestein oft braungelb und tonig. Mächtigkeit 27 m.

Unterer Dolomit. Orangerot mit blauen Punkten.

Weißer, dünnplattiger, weicher Dolomit mit dünnen Lagen von dunkelm, durchscheinendem Feuerstein. Dazwischen eine ca. 10—20 cm. dicke Bank von hartem, zähem, bräunlichen, körnigem Zellendolomit. Mächtigkeit ca. 6 m.

Salzton. Orangerot mit braunen Punkten.

Blaulichgrauer und brauner Mergel. Mächtigkeit bis 40 m.

Gips und Anhydrit. Orangerot mit roten Strichen.

Mergeliger bis dichter und körniger Gips, in den unteren Lagen mit Stöcken und Nestern von weißem oder blaugrauem Anhydrit, durch dessen Umwandlung der Gips entstanden zu sein scheint. Mächtigkeit bis 40 m.

C. Geologische Geschichte, Bodengestaltung und Gebirgsbau.

Die geschichteten *dichten Gesteine,* aus denen das Kartengebiet aufgebaut ist, sind aus stehendem Wasser, die *Oolithe* aus an der Küste durch die Brandung bewegtem Meerwasser, die geschichteten *groben Konglomerate* aus rasch

fließendem, die *Sandsteine* und *Mergel* aus langsam bewegtem Wasser, der *Löß* in Form von abgewehtem Verwitterungsstaub aus der Luft und die *Moränen* von Gletschern abgelagert worden; die *Trümmerhalden* und *Bergrutschmassen* sind von höheren Gebieten abgesunken.

Aus den in den Gesteinen eingeschlossenen Resten früherer Organismen muß man schließen, das Kartengebiet sei zur Zeit der Ablagerung des Muschelkalkes, des Zellendolomites und des Keupergipses von *Meer* bedeckt gewesen. Ein Teil des Keupers, wenigstens dessen Sandstein, ist die Ablagerung eines *Flußes* in der Niederung eines *Festlandes*. Die Insektenmergel sind ein Absatz aus *Brackwasser* während einer allmähligen Überflutung des Tafellandes durch das *Meer*, das von da an während der Perioden des Lias, Doggers und Malmes sich hier ausdehnte.

Die *Korallenkalke* im mittleren Teil des Dogger, *Spatkalke* resp. die *Echinodermenbrekzien* im Muschelkalk, Lias, den Murchisonæschichten, den Blagdenischichten im östlichen Teil des Kartengebietes, im oberen Hauptrogenstein und im Callovien, die *Oolithe* des Lias, des Doggers und des Malmes, die im unteren Lias und unteren Dogger vorkommenden *von Bohrmuscheln angebohrten Gerölle*, die *von Bohrmuscheln* dicht gedrängt *angebohrten, ausgedehnten Schichtflächen* des oberen Hauptrogensteins, die *übergreifende Lagerung* von Variansschichten über schief erodierten Spatkalk an der Staffelegg, die *geringe Entwicklung* resp. das lokale *vollständige Fehlen* des *Callovien* und *Oxford* im östlichen Teile des Gebietes und andere Erscheinungen beweisen, daß das *Meer* während dieser Zeiten nicht tief, ja sogar sehr *seicht* gewesen ist. Die *oolithische Struktur* und die durch Eisengehalt bedingte dunkle, *rote, braune, graue bis schwarze Farbe* vieler Schichten deuten auf die Nähe eines Festlandes, die Mergel hingegen auf sanfte *Meeresströmungen*, durch welche Schlamm einem etwas tieferen Meere zugeführt worden ist. Die graue Farbe der meisten Gesteine im nicht verwitterten Zustand, ist durch einen Gehalt an organischen Stoffen, den Verwesungsprodukten der zum Teil mikroskopisch kleinen Tiere (Foraminiferen, Infusorien) der betreffenden Gewässer bedingt. Daher kommt Bitumen in einzelnen Schichten des Lias in solcher Menge

vor, daß sie beim Anschlagen bituminös riechen und sich im trockenen Zustande anzünden lassen. Auch dichte Kalke von heller Farbe z. B. Muschelkalk, zeigen aus gleichem Grunde beim Aneinanderreiben je einen bituminösen Geruch. Die im frischen Zustande blaugrauen, verwittert braun aussehenden Gesteine des Lias und des „braunen" Jura verdanken ihre graue Farbe einem Gehalt an *fein verteilten Schwefeleisen*, das durch Reduktion von Eisensalzen unter dem Einfluß der schwefelhaltigen verwesenden tierischen Stoffe (Albuminate) der betreffenden Meere gebildet wurde. In ähnlicher Weise ist die Entstehung der Zinkblende zu erklären, wovon jeweilen Krystalldrusen in Rogenstein vorkommen, die entstanden sind, indem das im Gestein zirkulierende Wasser Schwefelzink daraus laugte, das bei der Reduktion von Zinkverbindungen durch die Albuminate der verwesenden Tiere des Meeres, worin die Oolithe entstanden, erzeugt worden sein mag. Erst nachträglich wurde das Schwefeleisen durch Oxydation bei der Verwitterung zu Eisensulfat umgewandelt, das dann durch weitere Umsetzung mit kohlensaurem Kalk und Oxydation braunes Eisenoxydhydrat, resp. bei höherer Temperatur rotes Eisenoxyd bildete, wodurch die Gesteine schließlich braun oder rot gefärbt wurden. Die *Glaukonit-Körner* und *-Knollen* in einzelnen Schichten des oberen Malmes deuten auf ein relativ nahes Ufer; ebenso auch deren Versteinerungen z. B. die häufigen Austern. Die *Phosphatknollen* in einigen Schichten des Lias und des Doggers deuten auf warme Meeresströmungen in der Zeit ihrer Bildung.

Aus dem Umstande, daß im ganzen Kartengebiet die *Kreideformation* und das *ältere Eocaen* fehlen, und daß im Aargauer Tafeljura auch der obere Malm fehlt, daß ferner der eocaene Bohnerzton am Südabhang des Jura nicht immer nur auf oberstem Malm, sondern infolge von Erosion desselben häufig auf mittlerem Malm resp. auf Sequan bis zu den Geißbergschichten hinab gelagert ist, folgt, daß das ganze Gebiet nach der Ablagerung des oberen Malmes bis zu und während der Eocänzeit ein *flaches Festland* gewesen ist.

Aus der Gesteinsbeschaffenheit und den Resten der Organismen der untern Süßwassermolasse muß man schließen, diese sei in einer Niederung jenes Festlandes durch Flüsse

abgelagert worden, welche die Erosionsprodukte der im Süden allmählig sich entwickelnden Vorläufer der heutigen Alpen herbei schwemmten. Dieser Niederung hat nicht nur das heutige Molasseland sondern auch das Gebiet des heutigen östlichen, vielleicht des ganzen Kettenjura angehört. Die Zwischenlagerungen von Süßwasserkalk in der Molasse beweisen, daß in dieser Niederung zeitweise flache Seen oder Teiche bestanden. Die in Sandstein eingeschlossenen Pflanzenreste deuten auf eine schon hoch entwickelte, derjenigen der heutigen Mittelmeerländer ähnlichen Flora, von der sich Tiere ernährten, die ebenfalls den heutigen Tieren nahe verwandt aber doch zum Teil sogar generisch davon verschieden gewesen sind.

Die Ablagerung von unterer Süßwassermolasse in der oben angegebenen Mächtigkeit war nur möglich, wenn während derselben das Gebiet Niederung verblieb, also die Aufschüttung durch eine allgemeine allmälige Senkung des Bodens im ganzen ausgeglichen wurde. Die ungleiche Beschaffenheit und Farbe des Gesteins mögen durch vorübergehende Ungleichheiten der Höhenlage des Ablagerungsgebietes, der Strömung und auch der Entfernung des Einzugsgebietes der Flüsse erklärt werden.

Die Überlagerung der unteren Süßwassermolasse durch marine Sandsteine beweist, daß in der Miocaenzeit die Senkung des Gebietes beträchtlicher war als die Aufschüttung, sodaß das Meer die frühere Niederung überfluten konnte. Da marine Molasse am Südrand des Tafeljura bei Oltingen vorkommt, muß man annehmen, das Miocaenmeer habe sich entweder über das Gebiet des heutigen Kettenjura oder längs des Nordrands desselben bis zum Südrand des heutigen Tafeljura erstreckt. Die discordante Parallelstruktur, die namentlich in den oberen Lagen der Meeresmolasse häufig ist, beweist ebensosehr wie die darin enthaltenen Petrefakten und glaukonitischen Gemengteile, daß das Meer nicht tief und das Ufer nicht weit entfernt war.

Indem die Senkung mit der Ausfüllung des Meeresbecken nicht Schritt hielt, wurden diese wieder zu Festlands-Niederungen, eine Umwandlung, die wahrscheinlich nicht überall gleichzeitig eingetreten ist. Auf diesen Niederungen

fand später die Ablagerung der oberen Süßwassermolasse statt, während deren mutmaßlich das Niveau des Gebietes sich trotz fortgesetzter Ablagerung von Sandsteinen und Mergel dadurch auf gleicher Höhe erhielt, daß neuerdings entsprechende allmälige Senkungen stattfanden. Das Gesteinsmaterial wurde unausgesetzt von Flüssen, aus einem Einzugsgebiet herbeigeschwemmt, das in den aus dem Süden vorrückenden Deckschollen der Vorläufer der heutigen Alpen gelegen gewesen sein mag. Die Süßwasserkalke auch dieser Perioden sind in Teichen oder lokalen Seen gebildet worden.

