

Zeitschrift: Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen
Band: 14 (1962)

Artikel: Einführung in die Erdgeschichte unserer Schaffhauser Heimat
Autor: Hübscher, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-584432>

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: 08.02.2026

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

Neujahrsblatt
der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Nr. 14 / 1962



*Einführung in die Erdgeschichte unserer
Schaffhauser Heimat*

von Hans Hübscher

Neujahrsblatt

der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen

Nr. 14 / 1962

Titelbild :

**Perisphinctes aus den Gammamergeln des Weissen Juras,
Wannenberg Neunkirch
Nach Natur gezeichnet von Willi Brütsch, Lehrer, Schaffhausen**

Redaktion der Neujahrsblätter :

Bernhard Kummer, Lehrer, Rigistrasse 10, Schaffhausen 3

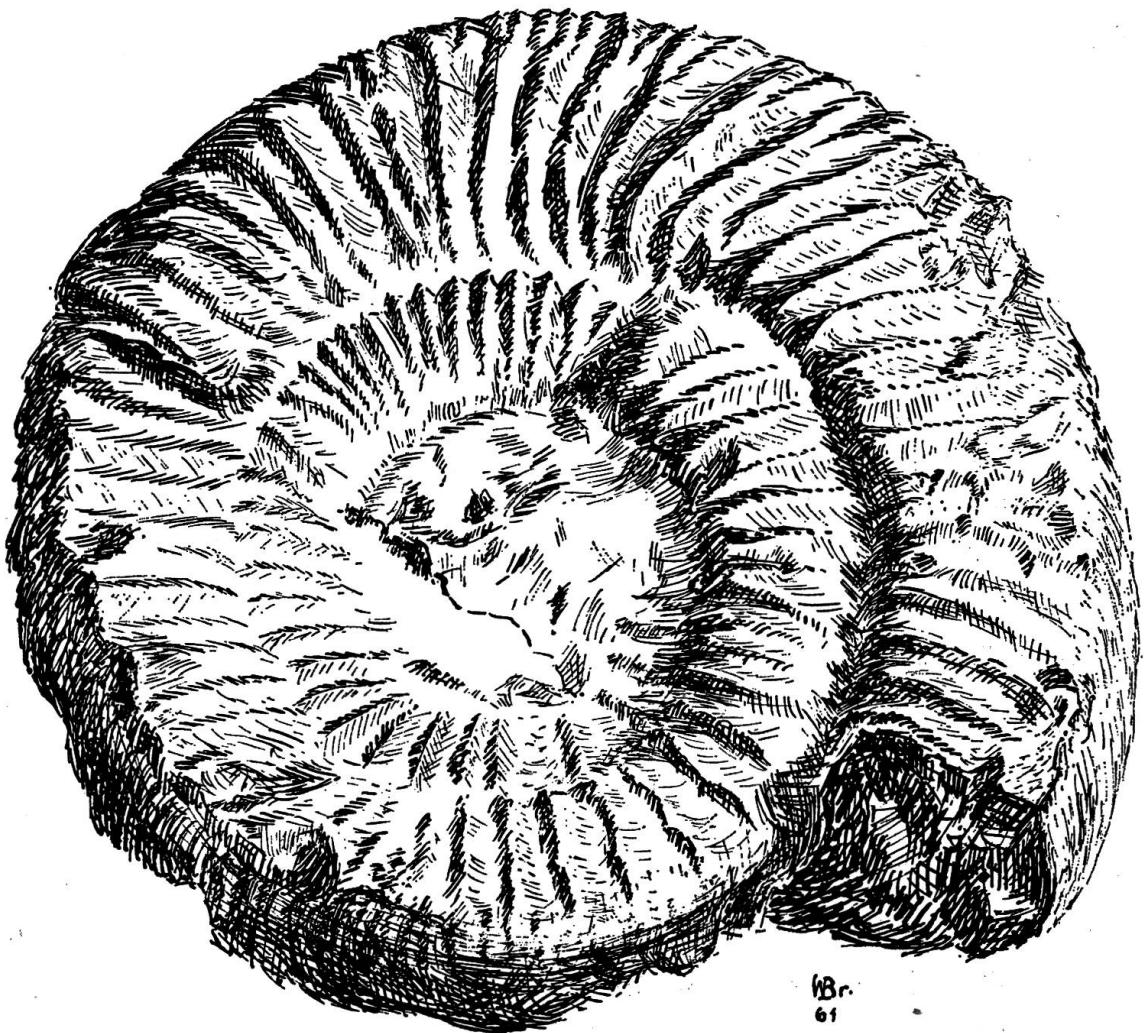
Verfasser dieses Heftes :

Dr. Hans Hübscher, Kantonsschullehrer, Ungarbühlstrasse 34, Schaffhausen

Buchdruckerei Karl Augustin, Thayngen-Schaffhausen, 1961

Auflage : 2000 Stück

Neujahrsblatt
der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Nr. 14 / 1962



*Einführung in die Erdgeschichte unserer
Schaffhauser Heimat*

von Hans Hübscher

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
Einleitung	7
Räumliche und zeitliche Uebersicht	9
I. Das Grundgebirge (Archaikum bis Paläozoikum)	15
II. Das Deckgebirge (Mesozoikum)	21
Die Triasformation	23
1. Der Buntsandstein	23
2. Der Muschelkalk	25
3. Der Keuper	30
Die Juraformation	34
1. Der Schwarze Jura	37
2. Der Braune Jura	38
3. Der Weisse Jura	41
Die Kreideformation	46
III. Die Molassebildungen (Neozoikum)	47
Das Tertiär	47
1. Das Bohnerz	47
2. Die Untere Meeresmolasse	50
3. Die Untere Süsswassermolasse	51
4. Die Obere Meeresmolasse	52
5. Die Obere Süsswassermolasse	53
IV. Die vulkanischen Bildungen (Neozoikum)	56
V. Die eiszeitlichen und heutigen Bildungen (Neozoikum)	60
Das Quartär	60
1. Das Diluvium	60
Günzeiszeit	66
Mindeleiszeit	66
Risseiszeit	67
Würmeiszeit	68
2. Das Alluvium	71
Orts- und Flurnamenregister	78
Literaturhinweise	80

Vorwort

Dieses Neujahrsblatt ist für die vielen jüngeren und älteren Leute geschrieben worden, denen es nicht wie dem Verfasser vergönnt war, dass sie durch ihren Vater in die Erdgeschichte unserer Heimat eingeführt wurden, und die dennoch darnach streben, ihre Kenntnisse zu mehren, um ihre Heimat näher kennen zu lernen.

Es ist den Kolleginnen und Kollegen aller Schulstufen zugeignet, die gerne einmal eine kurze Zusammenfassung dieses Wissensgebietes, soweit es unsren Kanton betrifft, zur Hand hätten, wenn sie im Unterricht darauf zu sprechen kommen.

Die Zusammenstellung dieser Arbeit ergab sich aus den Aufzeichnungen und Untersuchungsergebnissen vieler Forscher. In zahlreichen Veröffentlichungen kann der Leser mit manchen Einzelheiten Bekanntschaft machen, sofern er Zeit hat und dazu Lust verspürt. Die Aufgabe des vorliegenden Schriftleins erblickt der Verfasser in erster Linie darin, dass es den Leser anregt, sich mit den mannigfachen Zusammenhängen des Untergrundes zu befassen. In zweiter Linie sei es ein bescheidener Beitrag an die grosse Aufgabe, die uns modernen Menschen gestellt ist: die Mitmenschen vermehrt mit der Natur in Berührung zu bringen, sie auf den Weg der Ehrfurcht vor der Schöpfung hinzuführen, welche allein der wissenschaftlichen Forschung die Krone aufzusetzen vermag.

Der Leser möge nach der Beschäftigung mit der Erdgeschichte sein Verhältnis zum Vergangenen und zum Seienden überdenken und so die Liebe zur Natur und zur Heimat neu stärken. Er nehme den Weg unter die Füsse und durchwandere in beschaulicher Ruhe unseren herrlichen Erdenfleck als ein begeisterter, froher Mensch, dem die Heimat tagtäglich neu zum Erlebnis wird.

Schaffhausen, im Mai 1961

Hans Hübscher

Einleitung

Seit der Zeit, da der Mensch vom Jäger und Sammler zum Ackerbauer geworden ist, bemüht er sich emsig, durch Umgestaltung der Erdkruste in dieser oder jener Form seine Existenzbasis zu erweitern. Anfänglich fehlten ihm die technischen Möglichkeiten, tief in die Erdkruste einzudringen. Er begnügte sich, mit der Hacke und der Pflugschar die obersten Zentimeter der Gesteinshülle zu bearbeiten, wobei ihm eine gütige Natur dadurch entgegenkam, dass sie selber die Gesteine an der Erdoberfläche dermassen veränderte, dass sie durch diese einfachen Werkzeuge bearbeitet werden konnten. Dieser oberste Krustenteil, der Boden, trägt das Pflanzenkleid. Beide, Boden und Pflanzenkleid, sind für den Menschen von überragender Bedeutung; für den Geologen sind sie eher eine Belastung, weil sie meistens das verdecken, was den Gegenstand seiner Untersuchungen ausmacht. Trotzdem versagt der Geologe dem Boden, dieser vielgestaltigen Lebensgemeinschaft von Stein, Pflanze und Tier, keineswegs die nötige Aufmerksamkeit. Im Gegenteil, damit beschäftigen sich heute unzählige Spezialisten. Für ihn beginnt jedoch das eigentliche Forschungsgebiet erst dort, wo die Verwitterung noch keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Gesteine ausgeübt hat.

Unter anderm führte das Auffinden von wertvollen Mineralien zum Verlangen des Menschen, immer weiter in die Kruste vorzudringen. Die Erfindung guter Werkzeuge war eine zwangsläufige Folge davon. Mit der Vervollkommnung der technischen Mittel ergab sich erneut die Möglichkeit, noch weiter vorzudringen. Die Hütten unsrer Vorfahren verlangten noch nicht die Fundamente wie die modernen Wolkenkratzer. Die Strassen und Wegbauten früherer Zeiten brachten nicht solche Erdverschiebungen mit sich wie die Eisen- und Autobahnen der Jetzzeit. Glücklicherweise ist der Geologe nicht allein auf die durch Ingenieure und Techniker hervorgerufenen Aufschlüsse* angewiesen. Denn trotz allen Fortschrittes sind die Bohrlöcher und Tunnels nur bescheidene Nadelstiche in der obersten Haut der Erdmasse. Die Natur selber hat dafür gesorgt, dass gewisse Schichten bis in grosse Tiefen der Forschung zugänglich sind. Alte und junge Gebirge erlaubten auf der ganzen Welt den Forschern, zusammen mit andern Aufschlüssen Baustein um Baustein zusammenzutragen, bis zuletzt das Gebäude der geologischen Wissenschaft entstanden ist. Die Erkenntnisse haben dazu geführt, dass man heute vom Geologen verlangt, Wesentliches über ein Stück Erdkruste auszusagen, bevor ein Aufschluss vorhanden ist. Er wird auch meistens in der Lage sein, gewisse allgemeine Angaben zu machen. Spezielle, vor allem genaue Hinweise sind nur möglich, wenn Schächte und Bohrproben ihm

* Aufschluss = Stelle der Erdoberfläche, wo der Untergrund der direkten Beobachtung zugänglich ist.

Messungen erlauben. Unzählige Beobachtungen haben nun im Verlaufe von Jahrzehnten dazu geführt, dass man verschiedenartige Gesteinsschichten altersmäßig zu erfassen versteht, d. h. dass man heute Erdgeschichte treiben kann. Um nun den Untergrund exakt zu beschreiben, greift der Geologe nicht allein zur Darstellung der räumlichen Gegebenheiten, er wird immer auch den zeitlichen Ablauf miteinbeziehen. Die räumliche Vorstellung, verbunden mit dem zeitlichen Ablauf, erschwert einerseits dem Anfänger das Studium der Geologie, das tausendfache Ineinandergreifen von chemischen, physikalischen und biologischen Vorgängen in Raum und Zeit erhebt aber anderseits diese Wissenschaft in einen Bereich, der zum Interessantesten gehört, womit der Mensch sich beschäftigen kann.

Mit den folgenden Ausführungen wollen wir nun versuchen, in die geologischen Verhältnisse unseres Kantons und seiner Nachbargebiete Einblick zu gewinnen. Behutsam halten wir Umschau in unserer nächsten Umgebung. Jedem Einwohner der Stadt Schaffhausen dürfte bekannt sein, dass er im Osten der Stadt beim Ausheben eines Fundamentes für ein Haus kaum damit zu rechnen hat, dass ein Trax das relativ weiche Material nicht bewältigen könnte. Im Westen dagegen kann es passieren, dass nach einer wenig mächtigen Oberschicht plötzlich eine harte Unterlage zu bewältigen ist, die nur mit Sprengungen beseitigt werden kann. Desgleichen muss jedem Beobachter des Randens vom Klettgau aus der stufenmässige Aufbau der Landschaft auffallen. Sanfte Böschungen wechseln ab mit steileren. Trotz beträchtlichen Höhenunterschieden ist aber in dieser Landschaft die Horizontale betont. Anders im Hegau. Hier erheben sich — recht eindrücklich vom Herrentisch aus zu sehen — die z. T. schroffen Vulkankegel aus einer relativ flachen Landschaft heraus. Welches ist der Grund für die Bereicherung des vertikalen Elementes dieser Landschaft? Wir vermuten bereits, dass in allen Fällen die Härte der verschiedenen Gesteine und Gesteinsschichten eine Rolle spielt. Das eine Mal erhöhen die harten Gesteine die Kosten nicht unerheblich, das andere Mal prägen sie das Landschaftsbild in vorteilhafter Weise.