Der Umstand, daß die Helicitenmergel und Juranagelfluh im Tafeljura aus ganz anderem Gesteinsmaterial als die gleichalterigen Ablagerungen der oberen Säßwassermolasse auf der Südseite des Juragebirges bestehen, beweist, daß zu jener Zeit bereits eine Wasserscheide in der Gegend des jetzigen Kettenjura die beiden Gebiete von einander getrennt hat. Aus dem Vorkommen von Geröllen verschiedener Gesteinsarten des Schwarzwaldes und des westlichen Jura in der Jura-Nagelfluh folgt, daß damals weder das Rheintal, noch dessen den Tafeljura durchquerende südlichen Seitentäler bereits bestanden haben. Vielmehr mag sich damals am Südrand des Tafeljura ein Tal von West nach Ost gezogen haben, in dem sich der Fluß bewegte, der die Gerölle der Jura Nagelfluh herbeigeschwemmt hat und in den sich Seitenbäche von Norden her, (also gerade in entgegengesetzter Richtung wie die heutigen Bäche des Tafeljura) ergossen haben.

Die Materialien aller bisher erwähnten Formationen sind ursprünglich in losem Zustande, als Schlamm, Sand, Gerölle etc. abgesetzt worden. Sie sind erst nachher, entweder bald oder später, doch vor dem Eintritt der alsbald zu schildernden Veränderungen durch Verkittung ihrer einzelnen Teile und zwar fast ausnahmslos vermittelst des Kalkes, seltener des Tones und der Kieselerde der Gewässer, aus denen sie abgelagert worden sind, *verfestigt* worden („Gewachsener Fels“ der Techniker).

Fassen wir das Gesagte zusammen, so war das Kartengebiet während der Ablagerung und Verfestigung der bisher geschilderten Formationen zeitweise Meeresgrund, zeitweise Niederung eines Festlandes. Heute aber ragt

die Bodenoberfläche im Juragebirge und im südlichen Aargau bis über 900 m, also weit über die mittlere Höhe des europäischen Kontinentes empor. Also muß inzwischen der ganze Untergrund gehoben oder der Meeresspiegel infolge Einsinkens des Meeresgrundes allgemein erniedrigt worden sein.

Zudem befinden sich die Gesteinsschichten im Kartengebiet nur ausnahmsweise in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage. In der Regel sind sie schief *aufgerichtet*, meist südwärts geneigt, sogar da und dort auch senkrecht gestellt, oder nordwärts übergekippt, oder liegen auch über anderen jüngeren Schichtenkomplexen.

Damit steht in Beziehung, daß die harten und spröden Gesteine meist in zwei sich kreuzenden und, zu den Schichtflächen senkrecht stehenden Richtungen *zerklüftet*, auf den Kluftflächen mit Rutschstreifen und Spiegelflächen versehen und zum Teil gegeneinander verschoben sind. Die Kreuzungsklüfte durchsetzen jeweilen ganze Schichtenkomplexe, sind meist eben oder wenig uneben und schneiden sich an steil aufgerichteten Schichten in der Regel unter Winkeln von 70 gegen 90 Grad so, daß die beiden Kluftsysteme zum Horizont resp. zur Richtung des Fallens der Schichten gleich geneigt sind.

Die *Rutschstreifen* auf den Kluftwänden sind entweder den Schichtfugen parallel, oder horizontal, oder etwas weniger geneigt als die Schichten. Manchmal sind die Gesteine noch in anderen Richtungen von ähnlichen Klüften durchsetzt; dann sind die Kluftwände in ebenso mannigfaltigen Richtungen mit Rutschstreifen versehen. Zu der Richtung der Rutschstreifen senkrecht stehende Klüfte erwecken den Eindruck, sie seien anläßlich der Enstehung der Rutschstreifen beim Verschieben der Gesteinsstöcke durch Zerreißen der Schichten entstanden.

Außerdem sind die Gesteine oft noch von zahllosen unregelmäßig verlaufenden, unebenen, zum Teil zackigen Kluftflächen durchzogen, auf denen entweder Calcit oder ein brauner Tonbesteg ausgeschieden ist. Jeder Brocken für sich besitzt eine eigene, mehr oder weniger tiefverfärbte Verwitterungsrinde. In größeren Tiefen sind die Gesteine meist kompakter und weniger oder gar nicht verwittert.

Diese Zerklüftung erleichtert die Wirkung der Ver-

witterung derart, daß die Gesteine zuweilen mehrere Meter tief gelockert und in kleinere Brocken zerfallen sind. Selbstverständlich werden dadurch die ursprünglich an und für sich dichten kompakten Gesteine für Wasser sehr durchlässig.

Aus alledem geht hervor, daß diese Formationen nach der Ablagerung der jüngsten, jetzt in schiefer Lage befindlichen Sedimentgesteine, also am Ende der Tertiaerzeit disloziert, resp. aufgestaut und dadurch der Verwitterung preisgegeben worden sind. Deren Gesteinsschichten bilden den Untergrund des ganzen Landes und die Hauptmasse der über die Talsohle aufragenden Berge. Wo ihre Schichten plötzlich in voller Mächtigkeit (in Schichtenköpfen) ausstreichen, ist ihre Fortsetzung während oder nach der Aufstauung durch Erosion zerstört und sind zwischen ihnen Täler ausgewaschen worden.

Im Gegensatz zu diesen älteren Formationen befinden sich die jüngeren diluvialen und alluvialen Gesteine in meist horizontaler Lage und besitzen noch die lose Beschaffenheit, in der sie gebildet worden sind. Sie sind in die aus den ältern Formationen ausgewaschenen Täler gelagert oder über deren sonstigen Erosionsformen die Rücken und Abhänge der Berge ausgebreitet. Also sind sie erst nach der Aufstauung der Berge und nach deren durch Erosion bewirkten Modellierung abgelagert worden und hat seither im Kartengebiet keine Dislokation mehr stattgefunden.

Demgemäß haben wir in der geologischen Geschichte des Kartengebietes nach der Ablagerung der älteren, mesozoischen und kaenozoischen Sedimente folgende Vorgänge zu entscheiden:

a) Die Entstehung der heutigen Höhendifferenz zwischen der Unterlage des Gebietes und dem Meere und die durch die Aufstauung des Juragebirges und des Molasselandes bedingte Gliederung der Bodengestaltung.

b) Die Modellierung des Landes durch die schon mit der Aufstauung beginnende Erosion und Verwitterung.

c) Die erst während und nach der Modellierung des Landes stattgehabte Ablagerung der losen diluvialen und alluvialen Gesteine und deren Erosion und Verwitterung.

a) Die Gliederung der Bodengestaltung im Kartengebiet.

Da es keinen Zweck hätte, die Gestaltung des Kartengebietes so zu schildern, wie sie sich darstellen würde, wenn die Erosion noch nicht gewirkt hätte, und da jedenfalls die Erosion gleichzeitig mit der Dislokation der Gebirgsglieder an deren Modellierung gewirkt hat, wird im Folgenden die Bodengestaltung so geschildert, wie sie infolge der vereinten Wirkung beider Kräfte sich heute darstellt.

Das Kartengebiet erscheint in drei Gebiete gegliedert. Das sind in der Reihenfolge von Nordwest nach Südost:

1. *Der Tafeljura:* Das Gebiet nördlich des Nordrandes des über jüngere, tiefer gelegene Schichtenkomplexe hinübergeschobenen Muschelkalkes, also der Klapfen und die nördlich davon gelegenen Hügel.

2. *Der Kettenjura:* Das südlich des Nordrands des hinübergeschobenen Muschelkalkes gelegene Gebiet, das hauptsächlich aus schiefgestellten triasischen und jurassischen Gesteinen und wenig eocänem Materialien aufgebaut ist, also das ganze Gebiet vom Tafeljura bis zur Aare, der nördliche Teil des Höhenzuges zwischen Aarau und Schönenwerd und der Engelberg.

3. *Das Molasseland:* Das Gebiet südlich des Kettenjura, dessen über die Talsohle emporragenden Berge aus Schichten oligocäner bis obermiocäner Molasse bestehen, die nur wenig aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht sind. Hiezu könnten auch die mit Molasse gefüllten Mulden gerechnet werden, die vom übrigen Molasseland aus zwischen die Antiklinalen des Kettenjura westwärts hineingreifen, also das Molassegebiet zwischen dem Engelberg und der Aare, das Molassegebiet auf dem Hungerberg, mit den Andeutungen einer westlichen Verlängerung auf der Höhe nördlich Nieder-Gösgen und einer östlichen Erstreckung längs des Südabhangs des Jura bei Biberstein, sowie die Mulde nördlich der Gislifluh. Hier sind die tertiären Schichten ebenso steil aufgerichtet wie die jurassischen.

1. Der Tafeljura.

Mit diesem Namen ist im allgemeinen das Gebiet nördlich des Kettenjura bis zum Rhein bezeichnet worden, das

sich durch eine im ganzen flache resp. schwach südwärts geneigte Oberfläche seiner Anhöhen und der es aufbauenden Gebirgsformationen auszeichnet. Die frühere Meinung, der Tafeljura besitze einen einfachen, regelmäßigen Bau, er sei eine einheitliche, bloß durch Erosion in verschiedene Abschnitte geteilte Gebirgstafel, ist freilich in neuerer Zeit durch den Nachweis zahlreicher Verwerfungen, die das Gebiet meist in der Richtung von Südwest nach Nordost durchziehen, gründlich widerlegt worden. Außerdem ist die Lagerung des südlichen Teiles des Tafeljura durch die Aufstauung von einer, anderwärts zweier Antiklinalen gestört, über deren Südschenkel der Nordrand des Kettenjura hinaufgeschoben ist. Der Südrand des Tafeljura ragt also in der Tiefe unter den Nordrand des Kettenjura und zwar, wie Bohrungen und Stollen im nächst westlichen Jura sicher bewiesen haben, in sehr erheblichem Betrage.

Im vorliegenden Kartengebiet steigt am Südrand des Tafeljura das Rogensteingewölbe des Klapfen unter dem westlich viel weiter nordwärts vorgeschobenen Muschelkalk hervortretend steil gegen Osten an. In kurzer Entfernung ist aber nur noch der Nordschenkel des Gewölbes vorhanden. Er ist im Norden des Gebietes an der Ruine Heidegg nordwärts übergekippt und läßt hier alle Stufen bis und mit dem Keuper zu Tage treten. Der nächst nördlich gelegene Teil des Tafeljura ist von mehreren Verwerfungen durchzogen, an deren gehobenem und hängendem Südflügel jurassische Gesteine (an der südlichen Verwerfung bis zum oberen Hauptrogenstein, an der nördlichen bis zu den Effingerschichten) zu Tage treten. Die normal flache Lage der Schichten des Tafeljura ist erst dem nördlichen Komplexe eigen. (N.B. Die blauen Strichlein westlich des Wortes Rumpel sollten durch blaue Punkte in hellgrünem Felde, Erraticum, ersetzt werden).

2. Der Kettenjura.

Mit diesem Namen werden die Antiklinalen des Juragebirges bezeichnet, die durch Quertälchen bei Lostorf, Rohr-Stüsslingen, nördlich Erlisbach, nördlich Küttigen und nördlich Kirchberg tief hinab in einzelne Stücke (die einzelnen „Kettenglieder“) zerschnitten erscheinen. Die

Antiklinalen streichen von Westen her im nordwestlichen Viertel des Kartengebietes von West-Südwest nach Ost-Nord-Ost, dann von West nach Ost. Die Nordschenkel der Antiklinalen sind stets steiler aufgerichtet (zum Teil senkrecht oder übergekippt) als die Südschenkel, die Scheitel sind meist aufgebrochen und die Südschenkel meist über die Nordschenkel nordwärts vorgeschoben. Demgemäß erscheint die Breite oder die scheinbare Mächtigkeit des Nordschenkels im Vergleich zu der des Südschenkels sehr (auf der Südseite der Rütfluh und der Ramsfluh und auf der Nordostseite der Gislifluh auf ein Minimum) reduziert. Eine Ausnahme von dieser Regel macht der Engelberg (ebenso dessen westliche Fortsetzung der Born und die südlichste Kette des westlichen Jura vom Westende des Born bis und mit dem Weißenstein), indem hier der Südschenkel weit steiler ist (bis zu senkrechter Stellung der Schichten) als dessen Nordschenkel.

Die Übereinstimmung der Gesteinsarten der gleichalterigen Gesteinsschichten in den verschiedenen Ketten beweist, daß diese Schichten zur Zeit ihrer Ablagerung zusammengehangen haben und erst während der Aufrichtung durch Erosion, die in dem höchstgelegenen und wahrscheinlich durch Zerklüftung sehr gelockerten Gewölbescheitel am kräftigsten wirkte, getrennt worden sind. Daher sind die jüngeren Komponenten der Gewölbescheitel meistens abgetragen und zwar in einem von den südlichen zu den nördlichen und von den östlichen zu den westlichen Antiklinalen zunehmenden Betrage. Wir betrachten sie nachfolgend in der Reihe von Süd nach Nord.

1. Im Scheitel der *südlichsten Antiklinale, der des Engelberges*, erstreckt sich die Abtragung bis auf die Geißbergschichten hinab, die Südwestseite desselben ist sogar bereits bis tief in die Effingerschichten hinab entblößt und diese Mergel treten auch in den durch Erosion ausgewaschenen nördlichen und südlichen Quertälchen (jedoch nicht im Löchli) zu Tage. Auf der Südseite des Gewölbescheitels zieht sich eine Verwerfung mit gesunkenem Südflügel von West nach Ost; der Bergrücken zeigt auffallende, vielleicht von Verwerfungen begleitete wellenförmige Biegungen der Schichten. Eine von ferne bemerkbare tiefe Rinne am

Nordabhang südlich Dulliken habe ich als Erosionsrinne eingezeichnet; möglicherweise ist sie auch von einer Verwerfung begleitet, resp. die Erosion durch eine solche begünstigt worden.

2. In der flachen *Antiklinale*, durch welche die Aare *von Schönenwerd bis Aarau* fließt, ist der Gewölbescheitel bis in die, in der Talsohle durch Niederterrassenkies verdeckten unteren Effingerschichten hinab in so großer Breite und Tiefe erodiert, daß das Vorhandensein der Antiklinale nur aus der südlichen Neigung der Malmschichten des Höhenzuges zwischen Aarau und Schönenwerd und im Roggenhausentälchen einerseits und der nördlichen Neigung derselben Schichten am Südfuß des Hungerberges, z. B. in dem früher Fleiner'schen Kalksteinbruch nordwestlich des Aarauer Schlittschuhweihers erschlossen werden kann.

3. In der *Gugenkette*, deren Scheitel sich von der Südseite der Wisenfluh im Westen her über Lostorf nördlich der Rebenfluh und des Gugen durchzieht und östlich des Gugens untertaucht, erstreckt sich die Abtragung erst westlich des Kartengebietes bis auf den Muschelkalk hinab, nördlich der Rebenfluh nur bis auf den Keuper und nördlich des Gugen noch bis auf den Lias, auf dessen Ostabhang jedoch nur bis in die Effingerschichten hinab.

4. Vielleicht ist die *Flexur am Südabhang des Bibersteiner Homberges* von der Staffeleggstraße bis nördlich Auenstein als eine wiederauftauchende Fortsetzung der eben besprochenen Antiklinale zu betrachten; vielleicht ist sie aber die Folge einer Rutschung des früher steiler aufgerichteten Hauptrogensteins des Südabhangs auf den schmierigen Opalinustonen. Sei dem wie ihm wolle, so stimmt mit dem allgemeinen Verhalten, daß der im Südabhang des Berges gelegene Scheitel der Flexur nur bis auf die korallinen Schichten der Blagdeni-Schichten, ostwärts abnehmend bis auf die Varians- und die Birmensdorfer- und endlich im Osten nur bis auf die Effingerschichten erodiert ist.

5. In der nächst nördlichen, der *Leutschenberg-Kette* hat die Erosion im äußersten Westen nördlich der Meierweid im Kern der Antiklinale den Salzton blosgelegt. Der Gewölbebau des Muschelkalkes ist hier klar erkennbar; doch

finden sich im Südschenkel zwei deutliche, wohl durch die Aufstauung bedingte Verwerfungen mit gesunkenem Nordflügel. An einer Selle, westlich Dürrhalde ist infolge eines Bergrutsches der Salzton im Innern des Südschenkels entblößt worden.

Von Rohr an gabelt sich die Kette ostwärts.

a) Ein kurzer Gabelast, der sich zwischen dem Stellirain und der Mulde der Rütfluh mit einer Verwerfung durchzieht, in der der Nordflügel gesunken erscheint, verbindet sie mit dem Ostende der Gugenkette.

b) Der Hauptstamm setzt südlich der Geißfluh, Gelben Fluh, Ramsfluh und Hard durch und vereinigt sich östlich der Wasserfluh, im Wolf mit der nächsten nördlichen Kette. Die Antiklinale ist bis wenig südöstlich des *Hard* bis auf den Muschelkalk hinab erodiert. Bei *Balmis* ist noch ein Gewölbescheitel im Muschelkalk erkennbar. Nördlich *Barmelhof* treten unter abgerutschtem Dogger Fetzen von Muschelkalk zu Tage, die als Spuren eines Nordschenkels gedeutet werden können. Im übrigen zeigt auf dieser Strecke der Muschelkalk des Gewölbes einen einseitigen Bau, indem nur der Südschenkel mächtig entwickelt ist.

In *Hüllern* am Südabhang der *Gelben Fluh* zeigt der Muschelkalk eine zweifache Fältelung, die möglicherweise nicht ursprünglich durch die Aufstauung, sondern erst nachträglich durch ein Südwärtsrutschen des nördlich von Hüllern gelegenen Dogger-Komplexes bedingt ist. Der größte Teil des Muschelkalkes südlich der *Ramsfluh* gehört nur dem Südschenkel der Antiklinale an; sein östliches Ende südlich *Hard* zeigt jedoch wiederum deutlich im oberen Dolomit einen Gewölbescheitel, der ostwärts unter jüngere Schichten einschießt.