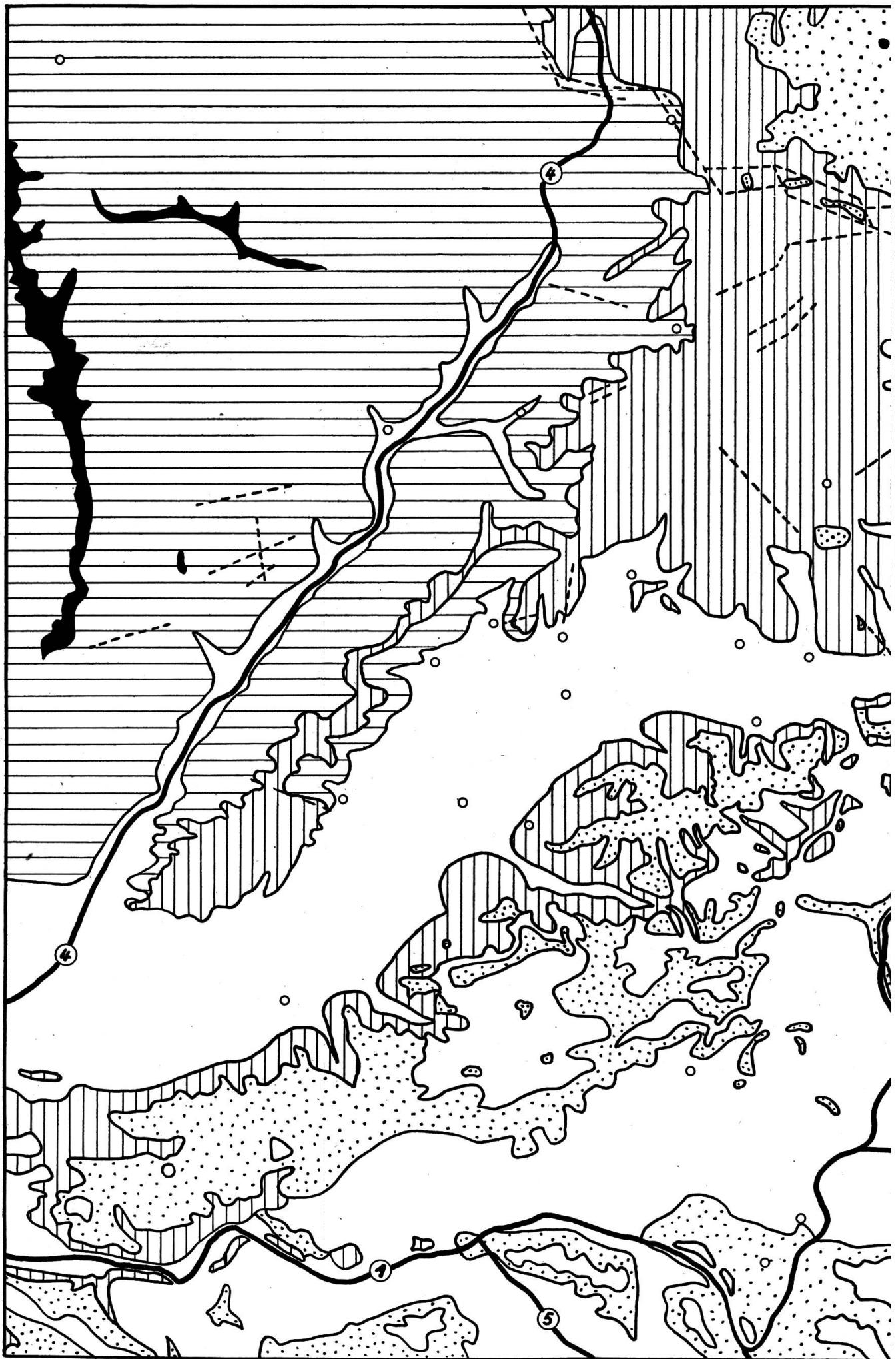
Betrachten wir das Ergebnis einer anderen Beobachtung! Bei Wanderungen auf dem Randen sieht man an vielen Aufschlüssen den meist hellen Kalkstein anstehen, manchmal geschichtet, manchmal massig. Diese Kalksteinschichten wechseln ab mit mehr tonigen, mergeligen. Häufig begegnet man auch an den Talflanken den eckigen Bruchstücken zerstörter Kalkschichten. Ganz anders präsentieren sich die Aufschlüsse im Klettgautal, zwischen Schaffhausen und Stein am Rhein und in der Gegend von Rüdlingen-Buchberg. Die Kalksteinschichten sind verschwunden. Kiese und Sande herrschen vor. Lehmige Ablagerungen fehlen auch nicht und wetteifern mit den Mergeln im Randen- und Reiatgebiet. Im Hegau können wir Gesteine antreffen, die wiederum keine Paral-

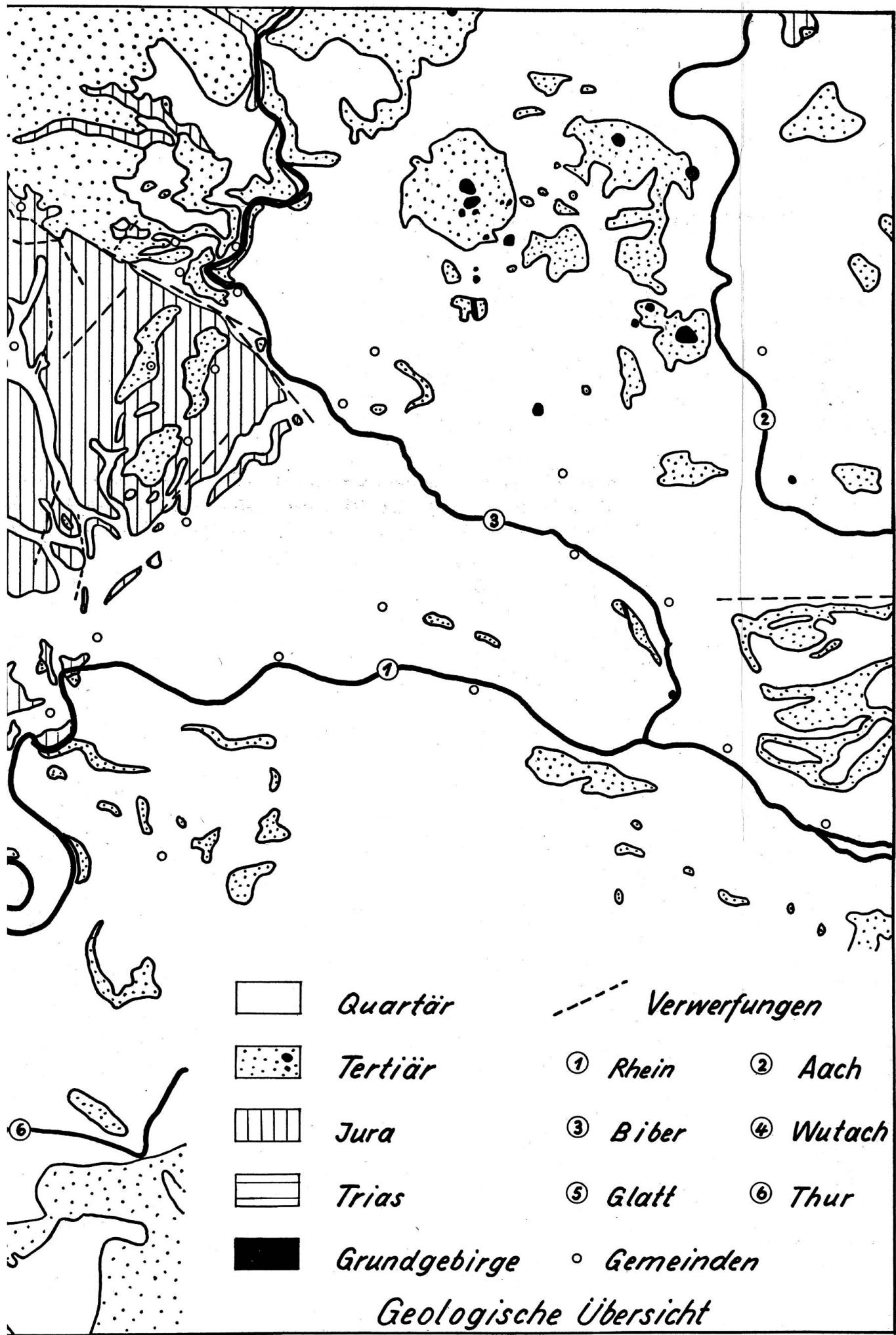
lelen zu den Kalksteinen des Randens aufweisen. Gleches gilt für den Untergrund der Schwarzwaldhöhen in der westlichen Nachbarschaft. Die wenigen Beobachtungen machen deutlich, wie recht mannigfaltig die geologischen Erscheinungen dieses Erdenflecks sind. Wahrhaftig, der Herrgott hat uns Schaffhausern ein prächtiges geologisches Mosaik als Heimat geschenkt!

Räumliche und zeitliche Übersicht

Als Kernstück des Hauptteils unseres politisch dreigeteilten Kantonsgebietes erhebt sich auf über 900 Meter über Meer der Randen. Er bildet gleichsam den alten Sockel, den festen Untergrund. Die untersten Schichten im Wutachtal bilden die ältesten des ganzen Kantons. Die mächtigen Kalkmassen sind der Fels, auf dem das Jüngere ruht oder woran es sich anschmiegt; sie sind das Währschaft, das Bodenständige, das mehr oder weniger an Ort Entstandene. Im Gegensatz dazu stehen die später abgelagerten Sand-, Lehm- und Kiesmassen, die als Abtragungsprodukte meist von den Alpen her bis zu uns verfrachtet worden sind. Diese «fremden» Gesteine werden am besten in zwei Gruppen unterteilt, das eine sind die Molassegesteine und das andere die Ablagerungen von Gletschern und Flüssen der Eis- und Nacheiszeit. Sie bilden in den Gebiets- teilen von Stein und Rüdlingen die ausschliesslichen Gesteine des Untergrundes.