6. Das breite *Muschelkalkgebiet* im Norden der Westhälfte des Kartengebietes, das sich von der Winterhalde zwischen Schafmatt und Klapfen über Stellikopf und Marbachweid, Kienberg, Rumismatt, Sommerhalde und den Benken gegen die Schafmatt zieht, mit seinen zahlreichen, schuppenähnlichen, meist isoklinal südfallenden Schollen und undeutlichen Gewölben und Mulden wurde früher gewöhnlich als der östliche Ausläufer der Mont Terrible-

oder der Mont Terri-Kette bezeichnet. Es war mutmaßlich früher die Unterlage mehrerer Mulden und Gewölbe, die seither abgetragen worden sind, wodurch infolge fehlender Belastung bei zunehmender Aufstauung eine großenteils unregelmäßige und ungleichmäßige und wechselnde Zerstückelung und Überschiebung und zum Teil Biegung der einzelnen Muschelkalkschollen ermöglicht wurde.

Östlich des *Benkens* bildet der südlichste Teil des Muschelkalkes ein deutliches Gewölbe, das gegen den Wolf steil einschießt und sich unter dem dortigen Keuper in Lias verliert.

Der nördlichere Teil des Muschelkalkes dagegen teilt sich in mehrere Tafeln; die südlichste derselben streicht über die *Bärnhalde* in der Richtung gegen die Stafelegg, sinkt aber schon westlich derselben unter Keuper ein und taucht wenigstens als Zelldolomit und oberer Dolomit wenig westlich der Paßhöhe der Staffeleggstraße wieder auf. Er wurde hier früher in einer kleinen Grube zu Straßenschotter ausgebeutet.

Hier vereinigt sie sich mit den beiden Antiklinalen des Benkens und Leutschenberges zu der sog. *Gislifluhkette*, d. h. dem typisch entwickelten schiefen und aufgebrochenen Gewölbe, in dessen Südschenkel die Gislifluh der hervorragendste Gipfel ist. Typisch sind darin nicht nur die steile (fast senkrechte) Stellung und die Reduktion des Nordschenkels, sondern auch die Lage des Scheitels, nicht auf einem Bergrücken sondern am Nordabhang des Höhenzuges, ferner die wenigstens in einem großen Teil der Längsrichtung bestehende Überschiebung des Südschenkels über den zum Teil in der Tiefe verborgenen Nordschenkel, das von früheren Autoren übersehene Auftreten eines blos dem Südschenkel angehörenden Muschelkalkkomplexes im Kern der Antiklinale nördlich *Rischeln*, sowie die Quetschung der Gesteine des Nordschenkels, einige kleine Verwerfungen Blattverschiebungen und wellige Biegungen im Südschenkel, endlich auch die ausgedehnten Trümmerhalden am Nordabhang des Bergrückens.

Der Vollständigkeit wegen mag beigefügt werden, daß nördlich des Kartengebietes der Muschelkalk im Räbli östlich Kienberg, Ockert und Densbürerstrichen südlich

und östlich Oberhof, Rüdlenberg östlich Asp noch weit nordwärts über den Tafeljura geschoben ist; daß vom Rüdlenberg aus südostwärts die Kalmbergkette abzweigt, sich östlich der Aare mit der Gislifluhkette wieder verbindet und mit ihr die *Kestenbergkette* bildet, während nordostwärts die *Dreierbergkette* über Bözenegg streicht und nach einer Unterbrechung durch das Aaretal in der *Habsburgkette* fortsetzt, mit der die östliche *Lägernkette* in nächster Verbindung steht. In den Mulden zwischen und nördlich diesen Muschelkalk-Antiklinalen sind ostwärts zunehmend mächtige jüngere Formationen erhalten geblieben.

(Eine Übersicht über die Gesamtheit der Ketten des östlichen Jura bietet meine „Geotektonische Skizze der nordwestlichen Schweiz im Livret-guide géologique suisse, Pl. VI, 1894“).

Über den *Nordrand des Kettenjura* ist folgendes zu sagen. Im Norden all dieser Antiklinalen und Schollen liegt der Südrand des Tafeljura typisch je einige hundert Meter tiefer als die meist mit steilen, nordwärts gerichteten Flühen abstürzenden Kämme des Kettenjura. Das gegenseitige Verhalten der beiden tektonischen Hauptgebilde und namentlich die Gestaltung des Muschelkalkes am Nordrand des Kettenjura habe ich in zwei beigedruckten Profilen verdeutlicht. Das Profil I ist von Schafmatt über Sodägerten, Winterhalde, das Westende des Klapfen, Röthe und Spielhof, östlich Oltingen gelegt.

Das Profil Nr. II geht etwa 1600 m östlich des ersten, vom Grat der Geißfluh über den Stellikopf und Fohrenberg westlich Kienberg. Die Vergleichung lehrt, daß auf kurze Distanz sowohl die Gestaltung des Muschelkalkes im Nordrand des Kettenjura (im Profil I vorwiegend Schuppenstruktur, im Profil II vorwiegend wellige Biegungen), als die des Südrandes des Tafeljura sehr verschieden sein kann. Für beide ist typisch, daß der Nordrand des Kettenjura über den Südrand des Tafeljura nordwärts hinüber geschoben ist. Im Profil I erscheint der Südrand des Tafeljura zu einem Gewölbe mit davorliegenden Verwerfungen aufgestaut und liegt der Kettenjura auf dem Südschenkel des Gewölbes des Tafeljura. Zwischen dem unteren Muschelkalkdolomit und eventuell Salzton des Kettenjura und dem

darunter auf Variansschichten liegenden marinen Tertiär des Tafeljura konnte man früher in einer kleinen Lehmgrube südlich der Straße südlich des Klapfen (die sich nicht, wie die Karte fälschlich angibt, nördlich, sondern südlich des dortigen Baches hinzieht) in der Höhe von zirka 650 m ü. M. aufgeschürfte Teile von Blagdenischichten, Opalinuston und Lias in einer Gesamtmächtigkeit von höchstens 3 Meter in umgekehrter Lagerung erkennen, die offenbar beim Hinüberschieben des Muschelkalkes über den in der Tiefe südwärts fortsetzenden Tafeljura herangeschürft worden sind.

Wenig westlich des östlichen Profiles II ist dagegen der Südrand des Tafeljura aufgestülpt und nordwärts übergekippt, sodaß unterer Muschelkalkdolomit direkt auf Opalinuston ruht, dessen blauschwarze Farbe vor mehr als hundert Jahren zu vergeblichen, langwierigen Schürfungen auf Steinkohlen Veranlassung gegeben hat.

Es muß noch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß der Muschelkalk am Nordrand des Kartengebietes nirgends in umgekehrter, also übergekippter Lage auf dem Tafeljura liegt; stets befindet sich normalerweise der obere Dolomit auf, und der untere Dolomit unter dem Hauptmuschelkalk. Damit soll natürlich keineswegs gesagt sein, die Beziehung des Ketten- zum Tafeljura sei am ganzen Nordrand des Kettenjura dieselbe. Vielmehr zeigt sie im Westen und Osten eine große Manigfaltigkeit, wie sich aus den nächstens erscheinenden geologischen Karten der Blätter 32—35 und 146—149 ergeben wird.

Die Manigfaltigkeit der Beziehungen zwischen dem Nordrand des Kettenjura und dem Südrand des Tafeljura ist ohne Zweifel eine Folge der Ungleichheit der Gestaltung der Oberfläche des Tafeljura und der Stirn des Kettenjura vor und während der Zeit des Hinüberschiebens des Kettenjura, die schon aus der vorliegenden Karte zu erschließen ist. Über diese Ungleichheit lassen sich zwar im allgemeinen Vermutungen aufstellen, aber ohne Bohrversuche nicht im einzelnen Falle zuverlässige Angaben machen. Daher habe ich die mögliche Lage der Oberfläche des Tafeljura unter dem Nordrand des Kettenjura in den beiden Profilen nur durch eine gestrichelte Line angedeutet.

NB. Zusammenhängende Profile durch den ganzen Kettenjura habe ich u. a. im Livret guide géologique 1894 Pl. V und im Heft IX der Mitteilungen der Aarg. Naturf. Ges., veröffentlicht.

Die Mächtigkeit des Salztones, Gipses und Anhydrits in einigen Gebieten des Grenzgebietes zwischen dem Tafeljura und dem Kettenjura, ist lokal anormal groß. Sie ist aber nicht ursprünglich, sondern eine Folge der Aufstauung und des Zusammenschubes, wobei diese Gesteine vielfach gefältelt wurden. Bei Kienberg ist durch eine von Gressly in der Mitte des vorigen Jahrhunderts versuchte Bohrung auf Steinsalz an der Stelle, auf die ein blauer Pfeil hinweist, erwiesen worden, daß der Salzton noch 114 m unter die Talsohle hinabreicht, daß also die scheinbare Mächtigkeit des Salztones hier ca. 264 m beträgt.