Unsere Neugierde macht jedoch an den politischen Grenzen nicht halt, wir schauen über die Grenzsteine hinüber und stellen uns die Frage: Ist der Randen wirklich ein Sockel, der diesen Namen verdient, ist er wirklich der «Fels» auf den unsere Heimat gegründet ist, oder bildet er nur ein Teilstück einer grösseren Masse? Liegt er am Ende auf einem andern Sockel auf? Wir haben bereits gehört, dass westlich der Kantongrenzen ganz andere Gesteine auftreten. Die Forschungen haben tatsächlich ergeben, dass im Gebiete des Schwarzwaldes zweierlei «Gebirge» anzutreffen sind. Eines, welches sich in bezug auf Bau und Entstehung mit dem Randen vergleichen lässt, und ein anderes, das völlig anders geartet erscheint. Das erstere liegt auf weite Ausdehnung dem zweiten gleichsam als Hülle auf. Wir geben ihm mit den badischen Forschern den Namen Deckgebirge und stellen ihm das im Kanton Schaffhausen unsichtbare Grundgebirge gegenüber. Wie verhält es sich aber mit dem Hegau? Gehört er zum Grund- oder Deckgebirge, zur Molasse, oder haben ihn am Ende die Gletscher geformt? Diese Landschaft hat mit allen vier Typen irgendwelche Beziehungen. Die Vulkane stammen aus den Tiefen unter dem Grundgebirge, die Ränder der Hegaulandschaft werden vom Deckgebirge gebildet, die Molasse füllt die Senke aus und die Arbeit der Gletscher und eiszeitlichen Gewässer war massgebend an





der Formung der Oberfläche beteiligt. Ein Hauptkennzeichen dieser Gegend ist und bleibt der Vulkanismus.

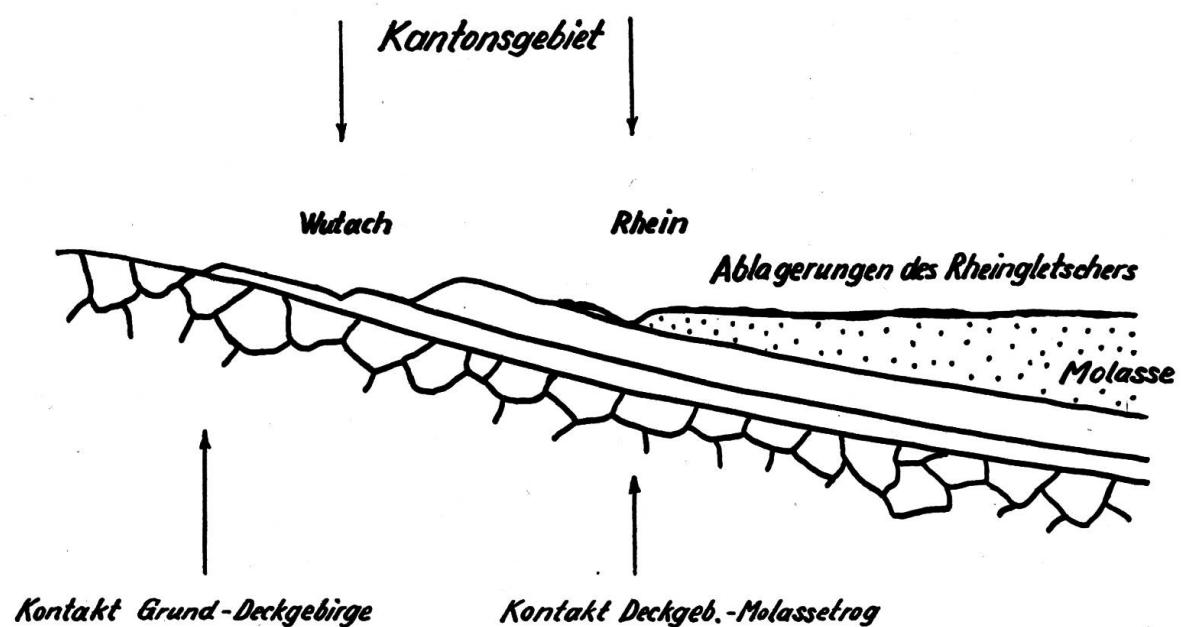
Die Verteilung dieser fünf Hauptbauelemente unseres Kantons und seiner weiteren Umgebung lässt sich aus der Uebersichtskarte oder aus den Profilen Seite 10/11 und 76/77 ersehen.

Zu dieser Uebersicht über die flächenhafte Verteilung gehört noch eine kurze Betrachtung über das altersmässige Verhalten der Bauelemente zu einander. Mit Abstand der älteste Teil ist das Grundgebirge. Darüber liegt das Deckgebirge und nachher folgen als jüngere Bildungen die Molasse- und vulkanischen Ablagerungen. Als jüngste Gebilde sind die Schotter und Moränen der Eiszeit sowie die Ablagerungsprodukte der Nacheiszeit zu betrachten. Die folgende Tabelle enthält die international gebräuchlichen Namen der geologischen Formationen und die Einreihung der obenerwähnten Ablagerungen zwischen Schwarzwald und Bodensee.

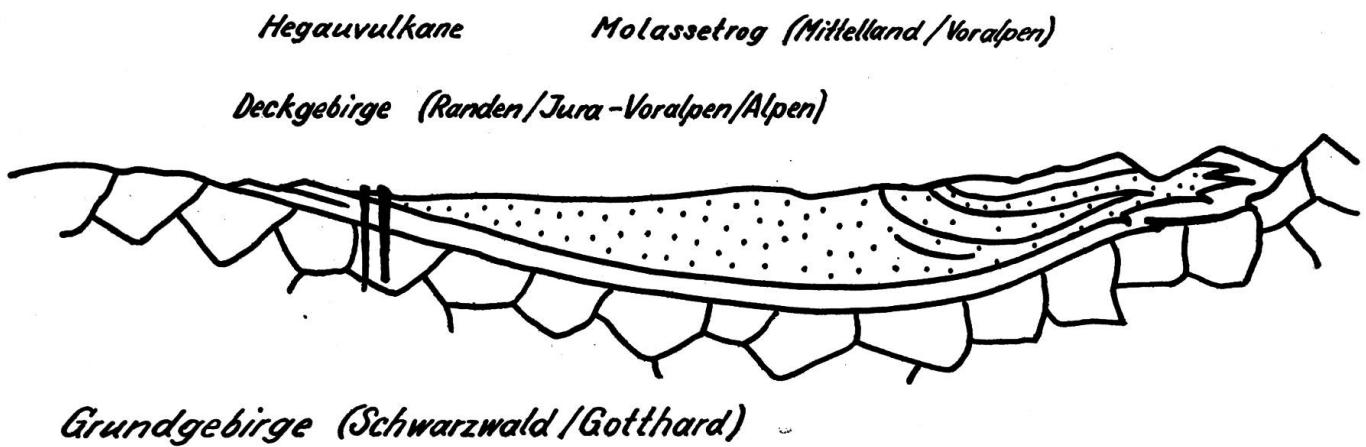
Neozoikum (Erdneuzeit)	{	Quartär	— Eiszeit- und Nacheiszeit-Ablagerungen
		Tertiär	— Molasse und Vulkane
Mesozoikum (Erdmittelalter)	{	Kreide	bei uns nicht vorhanden
		Jura	}
		Trias	
Paläozoikum (Erdaltertum)	{	Perm	Grundgebirge
		Karbon	
		Devon	
		Silur	
		Kambrium	
Algonkium Archaikum (Erdurzeit)	Praekambrium		

Die räumlichen Zusammenhänge unseres Gebietes mit der übrigen Schweiz mögen folgende zwei Skizzen darlegen:

Ausschnitt im Gebiet des Kantons Schaffhausen



Der Zusammenhang des Untergrundes mit den Alpen



Der Kanton Schaffhausen befindet sich also einerseits nicht weit von der Grenze von Grund- und Deckgebirge, anderseits im Bereich, wo die Molasse auf dem Deckgebirge ihre Nordgrenze findet, und dort, wo die Ablagerungen des Rheingletschers ebenfalls eine äussere Grenze im NW erreichen. Nach diesen allgemeinen Ausführungen wollen wir nun in die Details der Erdgeschichte unserer Heimat eindringen.

I. Das Grundgebirge

Ist man berechtigt, das Grundgebirge des Schwarzwaldes in die Betrachtungen unserer engeren Schaffhauser Heimat einzubeziehen, oder wird dabei der Rahmen dieses Heftes gesprengt? Nicht nur sprechen verschiedene Gründe dafür, sondern sie zwingen uns sogar, es zu tun. Wenn der Wanderer von den Höhen des Randens, von der Schwedenschanze, vom Schlossranden, vom Langen Randen oder vom Hallauerberg an klaren Tagen nach Westen schaut, wenn er die weite Landschaft mit seinem Blick umspannt, dann stellt er sich vielleicht die Frage, ob die eher flache, mehr einer sanft ansteigenden Hochebene als einem Gebirge gleichende Gegend eine Fortsetzung des Randens ist, ob sich die Ablagerungen seines Standortes bis zum Horizont ausdehnen. Diese berechtigte Neugierde, die an keinen politischen Grenzpfählen Halt macht, muss gestillt werden, zumal es sich herausstellen wird, dass die Landschaft zwischen Feldberg und Randen Wesentliches zum Verständnis unserer Verhältnisse beiträgt. Ein weiterer Grund, sich mit den Bodenverhältnissen unserer deutschen Nachbarn im Westen zu befassen, ist in der Tatsache zu erblicken, dass die Schaffhauser im Gebiet des Hochstaufens südöstlich des Schluchsees ein 338 ha grosses Waldgebiet besitzen. Dieser Wald, der den Namen unseres Kantons trägt, erhebt sich auf 1100 Meter über Meer und ist damit rund 200 Meter höher als der Hagen. Man könnte deshalb annehmen, es seien dort Gesteine anzutreffen, die wesentlich jünger wären als der Weisse Jura der Randenhöhen. Das Gegen teil ist der Fall. Die Gesteine des Hochschwarzwaldes sind bedeutend älter als diejenigen seiner Randzonen. Hier hat man ein Stück Erdkruste vor sich, das von den ältesten geologischen Zeiträumen Zeugnis ablegt. In gewaltigem Auf stieg haben die Urgesteine der Tiefe die Krustenschale aufgewölbt und liegen heute nach deren Abtragung selber entblösst an der Oberfläche. Pluto selbst, der Gott der Unterwelt, hat hier am Knie seine Kleider samt der Haut abgeschürft. Oder war es der Ellbogen? Mehr als ein solch kleines Gelenk dürfte es nicht sein, denn Plutos Leib ist viel gewaltiger. Er umfasst grosse Teile Europas und anderer Erdteile. Nicht überall ist er mit einer schützenden Hülle bedeckt. An gewissen Orten tritt der nackte Leib hervor. So in grosser Ausdehnung in Finn land und Skandinavien und in kleinerem Ausmasse an verschiedenen andern Orten Europas, u. a. im Schwarzwald. Wie die Kleider und der Körper des Menschen sich aus ganz verschiedenen Stoffen aufbauen, so unterscheiden sich die alten Gesteine der Tiefe von den jüngeren Ablagerungen der darüberliegenden Umhüllung. Mit dem Begriff Grundgebirge sind in unserem Denken die Worte Granit und Gneis untrennbar verbunden; während Kalk, Sandstein, Lehm, Ton und Kies eher den jüngeren Bildungen der Kruste verhaftet sind. Erstere lassen sich unter dem Sammelnamen kristalline Gesteine in einer Gruppe zusammen-

fassen (95 % der Erdkruste) und einer andern gegenüberstellen, die man Ablagerungs- oder Sedimentgesteine nennt. Man muss sich dabei bewusst sein, dass ein solches Einordnen in Gruppen nicht immer sehr einfach ist, zumal es verschiedene Gesichtspunkte gibt, nach denen man vorgehen kann. Für die Kennzeichnung eines Gesteins fällt nämlich nicht allein das Aussehen in Betracht, man kann ebensogut nach der inneren Struktur, nach der Herkunft, der Entstehung, nach dem Alter und nach dem chemischen Aufbau die Gesteine ordnen und benennen. Es ist deshalb nicht erstaunlich, wenn es den meisten Leuten Schwierigkeiten bereitet, sich in dieser Vielfalt von Gegebenheiten zurechtzufinden. Zum Verständnis des Aufbaus unserer heimatlichen Kruste kommen wir jedoch um dieses Gerüst der geologischen Wissenschaft nicht herum.

Woher kommen die Granite und Gneise? Die Frage ist schneller gestellt als beantwortet. Sie beantworten heisst vordringen bis zu jener Zeit vor rund 2—3 Milliarden Jahren, wo nach den Annahmen der Forscher das Planetendasein der Erdkugel begonnen hat, wo sich die Kruste bildete. Es heisst aber auch Auskunft geben über die Mischung und Entmischung der glutflüssigen Bestandteile, über ihr Aufsteigen, über ihr Absinken, über ihr Erkalten, ihre Anordnung in Kristallen, ihre Zerstörung und ihr Abgetragenwerden, kurzum über eine Vielfalt von Vorgängen, die kein Mensch als Zeuge je erlebt, wo nur versteinerte Spuren es den Forschern erlaubt haben, Gedankengebilde aufzustellen, deren Dauerhaftigkeit umso grösser ist, je besser die Annahmen mit eventuellen nachfolgenden, durch den technischen Fortschritt ermöglichten Messungen und Ergebnissen in Einklang stehen.

Wir gehen nicht fehl — und es ist bestimmt die einfachste Art des Beginnens —, wenn auch wir von einer solchen Annahme ausgehen. Ein glutflüssiger Erdball, ein kunterbuntes Gemisch von chemischen Elementen und Verbindungen bilde unsren Ausgangspunkt. Das Vorhandensein eines Glutflusses im Innern unserer Erde dürfte kaum bestritten werden, sind wir doch heute in der Lage, das Hervorbrechen des Magmas zu erleben und zu beobachten. Alles ist also im Fluss. Zu einem früheren Zeitpunkt war dies noch in vermehrterem Masse als heute der Fall, wo wir aus menschlicher Sicht von «Festland» zu sprechen wagen. Physikalischen Gesetzen gemäss entmischt und erneuert sich das Urgemisch, die Stoffe steigen auf und sinken nieder, sie kühlen sich ab, sie werden wieder erwärmt, sie werden von ungeheuren Drücken entlastet und wieder zusammengedrückt, sie werden aufgetürmt und wieder abgetragen in einem ewigen Kreislauf. Lange bevor das Leben auf unserm Planeten in Erscheinung trat, bewegten sich die anorganischen Stoffe, gelenkt durch Schwerkraft, Druck und Temperatur und beeinflusst oder verändert durch die andersgearteten Nachbarstoffe. Als ein Ergebnis von viel Bewegung bieten sich also unsere ältesten Gesteine dar, obgleich ihr Aussehen im Handstückformat das nicht in jedem Fall vermuten