Über die Antiklinalen des Kettenjura sind noch folgende zusammenfassende Sätze auszusprechen: Sie sind im Westen und Norden höher aufgestaut als im Osten und Süden. Sie sinken im allgemeinen gegen Osten und zwar je an ihrem Ende sehr rasch (z. B. die Gugenkette bei Erlisbach, die Gislifluhkette gegen Wildegg, die Kalmeggkette gegen Schinznach). Dasselbe Verhalten zeigen auch die Kestenbergkette, die Habsburg- und Lägernkette im Gebiet meiner früher veröffentlichten Karten. Der Umstand, daß die höchsten Berge im Norden des Gebietes liegen und mit Ausnahme der Geißfluh und Wasserfluh aus den stratigraphisch tiefst gelegenen Formationen des Kartengebietes aufgebaut sind, erklärt sich nicht nur aus dem Betrag der Höhe der Faltung, sondern daraus, daß diese Formationen auf einem anderen, zum Teil ebenfalls aufgestauten Komplex, dem Südrand des Tafeljura liegen. Wären alle Schichten, die ursprünglich auf jenen Muschelkalk-Gewölben und Schollen lagen, nicht durch Erosion abgetragen, sondern lägen sie noch (was wahrscheinlich am Schluß der Aufstauung nicht mehr der Fall war), auf den von Muschelkalk gekrönten Bergen, so würden diese Berge mindestens 500 m höher sein als jetzt. Die Gestaltung der durch Erosion bloßgelegten Muschelkalkschichten, sofern sie nicht erst nach der Erosion der höheren Schichten zustande gekommen ist, kann uns im allgemeinen eine Vorstellung davon geben,

wie dieselben Schichten, resp. wie ältere Schichten in der Tiefe der von jüngeren Gesteinen gebildeten Antiklinalen gestaltet sein mögen.

Entsprechend den Antiklinalen verhalten sich auch die *Mulden des Kettenjura.* Demgemäß sind in den südlichsten und östlichsten Mulden (z. B. zwischen dem Engelberg und dem Kettenjura, zwischen der Gislifluh- und Kalmeggkette) die Muldenkerne am vollkommensten, bis und mit einem großen Teil der unteren Süßwassermolasse erhalten. Die Kerne der Mulden des mittleren Kettenjura sind bis auf den unteren Malm, zum Teil bis auf den Hauptrogenstein hinab erodiert (z. B. Bann, Stellikopf, Gugen, die durch Erosionstäler mehrfach zerstückelte Mulde der Geißfluh-Wasserfluh-Ramsfluh). Der Kern der nördlicheren Mulde vom Neuen Wolf bis Staffelegg ist bis auf einen kleinen Rest von Opalinuston, Lias und Keuper hinab zerstört. Die nördliehsten Muldenkerne sind sogar bis auf den Muschelkalk hinab ausgewaschen.

Die unterirdische Auslaugung des Keupergipses ist durch Einsturztrichter (rote Kreischen) angedeutet von denen ganze Reihen den Verlauf der Gipsschichten verraten.

Auch die Sohlen der meisten Mulden sinken gegen Osten.* Da dieses Einsinken bei allen Mulden und Antiklinalen in der Richtung gegen die von Wildegg an nordwärts gerichtete Aare vorkommt, so ist dieser Teil des Aaretales merkwürdigerweise eine Quermulde durch mehrere Mulden und Antiklinalen des Kettenjura. (NB. Das Zeichen für Streichen und Fallen östlich der Eisenbahn bei der Fabrik in Holderbank auf der Karte gibt leider die Fallrichtung, die fast senkrecht westwärts gerichtet ist, verkehrt an; denn östlich der Bahn steigen die Schichten dort steil gegen Osten).

Die erwähnte Ungleichheit der Aufstauung und Erosion, die natürlich an den zuerst und höchst gehobenen Teilen des Kettenjura am längsten und intensivsten gewirkt hat, erklärt, daß der Gewölbescheitel der südlichsten Kette,

---

* Die Sohle der Wasserfluh-Mulde steigt jedoch gegen Osten, (ebenso die des Herzberges, direkt nördlich des Kartengebietes). Östlich der Wasserfluh sowie zwischen Herzberg und Krinnenfluh nördlich der Staffelegg sind also kurze, quere Antiklinalen anzunehmen. Die Erosion hat aber ihre Scheitel ganz zerstört und an deren Stelle tiefe Täler geschaffen.

des Engelberges auf dem Rücken des Berges, bei den mittleren Ketten in deren Nordabhang, oder geradezu in den Tälern zwischen den erhalten gebliebenen Muldenkernen, in den nördlichsten Antiklinalen aber, in denen die Mulden ausgewaschen sind, wieder auf dem Rücken der Berge liegen. Ferner, daß die südlichen und nördlichen tektonischen Mulden auch orographische Mulden, die erhalten gebliebenen Muldenkerne der mittleren Mulden, nicht orographische Mulden, sondern Berge sind. (Beispiele: Die oben aufgezählten Muldenkerne, davon namentlich die Rütfluh und die Geißfluh-Wasserfluh-Ramsfluh-Mulde).

Man kann sich hierüber auch so ausdrücken: Im Kettenjura sind die südlichsten Berge Gewölbe (Engelberg), im mittleren Teil Oberkanten der Südschenkel der jüngeren Sedimente der Gewölbe, (Beispiele: Rebenfluh, Gugen, Egg, Achenberg, Bibersteiner Homberg und Gislifluh) die etwas nördlicheren Berge sind erhalten gebliebene Muldenkerne, noch nördlichere Berge sind Gewölbe der ältesten Formationen (Muschelkalk der Dürrhalde am Ostende des Leutschenberges, Stellikopf, Ramishalde, Sommerhalde, Benken), ganz im Norden Oberkanten von Muschelkalkschollen (Beispiele: Sodägerten Schepfenflühli, Marbachweid, Bärnhalde). Die Längentäler sind im Süden und Osten tektonische Mulden, im mittleren Teil Comben am Fuß des Muschelkalkes im Südschenkel der Antiklinalen, und im Norden wieder tektonische Mulden zwischen Antiklinalen des Muschelkalkes, oder Comben zwischen isoklinal südfallenden Muschelkalkschollen.

Daß zwischen der Lage der Antiklinalen und der Lage der am tiefsten erodierten Gebiete eine innige Wechselbeziehung besteht, erklärt sich naturgemäß daraus, daß die Erosion da am stärksten wirkte, wo die Schichten am höchsten aufgestaut und dadurch auch wohl gelockert waren und daß umgekehrt die Aufstauung den größten Betrag am leichtesten da erreichen konnte wo die Belastung infolge vorheriger Erosion am geringsten war. So ist überhaupt der Kettenjura im ganzen Kartengebiet am höchsten aufgestaut, weil er von Anfang oder infolge von Erosion nicht durch jüngere Gesteine so belastet war, wie der Tafeljura und das Molasseland.

Außer den durch Überschiebung bedingten Lagerungs-Störungen verzeichnet die Karte im Kettenjura verhältnismäßig wenige *Verwerfungen*, die meisten nordöstlich Bad Lostorf. (Dort ist leider die Einzeichnung einer solchen zwischen dem Keupergips und dem Lias zwischen „Gipsgrube“ und „In der Schleife“ weggelassen worden). Ein Scheitelbruch mit gesunkenem Südflügel und Querstörungen sind am Engelberg angegeben; eine Blattverschiebung an der Rebenfluh westlich des Benkerjochs, an der Staffelegg und am Bibersteiner Homberg, eine kleine Störung im oberen Dogger an der Staffeleggstraße. Eine mit 40° merkwürdigerweise gegen Nordost fallende Überschiebungsfläche in im ganzen ca. 15° nordfallenden Geißbergschichten, an der Ostwand des alten Steinbruches der Cementfabrik nordwestlich der Aarauer Badanstalt konnte wegen der Kleinheit der Stelle nicht angegeben werden. Die wellige Gestaltung mancher Schichten und Abhänge deutet fernere größere und kleinere Störungen an, deren genaue Feststellung meist durch Bewachsung des Bodens mit Wald, Wiese und Ackerland und Überlagerung mit Humus und sonstigem Verwitterungsboden verunmöglicht wird.

Aus der Wölbung der Schichten, den Überschiebungen und Verwerfungen im Innern des Kettenjura und besonders an seinem Nordrand, und mit Berücksichtigung des Umstandes, daß die noch vorhandenen Muschelkalkschollen ebensogut als die Schichten der höheren Formationen nur Erosionsreste früher ausgedehnterer Komplexe sind, muß man schließen, die Schichten des Kettenjura seien durch die Aufstauung auf höchstens die Hälfte ihrer früheren Ausdehnung in der Richtung von Süd nach Nord *zusammengeschoben* worden. Das trifft auf den westlichen Teil des Kettenjura des Kartengebietes eine Verschmälerung der früheren Grundfläche der Formationen um mindestens 4 km. In entsprechendem, von Nord nach Süd zunehmendem Betrag ist also die gesamte Gesteinsmasse des Kettenjura von Süd nach Nord verschoben worden. Im östlichen Teil entfällt auf das Kartengebiet nur eine Antiklinale und bezieht sich also der eben ausgesprochene Satz nicht auf diese Antiklinale für sich allein.

Nirgends im Jura treten tiefere Schichten an die Oberfläche als der Anhydrit und Gips des Salztones. In den meisten Fällen werden diese Schichten die Schubfläche und das Schmiermittel der Verschiebung gewesen sein. Im Grenzgebiet zwischen dem Ketten- und Tafeljura mögen die aufgeschürften Mergel der Opalinustone, des Lias und des Keupers die Verschiebung mit erleichtert haben. In wenigen Fällen mag Keupergips (Antiklinale nördlich der Rebenfluh) oder Opalinuston (zwischen Stellirain und Rütfluh) die Rolle des Schmiermittels und der Schubfläche gespielt haben.

3. Das Molasseland.

Seine Lage wurde bereits oben angegeben. Es ist außer Zweifel, daß die Molasse ursprüglich auch über einen großen Teil des Kettenjura abgelagert und dort erst nachträglich durch Erosion abgetragen worden ist. Aus dem Vorkommen von Geröllen des Hauptrogensteins in der marinen Molasse am Südrand des Tafeljura muß man freilich schließen, daß zur Zeit der Entstehung dieser Molasse der nördlichste Teil des Kettenjura lokal bereits bis auf den Hauptrogenstein erodiert war.

Durch das Aaretal, Suhrtal, Winental und Seetal erscheint das Molasseland in einzelne von Nord nach Süd verlaufende Höhenzüge zerstückelt, deren aus älteren Schichten bestehende Unterlage natürlich auch unter diesen Tälern hindurch ein zusammenhängendes Ganzes bildet.

Soweit auf diesen Höhenzügen die Meeresmolasse erhalten geblieben ist, bilden deren harte Bänke eine die weicheren Sandsteine und Mergel der unteren Süßwassermolasse vor weiterer Erosion schützende Decke.

Die Schichten der Molasse sind überall schwach südwärts geneigt. Die Neigung nimmt mit der Annäherung an den Kettenjura allmählig zu und ist am Südabhang des Jura der Neigung der jurassischen Schichten fast gleich. Vor der Transgression der Molasse über die jurassischen Ablagerungen haben also nur allgemeine flache Hebungen und Senkungen, aber keine Aufrichtungen stattgefunden.

Übereinstimmend mit dem Steigen der Molasseschichten gegen Nordwest ist der Höhenzug westlich des Suhrtales

so stark erodiert, daß er keine Meeresmolasse und obere Süßwassermolasse mehr trägt. Eben deshalb schneidet die Grenze zwischen der unteren Süßwassermolasse und der Meeresmolasse die Sohle des Suhrtales erst wenig südlich des Kartengebietes, die Sohle des Winentales bei Liebegg und die Sohle des Seetales schon wenig südlich Schafisheim, und trägt nur der Höhenzug zwischen dem Winental und dem Seetal eine erhebliche Decke von oberer Süßwassermolasse.

Die Lage seiner Schichten gemäß kann das Molasseland als die südliche Fortsetzung des aargauischen und schwäbischen Tafeljura bezeichnet werden, deren Beziehung zum Tafeljura durch die Aufstauung des Kettenjura nur unterbrochen, im übrigen jedoch nicht verändert scheint.

b) Die Erosionen im Kartengebiet und die Entstehung der Täler.

Alsobald nach der Hebung der älteren Sedimente über das Niveau der Gewässer, aus denen sie abgelagert worden waren, hat offenbar, dem entstandenen Gefälle entsprechend, deren Erosion begonnen. Eine teilweise Erosion war vielleicht da und dort im kleinen schon in kurzen Perioden während der Ablagerung der älteren Sedimente möglich. Eine allgemeine Erosionsperiode begann aber erst nach der Ablagerung des Malmes. Sie wurde dann durch die Periode der Ablagerung der Molasse unterbrochen. Die Erosion hat aber sofort nach der Ablagerung der oberen Süßwassermolasse und während der Aufstauung des Kettenjura und der Hebung des mittelschweizerischen Hochlandes wieder eingesetzt. Die Erosion ist auch seither jeweilen dann wieder unterbrochen worden, wenn die aus den Alpen mit Kies beladenen Flüsse mehr Materialien in die tiefere Schweiz hinausförderten, als sie bei dem hier verminderten Gefälle weiter zu tragen vermochten, oder wenn die Gletscher selbst außerhalb ihres Verbreitungsgebietes durch ihre Abwasser die von ihnen herbeigetragenen Verwitterungsprodukte der Alpen verstrandeten, oder an ihrem Umfang Endmoränen, oder auf ihrer Unterlage Grundmoränen ablagerten. An manchen Stellen mögen aber die Gletscher auch erodierend gewirkt, Täler verbreitet und vertieft und Bergrücken und Abhänge abgeschürft haben.

Dieser schürfenden Wirkung der Gletscher mag vielleicht wenigstens zum Teil an den ihnen entgegenstehenden Bergkämmen, namentlich den südlichsten Ketten, die Erscheinung zuzuschreiben sein, daß die Gesteinsschichten am Südabhang bis zu dessen Oberkante in der Regel schräg abrasiert wird, daß also die Böschung des oberen Teiles dieser Abhänge in der Regel erheblich weniger steil ist, als die Neigung der Schichten. Freilich kann eine derartige Erscheinung auch durch Erosion infolge bloßer Verwitterung erklärt werden. Erosion allein unter dem bloßen Einfluß der atmosphärischen Niederschläge würde jedoch wahrscheinlich nicht eine so gleichförmige Abrasion, sondern eher rinnen- und schluchtenartige Formen herausgebildet haben.

Das Zurückweichen der Gletscher in die Alpen, zumal in der Zeit, da die Randseen der Alpen bereits gebildet waren, rief jeweilen einer erneuten kräftigen Erosionstätigkeit der Flüsse, da die Randseen das aus den Alpen herbeigetragene Geschiebe zurückhielten und die Flüsse die Seen frei von Geschiebe also fähig verließen, in den talabwärts gelegenen Gebieten neuerdings Geschiebematerial aufzunehmen, es auf dem Transport zu verkleinern und schließlich zu Sand und Schlamm zerrieben dem Meere zuzuführen.

Die Erosion des Aaretales ist naturgemäß der Erosion der Seitentäler vorangegangen. Aus dem Umstande, daß bei Fundationen von Brücken und bei Bohrungen bei Bußwil (südöstlich Biel), Solothurn, Luterbach, bei Olten und Stilli, bei Erstellung von Pumpstationen an der Limmat bei Baden und bei Rheinfelden anstehender Fels unter Kies erst in Tiefen von 11—20 m (resp. bei Tiefen von 13—17 m noch nicht) angetroffen worden ist, folgt, daß das Aaretal und seine Seitentäler früher einmal auf größerer Tiefe als heute erodiert und seither wieder mit Kies erfüllt worden sind.

Die große Breite der Talsohle oberhalb Schönenwerd und unterhalb Aarau erklärt sich dadurch, daß hier die Aare weiche Molasse zu erodieren hatte, während die große Breite des Aaretales zwischen Schönenwerd und Aarau durch das Vorhandensein weicher Mergel der Effingerschichten bedingt ist. Dagegen ist die Schmalheit der Talsohle bei Schönenwerd, Aarau und Wildegg dadurch be-

dingt, daß hier harte, widerstandsfähige Malmschichten das Tal durchsetzen.

Entsprechend der Austiefung und Verbreiterung des Aaretales wurden nord- und südwärts dessen Seitentäler erodiert.

Wegen der Weichheit der Gesteine der Molasse sind die Täler des Molasselandes auf größere Strecken breiter ausgewaschen, als die Täler im Jura, die teilweise sehr harte Bänke durchqueren, hinter denen allerdings weichere Schichten des Keupers, der Opalinustone und der Effingerschichten der Erosion weniger Widerstand entgegensetzten.

Die Hügel, welche zwischen den der Aare mit möglichst starkem Gefälle auf möglichst kurzem Wege, also quer zu deren Hauptrichtung zufließenden Bächen stehenblieben, wurden alsobald von Bächlein zersägt, resp. von Tälern durchzogen, die ihrerseits quer zur Richtung des Hauptbaches verlaufen. So sieht man denn die Höhenzüge zwischen der Suhre und Wina und zwischen der Wina und dem Aabach von kleinen Bächen zerstückelt, die selber wieder quer zu ihrer eigenen Richtung laufende kleinere Bächlein aufnehmen, durch deren Seitentälchen die Teilstücke der Hauptbergzüge neuerdings zersägt werden.

Durch all diese Erosionen ist sowohl aus dem Jura, wie aus dem Molasseland eine ganz bedeutende Menge Gesteinsmaterial fortgeführt worden. Ich glaube, dessen Volumen auf mindestens das doppelte des Volumens der jetzt noch über die Talsohlen aufragenden Gesteinsmassen schätzen zu müssen. Mit anderen Worten, die jetzt noch über die heutigen Talsohlen aufragenden Berge sind nur ein Drittel der Gesteinsmasse, die ursprünglich in diesem Gebiet vorhanden gewesen ist. Die jetzigen Berge sind also nicht etwa gewachsen, sondern sie sind kleine Überbleibsel größerer Massen und die Täler sind die Gestalten, die im Laufe der Zeiten entstanden sind.

Obschon das ganze Gebiet infolge der verschiedenen Dislokationen jetzt höher über dem Meeresspiegel liegt als zur Zeit der Ablagerung der oberen Süßwassermolasse, also vor Beginn der Erosion, muß man in Anbetracht aller Umstände annehmen, von den ursprünglich hier vorhanden gewesenen Gebirgsmassen sei ein durchschnittlich ca. 500 m mächtiger Betrag durch Erosion weggeschafft

worden. Nimmt man den Denudationsmeter, d. h. die Zeit, während der die Oberfläche des Landes durchschnittlich um einen Meter abgetragen wird, zu 4000 Jahren an, so sind seit dem Beginn der Erosion, resp. seit der Dislokation, welche den Niveauunterschied zwischen der früheren und der jetzigen Lage der Gebirgsmassen bedingte, zwei Millionen Jahre verflossen. Hiezu müssen jedoch noch zwischenliegende Zeiten gerechnet werden, in denen Aufschüttungen stattfanden, die durch erneute Erosion abgetragen wurden. S. u.

c) Die während und nach der Haupt-Erosion stattgehabten Ablagerungen.