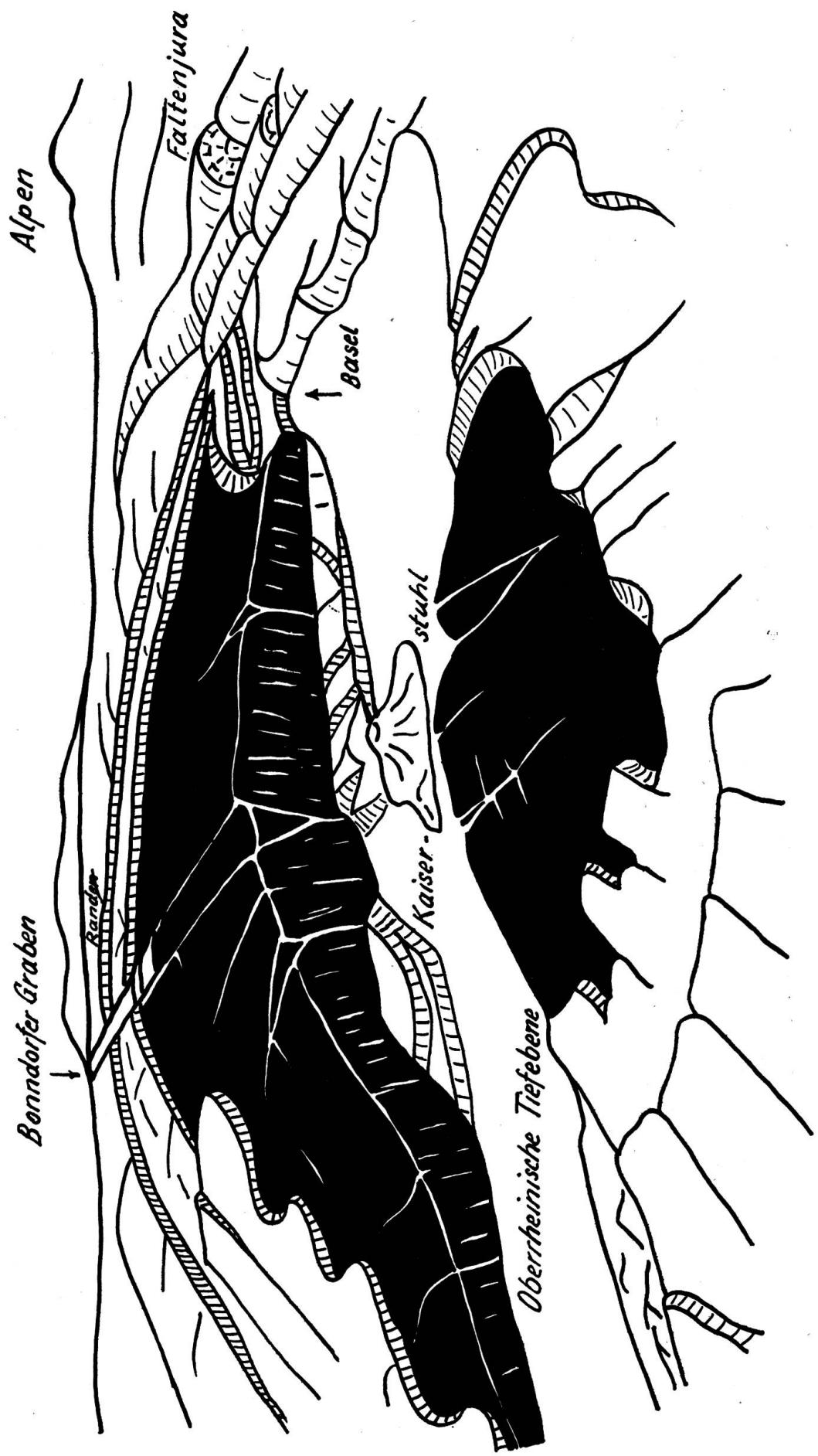
lässt. Betrachtet man nämlich das körnige Gefüge eines Schwarzwaldgranites dann wird man nicht gleich an Bewegung erinnert, wie dies der Fall ist bei einem lagigen Gneis, wo die gerichteten Mineralien eine Bewegung ahnen lassen, oder bei einem gebänderten oder gefältelten Gneis, wo sich durch die Anordnung der Minerale die Annahme einer Bewegung geradezu aufdrängt. Während man den Granit als erstarrten Glutfluss betrachten kann, handelt es sich bei den Gneisen um sogenannte metamorphe (umgewandelte) Gesteine. Diese Umwandlung kann ganz minim sein und sich auf geringe Gefügeveränderungen beschränken, sie kann aber auch beträchtliche chemische Veränderungen zeitigen. Dass am Ursprung die Erstarrungsgesteine stehen, leuchtet ein. Zuerst muss etwas vorhanden sein, wenn auch in vielen Fällen in ursprünglicher Form kaum mehr nachweisbar, bevor es umgewandelt oder abgetragen werden kann. So nimmt man an, dass sich die ersten Ablagerungssteine unmittelbar nach dem Erstarren der Kruste bilden konnten. Beide Sorten, Erstarrungs- und Ablagerungsgesteine, unterlagen nun der Umwandlung im Laufe der Jahrtausende. Diese äussern sich vornehmlich in der Um- und Neubildung von Kristallen und in ihrer Anordnung im Verband, d.h. in ihrem Gefüge. So nennt man die Gneise, welche aus Erstarrungsgesteinen hervorgingen, Orthogneise (im Schwarzwald Schapbachgneise), die andern, welche umgewandelte Ablagerungsgesteine darstellen, Paragneise (im Schwarzwald Renchgneise). Solche Umwandlungsgesteine müssen nun als die ältesten erfassbaren Massen des Schwarzwaldes betrachtet werden. Nach ihrer Bildung drangen Glutflussgesteine aus der Tiefe nach. Durch weiträumigen Einfluss von Druck und Temperatur erfolgte ihre Vergneisung im Verband mit den schon bestehenden Gneisen, welche in vielen Fällen eine vollständige Umkristallisation über sich ergehen lassen mussten (Mischgneise). Auf diese Phase erfolgte in der zweiten Hälfte des Paläozoikums die Ablagerung von Grauwacken und Schiefern, die in der Gegend von Lenzkirch anzutreffen sind. Noch trennen uns von diesen ältesten, relativ wenig umgewandelten Ablagerungsgesteinen 300 Mio. Jahre. Auf sie folgen die Ablagerungen der Karbonzeit, deren hochwertige Erzeugnisse aus unserem Wirtschaftsleben nicht mehr wegzudenken sind. In unsern Gegenden sind jedoch nicht die Steinkohlen, welche diese geologische Formation kennzeichnen, sondern eher die Gebirgsbildung jener Zeit nachweisbar. Die Geologen unterscheiden mehrere Epochen grösserer Gebirgsbildung. Unsere Alpen gehören der letzten, alpiden Epoche an, der Schwarzwald der vorangehenden, herzynischen oder variskischen. Noch sind diese gewaltigen Vorgänge in ihren Ursachen nicht erfassbar, aber man weiss, dass es Zeiten waren, wo viel Nachschub von unten die bestehenden Krustenteile durchsetzte und beeinflusste. Zu verschiedenen Malen drangen Granite empor. Als Tiefengesteine in verschiedenerlei Ausbildung, fein- und grobkörnig usw., drangen sie ins Nebengestein ein und sind uns heute als Stöcke und Gänge erhalten. Der jüngste Granit, der Schluchseegravit,

ist oberkarbonischen Alters. Er bildet den Untergrund des Schaffhauserwaldes, zusammen mit dem Porphy, der in der Uebergangszeit Karbon-Perm in zahlreichen Steil- und Lagergängen das bestehende Gebirge durchdrungen hat. Mit der Abtragung des variskischen Gebirges und der Ablagerung der Schichten des Erdmittelalters können wir uns langsam in Richtung auf unsere Grenzpfähle zurückziehen, denn nun treten bald solche Krustenteile in Erscheinung, die auch bei uns gut entwickelt sind.