Die obersten noch erhaltenen Schichten der oberen Süßwassermolasse liegen südlich des Kartengebietes am Stierenberg mehr als 800 m, am Lindenberg gegen 900 m ü. M., in anderen Teilen der schweizerischen Hochebene noch bedeutend höher. Zieht man in Betracht, daß diese Schichten und die nördlich davon gelegenen Schichten der Meeresmolasse und unteren Süßwassermolasse übereinstimmend schwach südwärts geneigt sind, so muß man schließen, die ursprünglich oberste also jüngste und zuletzt abgelagerte Schicht der Molasse sei im Kartengebiet auch da, wo die obere Süßwassermolasse oder sogar die ganze Molasse heute erodiert ist, am Schluß ihrer Ablagerung noch viel höher als 900 m gelegen gewesen.

Die Erosion der Molasse bis auf ihr heutiges Niveau und bis auf die Tiefe der Talsohle hinab ist offenbar im Kartengebiet nicht kontinuierlich gewesen. Das geht aus der Ablagerung von *Deckenschotter* auf der Fornegg westlich Teufenthal auf einer Unterlage von ca. 580—610 m ü. M. in einer Mächtigkeit von bis 40 m hervor. Damals muß also die Unterlage der Nagelfluh bereits auf dieses Niveau hinab exodiert gewesen sein, und hat auf der Erosionsfläche strömendes Wasser Kies abgelagert, der nachher zu löcheriger Nagelfluh lose verkittet wurde. Die Erosionsfläche kann nach West und Ost keine große Ausdehnung gehabt haben, denn dort ragt heute noch Molasse höher hinauf. Daß aber die Fläche nord- und südwärts

sich weit ausgedehnt hat, geht erstens daraus hervor, daß südlich und nordöstlich des Kartengebietes löcherige Nagelfluh noch an mehreren analogen Stellen auf Molasse liegt und zweitens daraus, daß das Gewässer, das den Kies herbeitransportiert hat, den Kies aus einem südlichen Einzugsgebiet herbeitragen und anderswohin abfließen mußte. Die Richtung der betreffenden Erosionsrinne mag bereits der des heutigen Winentales entsprochen haben, aber dieses Tal hat damals noch nicht in der heutigen Tiefe, sondern erst in der Tiefe der Unterlage der löcherigen Nagelfluh resp. des Deckenschotters bestanden.

Man nimmt gewöhnlich an, die Ablagerung des Deckenschotters datiere aus einer Zeit, da dessen Kies von Gletschern aus den Alpen bis südlich des Ablagerungsgebietes der Schotter transportiert haben. Diese Annahme wird, in bezug auf den Deckenschotter der Fornegg dadurch begründet, daß 2 Kilometer südlich Fornegg, auf dem „Galgenmoos", ca. 640 m ü. M. und ferner 1/2 Kilometer südlicher als dieses, auf der „Hohenliebe" südlich des Däzlihofes westlich Oberkulm auf einer Fläche von ca. 580 bis 640 m. ü. M. auf demselben Höhenzug Deckenschotter liegt. Ferner liegt nur 4 Kilometer südöstlich der Fornegg „auf den hohen Felsen" bei Kulm, östlich der Wina, allerdings in einem Niveau von ca. 730 m ü. M., eine löcherige Nagelfluh, die von Gletschern gekritzte Gewölbe enthält. Vielleicht entspricht die letztere Nagelfluh dem älteren, die Nagelfluh der Fornegg, des Galgenmooses und der Hohenliebe einem jüngeren, tieferen Deckenschotter.

Erst seit der Ablagerung dieser Schotter können die Täler auf ihre heutige Tiefe erodiert worden sein. Dabei ist jedenfalls der größte Teil des Deckenschotters wieder weggeschwemmt worden.

Die *Hochterrasse** ist erst nach der Austiefung der Seitentälchen, der Seitentäler, des Aaretales abgelagert worden;

---

* Ich benutze den Anlaß, um im Gegensatz zu einer Angabe in den Erläuterungen zur geolog. Karte des unteren Aare-, Reuß- und Limmattales zu konstatieren, daß sich die Hochterrasse im Reußtal nicht nur bis Mellingen und Rohrdorf erstreckt, sondern daß sich nach längerer Unterbreitung noch ausgedehnte Teile derselben von Bremgarten bis Sins erkennen lassen.

denn sie ist in diese Täler und Tälchen eingelagert. Sie erfüllte damals diese Täler in voller Breite bis zur Höhe des obersten Niveaus, auf dem jetzt noch einzelne Teile derselben erhalten geblieben sind. Es ist auffallend, daß die Aufschüttungshöhe der Hochterrasse im Aaretal kaum 50 m über der Aare oder 20 m über der Niederterrasse, im Suhrtal kaum 10 m höher als die Suhre liegt, während sie im Winental von Suhr aufwärts von 20—80 m über die benachbarte tiefste Talsohle sich erhebt.

Die Hochterrase ist größtenteils bis auf schmale Streifen wieder erodiert worden, bevor die Ablagerung von Moränen der zweitletzten größten Vergletscherung stattgefunden hat.

Hochterrasse und zweitletzte Vergletscherung sind also zeitlich von einander verschieden. Das folgt außerdem daraus, daß die *Moränen der zweitletzten Vergletscherung* nicht nur auf Hochterrasse überhaupt, sondern auf Erosionsflächen vorher verkitteter Hochterrasse und auf einer mehrere Meter tief hinabreichenden Verwitterungszone der Hochterasse gelagert ist. Die Mächtigkeit der Verwitterung beträgt in der Kiesgrube an der Suhrerstraße ca. 5 m, obschon nur ein Teil erhalten geblieben, der am stärksten verwitterte obere Teil wieder erodiert worden ist. Im hintern westlichen Teil des Mohrtales südwestlich Gränichen liegt Grundmoräne der zweitletzten Vergletscherung auf einer noch unter 480 m hinabreichenden Unterlage, während vorndran Hochterrasse bis 520 m hoch liegt, deren in das Mohrtal ragender Teil also vor Ablagerung der Grundmöräne wieder hatte herausgefegt werden müssen. Dazu kommt, daß das Material der Hochterrasse im Kartengebiet aus den Zentralalpen stammt, während es wenigstens im Aaretal und im nördlichen Suhrtal wallisische und westjurassische Herkunft aufweist.

Zur Zeit ihrer höchsten Entwicklung mag die Oberfläche der Gletscher im Kartengebiet gegen 850 m hochgelegen haben; also war das Aaretal ca. 480 m hoch mit Eis bedeckt und ragten nur die höchsten Gipfel der Berge über die Gletseher empor. — Aus der Vergleichung der Gesteinsarbeiten der erratischen Blöcke und der Moränen mit denen der Alpen ergibt sich, daß damals der Rhone-

gletscher über das Gebiet westlich und nördlich der Linie Kölliken-Wildegg über den Jura, das Fricktal bis über Basel hinaus vorgedrungen ist, daß ein Teil der Eismasse die das Suhrtal erfüllte von einem über den Brünig hergekommenen Arm des Aaregletschers geliefert wurde und daß der übrige Teil des Kartengebietes vom Reußgletscher überflutet war.

Die Richtung, parallel dem Jura, in der sich die größten Gletscher im Aaretal bewegt haben, ist an den *Gletscherschliffen* und -Kritzen erkennbar, die unter Grundmoräne auf der Oberfläche erodierter Geißbergschichten, im Steinbruch der Firma Zurlinden & Cie, nördlich der Bibersteinerstraße, westlich des Küttigerbaches zum Vorschein gekommen, aber leider beim Betrieb des Steinbruches wieder zerstört worden sind.

Die von mir schon vor ca. 40 Jahren ausgesprochene Ansicht, ausgedehnte Kieslager an den Abhängen und auf den Rücken der Berge seien als Ablagerungen der Schmelzwasser der größten Gletscher in der Zeit zu betrachten, als diese noch die Talrinnen erfüllten, die Berge aber noch oder wieder schneefrei waren, ist durch die fortgesetzten Untersuchungen bestätigt worden.

Am Engelberg und an anderen Bergen mit ähnlich uneben welliger Oberfläche sind die Grundmoränen und Gletscheranschwemmungen hauptsächlich noch in den Wellentälern erhalten geblieben.

Der größten Vergletscherung ist die Ablagerung des Lößes gefolgt und der Niederterrassenbildung vorausgegangen. Wo verwitterter Löß und lehmige Grundmoräne, verwitterter Molasselehm und Verwitterungslehm der Hochterrasse zusammenstoßen, wie im Zelgli bei Aarau, ist eine Unterscheidung ohne ausgedehnte Aufschlüsse kaum möglich.

Auf der Karte ist nur an einer Stelle am Südabhang der Egg eine *Schneehaldenmoräne* angegeben, weil nur dort ein recht deutlicher Aufschluß einer solchen in einer Schottergrube vorhanden ist. Ich vermute jedoch, daß andere Trümmerhalden am Südabhang des Jura einen gleichen Ursprung haben; doch läßt sich das ohne Aufschlüsse nicht beweisen.

Am östlichen Ende eines Tälchens zwischen Kastel und Falkenstein (Blatt 147), das am Westrand des Kartengebietes östlich der Falkensteinweier nördlich Bad Lostorf gelegen ist, befindet sich eine jene Weier stauende Aufschüttung, die wenigstens zum Teil aus Gletschermaterial besteht und die so breit und hoch ist, daß sie nicht als künstlicher Damm angesehen werden kann. Ich bin daher geneigt, sie entweder als Endmoräne eines jurassischen Gletschers aufzufassen, der eine zeitlang in diesem hochgelegenen Tälchen bestanden haben mag, oder als eine diluviale Bergsturzmasse, auf der später während der größten Vergletscherung Moräne abgelagert worden ist.