Vorerst sei jedoch ein ganz kurzer Abstecher ins Reich der Gesteinskunde (Petrographie) erlaubt. Diese Wissenschaft stellt sich vor allem zur Aufgabe, die chemische Zusammensetzung und den mineralogischen Aufbau der Gesteine zu erforschen und sie zu benennen. Sie ist von grosser praktischer Bedeutung, weil sie durch die Erforschung der verschiedenen Eigenschaften über die Verwendbarkeit eines Gesteins für diesen oder jenen Zweck Aufschluss zu geben vermag. Die wichtigsten Gesteinsbildner sind die Mineralien. Sie fügen sich zu einfachen bis sehr komplizierten Gebilden zusammen, die entsprechende Namen aufweisen. Feldspat, Quarz und Glimmer sind die Hauptbestandteile des Granites. Alle drei sind chemische Verbindungen des Elementes Silizium, entweder mit Sauerstoff allein oder dann kombiniert mit Aluminium, Kalium, Natrium, Eisen, Kalzium und Magnesium in wechselnden Anteilen, um nur die wichtigsten zu nennen. Sind die Minerale gleichmässig körnig ausgebildet, dann ist dies auf die gleichmässige Abkühlung und Erstarrung zurückzuführen, was bei den meisten Graniten der Fall ist. Bildet sich aber eine Mineralsorte in einem längeren Zeitraum besser aus als die andern, welche kleinkörnige bis dichte Massen bei der Erstarrung abgeben, dann haben wir in einer Grundmasse grössere Einsprenglinge vor uns und bezeichnen das Gestein als Porphy (viele Trottoirrandsteine). Auch der Mineralgehalt eines gewöhnlichen Gneises stimmt mit demjenigen eines Granites überein. Der Unterschied besteht lediglich im Aufbau des Gefüges. Beim Gneis ist eine bevorzugte Richtung in der Anordnung der Minerale zu erkennen. Auf Grund dieses recht zahlreichen Angebotes seitens der Petrographen unterscheidet der Geologe verschiedene Grundgebirgsgesteine auf seiner Karte. Auf dem von unserm Landsmann *Dr. Ferdinand Schalch* aufgenommenen Blatt Stühlingen macht der Leser bereits Bekanntschaft mit diesen mannigfaltigen Ausdrücken; denn schon im Merenbachtal unterhalb Schwaningen und im Steinatal, sowie zwischen Obereggingen und Mauchen sind die Gesteine des Grundgebirges anstehend. Auf Kantonsgebiet hat man es bei einer Salzbohrung in Schleitheim angebohrt.

Bevor wir das Grundgebirge verlassen, sei noch erwähnt, dass eine Schwarzwaldwanderung ein Erlebnis besonderer Art vermittelt. Hier offenbart sich dem Wanderer eine Welt, deren Geschichte Hunderte von Millionen Jahre zurückreicht, die so manches Wunderbare und Andersartige auf oder unter dem Erdboden birgt. Er wird sich freuen an den weichen Buckeln dieses Mittelgebirges, an seiner

Schwarzwald - Vogesen nach H. Cloos

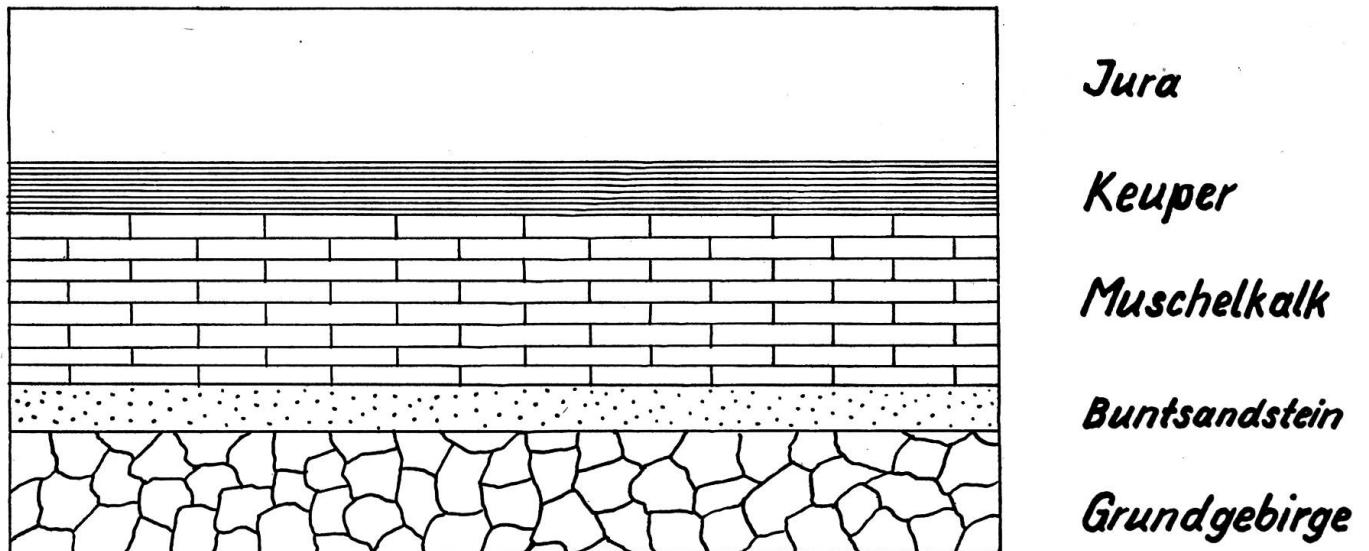


weiten Gipfelflur, an den prächtigen Tälern und den zum Teil sehr engen Schluchten und vor allem an den stillen Wäldern. Es wird ihn mit Genugtuung erfüllen, dass diese Landschaft so nahe seiner Heimat ist. An einem herrlichen Föhntage wird er in der Ferne das Finsteraarhorn erblicken und daran denken, dass man vom Rhein bis zum Berner Oberland gehen muss, um wiederum das Grundgebirge unter seinen Füssen zu fühlen, diesen so gut erforschten und doch noch so rätselvollen Ur-Baustoff unserer Kruste.

II. Das Deckgebirge

Auf das Grundgebirge des Schwarzwaldes folgt eine Reihe von Gesteinsschichten, die einem ganz andern Gesteinstypus angehören als die Granite und Gneise. Man kann sie zusammenfassen unter dem Begriff Deckgebirge, weil sie gleichsam als Gesteinsdecken den Untergrund überlagern. Auch der Ausdruck Schalengebirge wäre bis zu einem gewissen Grade angebracht, wenn man das Grundgebirge des Schwarzwaldes (und der Vogesen) mit dem harten Kern einer Frucht vergleichen will. Wie wir bereits erwähnt haben, ist das Grundgebirge nicht mehr überall verhüllt. Durch Bewegungs-Vorgänge hat sich der Schwarzwald gehoben, was zu vermehrter Abtragung der höchstgelegenen Schichten geführt hat. Dank der Wirkung der Erosionskraft der Flüsse und anderer Faktoren sind die Ränder des Deckgebirges ausgefranst. Sie liegen in mehr oder weniger ausgedehnten Fetzen oder Tafeln dem Schwarzwaldsockel auf. Die ältesten (untersten) Schichten liegen den heutigen Schwarzwaldhöhen am nächsten, die jüngeren bilden die zurückliegenden Säume. Die abwechslungsreiche Entstehungsweise hat zur Ablagerung verschieden harter Schichten geführt, welche ihrerseits die Grundlage für die Entstehung der ausgedehnten schwäbisch-fränkischen Schichtstufenlandschaft schufen, von der unser Randen ein bescheidenes Stückchen darstellt. Die Hebung des Schwarzwaldes ist dem Aufquellen einer Beule vergleichbar. Die zentralen Teile wurden stärker gehoben als die Ränder. Dies hatte zur Folge, dass auch alle Deckschichten geneigt wurden. Damit haben wir eine Erklärung für die leicht zu beobachtende Tatsache, dass die Schichten der Randentafel nach Südosten geneigt sind (Im Mittel 3,5 Grad). In manchen Steinbrüchen ist ihr Einfallen deutlich zu erkennen. (Vorsicht bei lokalen Störungen !) Das Fallen entspricht der Richtung, in welcher das Wasser auf einer geneigten Ebene abfliessen würde. Die in der Schichtebene zur Falllinie senkrechte Richtung bezeichnet der Geologe als das Streichen der Schichten. Sehr schön ist beides sichtbar (leider nicht mehr lange) an den Kalkschichten im Rheinbett direkt unterhalb der Flurlingerbrücke beim Brüggli. Bei genauerem Studium wird man auch in der Landschaft diese Schrägstellung ganzer Schichtpakete erkennen können z. B. in der Gegend von Schleitheim, im Bibertal und manch andern Orten. Recht eindrücklich wirkt das Einfallen der obersten Schichten des Deckgebirges, wenn man vom Unterklettgau gegen den Randen blickt.