In analoger Weise wie die Hochterrasse ist die *Niederterrasse* nicht gleichzeitig mit den Moränen der letzten Vergletscherung und durch das Abwasser der Gletscher zur Zeit des Maximums ihrer Ausdehnung, sondern schon vorher abgelagert worden; denn die *Endmoränen der letzten Vergletscherung* liegen auf Niederterrasse (z. B. bei Seon). Die Ablagerung der Niederterrasse des Aaretales datiert aus einer Zeit, da der Rhonegletscher hinter der Wasserscheide zwischen der Rhone und der Aare gelegen war; denn sie besteht aus zentralalpinen Geröllen, während die nächsten oberhalb liegenden Endmoränen unterhalb Solothurn wesentlich aus wallisischen und westjurassischem Gesteinsmaterial bestehen, also vom alten Rhonegletscher abgelagert worden sind.

Die *Erosion der Niederterrasse* hat jedenfalls sofort begonnen, nachdem die Umstände beendet waren, die deren Aufschüttung bedingt hatten, resp. nachdem sich die Gletscher innerhalb der Randseen der Alpen zurückgezogen hatten und die Flüsse diese Seen wieder frei von Geschieben und erosionskräftig verlassen konnten. Sie hat aber nicht von diesen Seen aus, sondern von unten herauf begonnen. Daher sind die *Erosionsterrassen* im Aaretal am stärksten ausgebildet. Eine ähnliche Terrassenbildung ist auch schon zur Zeit der Auswaschung der Täler aus dem Molassegestein vor der Ablagerung der Kiesterrassen vorgekommen. Darauf deutet die Tatsache, daß man in der Umgebung von Aarau (und von Brugg) Terrassen von Molassegestein in geringer Tiefe

unter den Kiesterrassen erkannt hat. Die Bildung von Kies-Terrassen (früher Flußterrassen genannt) steht nicht, wie man früher geglaubt hat, zu Seen in Beziehung, die früher hier bis zu den betreffenden Höhen bestanden haben und mit Kies erfüllt worden sein sollen; denn Ausfüllungen von Seen bestehen unten aus horizontalen bis wenig schiefen Schlammschichten, die in Sandschichten und in ca. 30 Grad geneigte aufwärts immer gröbere Kiesschichten übergehen, über denen oberhalb des Niveaus des früheren Seespiegels horizontaler Kies lagert. Solche Lagerungsverhältnisse kommen im Kies der Niederterrasse nur lokal als Andeutung von Ausfüllungen früherer stiller Flußarme vor. Die Terrassen sind ebensowenig Beweise früher angenommener periodischer Senkungen der tieferen oder Hebungen der höheren Talabschnitte, sondern einfach die Folge der Vertikalerosion, bei gleichzeitig nach beiden Seiten des Flusses hin- und hergehender Horizontalerosion. Die Errosion ist naturgemäß in den Seitentälern noch wenig vorgeschritten. Die Höhe, in der die terrassirte tiefere Talsohle flußaufwärts in noch nicht terrassirte Talsohle übergeht, ist das ursprüngliche Aufschüttungsniveau der Niederterrasse. Höhere seitliche Terrassen des betreffenden Tales sind also als ältere, bereits wieder erodierte Ablagerungen aufzufassen und nach diesem Prinzip im Suhrtal die Niederterrassen von den Erosionsresten der übrigens weit stärker verwitterten Hochterrasse zu unterscheiden.

Zufolge des Nachweises mehrmaliger Aufschüttung und Erosion von Schotter, die während und nach der Haupterosion der Täler in den älteren kompakten Gesteinen stattgefunden haben (zwei Deckenschotter, Hochterrasse, Moränen der größten Vergletscherung, Löß, Niederterrasse und Moränen der letzten Vergletscherung) ist es nötig, für diese Vorgänge noch besondere Zeitdauer in Rechnung zu bringen. In Anbetracht der Mächtigkeit der aufgeschütteten und wieder erodierten Kiesmassen, des Tempos beim Vorrücken und Zurückweichen der Gletscher und des geringen Betrages der vor unsern Augen stattfindenden Talausweitungen und Vertiefungen glaube ich, für die Gesamtheit dieser Vorgänge mindestens 500,000 Jahre in Anspruch nehmen zu müssen. Demgemäß hätte die erste

Erosion der Täler (S. O. Seite 73) mit den nachherigen diluvialen Aufschüttungen und Erosionen mindestens 2½ Millionen Jahre gedauert. An der Annahme so langer Zeitläufe nehmen gewöhnlich inkonsequenter Weise gerade die Laien am meisten Anstoß, dies ich durch die Geringfügigkeit der geologischen Veränderungen während ihres eigenen Lebens zu dem Glauben verleiten lassen, der heutige Zustand der Dinge auf der Erde habe von jeher bestanden.

Ohne Zweifel haben sich schon zur Zeit der Aufstauung und im Beginn der Erosion der Gebirge *Bergschlipfe* ereignet; ihre Materialien sind aber mit großen Massen anstehenden Gesteins bereits ausgeschwemmt worden.

Die vielen, jetzt noch erkennbaren Trümmerhalden und Bergrutsche sind wohl erst entstanden nachdem die früheren Fortsetzungen der Schichten, von denen sie abgerutscht sind und auf denen sie liegen, erodiert waren, also mutmaßlich erst kurz vor, in der Regel aber erst nach der Austiefung der Täler vor der Hochterrassen-Zeit. Jedenfalls datieren sie nicht ausschließlich aus der Alluvialzeit, d. h. der Zeit nach der letzten Vergletscherung. Denn sie sind zuweilen von ihrem Ursprungsort weiter entfernt als dies möglich wäre, wenn ihre Ablagerung genau unter den heutigen Verhältnissen stattgefunden hätte. Zudem deutet die starke Verkittung der Trümmer und Bildung von Kalksinter und Bergmilch zwischen ihnen besonders an Stellen, wo heute die Einwirkung kalkhaltigen Wassers ausgeschlossen ist, darauf hin, daß diese Trümmer schon vor längst vergangenen Zeiten abgesunken sind.

In manchen Fällen ist es nicht möglich, eine genaue Grenze zu ziehen, zwischen Komplexen, die schon bei der Aufstauung des Gebirges zerrüttet worden sein mögen und ihrer Nachbarschaft gegenüber in der Tiefe zurückgeblieben sind und den seither davon abgerutschten Teilen (z. B. im Talkessel der Barmelweid am Südabhang der Geißfluh westlich der Gelben Fluh), oder zwischen als Ganzes abgesunkenen Komplexen und davon weiter abgerutschten Trümmern (z. B. östlich der Gelben Fluh).

Im „Einschlägli“ südwestlich Dulliken gibt die Karte eine Gesteinsmasse von Malm als Bergrutsch unter Moräne

der größten Vergletscherung an (der also vorher vom Engelberg niedergegangen sein müßte), von der man auch annehmen könnte, sie sei ein durch Verwitterung oder Aufstauung gelockerter Vorsprung des Nordschenkels des Engelberg-Gewölbes. Die Bedeckung mit Moräne hindert die genaue Feststellung des Tatbestandes.

Die Verwerfungen in der Umgebung von Aettenbrunnen nördlich Bad Lostorf, die tiefen Graben im Rotholz am Ostende der Geißfluh, die Flexur am Südabhang des Bibersteiner Homberges von der Staffeleggstraße bis zum Wilihof westlich Auenstein, die Verwerfungen bei Leimen nördlich Biberstein, die wellige Gestaltung der Effinger- und Birmensdorferschichten am Weg von Biberstein zum Gislifluhpaß und die benachbarten Verwerfungen stehen, wie bereits früher zum Teil angedeutet, mutmaßlich zu Abrutschungen der ganzen nördlichen Gesteinskomplexe der betreffenden Abhänge auf schlüpfrigen Opalinustonen in Beziehung.

Die am Ausgange der kleinen Seitentälchen oberhalb des Aufschüttungsniveaus der Niederterasse fast nie fehlenden *Schuttkegel* der Seitenbäche bedingen eine für diese Stellen charakteristische Bodengestaltung. Sie können als Maßstab zur Beurteilung des Betrages der Erosion dienen, die seit der Ablagerung der Niederterrasse in den Seitentälchen stattgefunden hat.

D. Die künstlichen Aufschüttungen

weiß mit braunen Punkten und die **Ausbeutungen** mit blauen Linien (verlassene, mit blauen Strichlein) eingefaßte Stellen, zeigen die Veränderungen der Bodengestaltung durch den Menschen. Auf der Karte sind nur die umfangreichsten künstlichen Aufschüttungen angegeben, wie Eisenbahn-, Kanal- und Flußdämme, und die Ausfüllungen der durch die Dämme abgesperrten Teile der Aare durch den Abraum der Stadt Aarau. Das Landschaftsbild ist durch die auf der Karte angegebenen 334 betriebenen und 286 verlassenen Ausbeutungen nur wenig geändert worden. Am auffälligsten sind die Eisenbahneinschnitte, Kanäle und die Ausbeutungsstellen von *Kalksteinen* und *Mergeln*