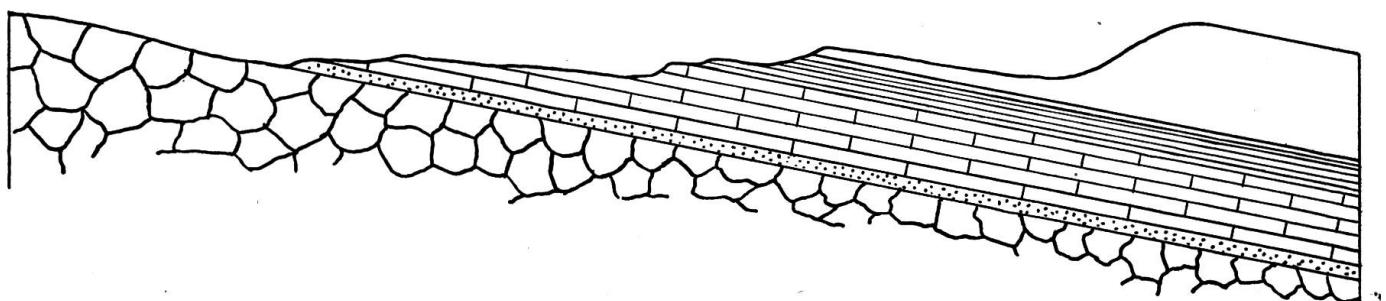
Ursprüngliche Ablagerung der Schichten (schematisch)



Heutige Lagerungsverhältnisse

Schwarzwald
NW

Randen
SO



Bevor wir nun zur näheren Betrachtung des Deckgebirges schreiten, stellen wir fest, dass seine ältesten Schichten ein neues Zeitalter der Erdgeschichte einleiten. Der neue Abschnitt heisst Erdmittelalter oder Mesozoikum. Es wird unterteilt in die drei Formationen: Trias, Jura und Kreide. Der unterste Teil des Deckgebirges gehört der Trias an, welche die Geologen wiederum — wie der Name andeutet — in drei Abteilungen unterteilen: Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper. Wir stellen vorläufig das Unterteilen ein, halten aber immerhin fest, dass die geologische Forschung noch mit Stufen, Zonen und Horizonten aufwarten kann, welche die Erdkruste in einem Masse zergliedern, dass die kleinsten Lagen kaum mehr von Auge zu erkennen sind.

Das Alter der untersten Schichten des Deckgebirges in unsrer Gegend dürfte rund 190 Mio. Jahre betragen. Diese Zahl ist keine endgültige Grösse, sie ist die exakteste, die uns im jetzigen Zeitpunkt der Forschung zur Verfügung steht. Auch wenn sie noch um ein paar Mio. Jahre höher oder tiefer angesetzt werden sollte, vermittelt sie uns doch ein gutes Bild von der zeitlichen Distanz zwischen dem Beginn des Erdmittelalters und unsrer Zeitrechnung und kommt dem Bedürfnis der jungen Leser nach absoluten Zahlen entgegen.

Die Triasformation

Der Buntsandstein

Mit dem Namen Buntsandstein bezeichnet der Geologe die älteste Abteilung der Triasformation. Der Name stammt von der Hauptgesteinsart, welche in Mitteleuropa die Schichten dieses Alters aufbaut. Leider ist der Buntsandstein auf dem Gebiet des Kantons nirgends anstehend. Das Wutachtal an der Westgrenze ist zu wenig tief eingeschnitten, als dass er sichtbar wäre. Nicht einmal bei der Salzbohrung von Siblingen im Jahre 1913 hat man ihn erreicht, obwohl die Bohrtiefe fast 380 Meter betrug. Hingegen wurde er durchstossen bei den Salzbohrungen in Schleitheim und Beggingen. Wir begegnen diesen Schichten, kurz bevor das Grundgebirge auftaucht, im Merenbachtal auf dem Weg von Stühlingen nach Bonndorf, zwischen Weizen und Schwaningen. Im Durchschnitt ist der in der Nähe unserer Westgrenze abgelagerte Buntsandstein 9—12 Meter mächtig. Diese geringmächtige Schicht umfasst aber bei weitem nicht den ganzen Buntsandstein, der ausgedehnten Landschaftsteilen Deutschlands seinen Stempel aufdrückt. In Norddeutschland erreicht er im Untergrund eine Mächtigkeit von 1400 Metern. Die Schichten bauen die Insel Helgoland auf, sie prägen die Landschaften im Thüringischen, am untern Neckar und am untern Main, sie liefern im Elsass den Vogesensandstein. Die meist rötliche Farbe ist charakteristisch für

manches Bauwerk. Andersfarbige, gebleichte und «getigerte» Sandsteine treten gegenüber den roten stark in den Hintergrund. Auch die Härte ist wie die anderer Sandsteine stark davon abhängig wie die einzelnen Quarz- (= Sand) Körner zusammengekittet werden. Die Verwendung als Baustein und die Erscheinungsweise in der Landschaft stehen damit in engem Zusammenhang. Harte Bänke führen zu Steilstufen, weichere Schichten zu ebneren Flächen. Der Reichtum an Kieselsäure und die Kalkarmut machen sich in Vegetation und Kulturfähigkeit bemerkbar. Die eintönigen Quarzböden tragen Wald und werden von der Landwirtschaft gemieden.

Wie bereits bemerkt, ist die Ablagerung des Buntsandsteins im Südschwarzwald eigentlich recht spärlich. Der untere und der mittlere fehlen ganz. Der obere Buntsandstein ist auch weniger mächtig als in andern Gegenden. Wie ist das zu erklären? Um das verstehen zu können, müssen wir die Umstände näher betrachten, die zur Ablagerung dieser Sande geführt haben. Auf zwei Seiten einer dreieckförmigen Mulde erstreckten sich Gebirge, welche durch Flüsse abgetragen wurden. Das Material wurde in die Mulde eingeschwemmt. Diese senkte sich fortwährend und konnte gewaltige Massen Abraumes aufnehmen. Die Gebirge hat man sich ungefähr zwischen Aachen und Lyon einerseits und der Zentralschweiz und Böhmen anderseits zu denken. Von hier wurden Konglomerate und vorwiegend Sande bis nach Norddeutschland verfrachtet. Das Gebiet des Schwarzwaldes ragte noch längere Zeit aus dem Aufschüttungsgebiet heraus und wurde erst gegen das Ende der Buntsandsteinzeit ebenfalls zugeschüttet. Das erklärt das Fehlen des unteren und mittleren Buntsandsteins in unserer Nachbarschaft. Die ganze Periode ist durch relativ spärliche Funde an versteinerten Pflanzen und Tieren gekennzeichnet, was auf eine wüstenartige Landschaft schliessen lässt, in der allerdings fliessende Gewässer und abflusslose Seen nicht ganz fehlten. Zahlreiche Funde von Rippelmarken (versteinerte Furchen und Kämme, die das Wellenspiel am Grunde eines Gewässers hervorzurufen vermag), Trockenrisse, wie man sie in den Tonwästen findet, ja selbst versteinerte Regentropfen legen Zeugnis ab von einem pflanzenleeren, wüstenartigen Aufschüttungsbecken im Herzen Mitteleuropas. Ein Meeresgebiet befand sich damals im Südosten Europas. Doch bald wird auch das eben besprochene Buntsandstein-gebiet vom Meere erobert und andere Ablagerungen lösen die Sandsteine ab.

Der Muschelkalk

Die auf den Buntsandstein folgende nächstjüngere Abteilung der Trias-formation trägt den Namen Muschelkalk. Damit keine Verwechslungen entstehen, sei von Anfang an darauf aufmerksam gemacht, dass dieses Wort zwei Bedeutungen haben kann, die nicht gleichwertig sind. Ursprünglich stammt der Name vom Aussehen einzelner Kalkschichten, die sich ausschliesslich aus den Resten unzähliger Muschelschalen aufbauen. Der Eindruck dieser verkalkten Muscheltrümmer muss bei den Ablagerungen über dem Buntsandstein ein hervorstechender gewesen sein, dass man kurzerhand den ganzen Schichtenstoss mit diesem Namen kennzeichnete. In der Folge ist dieser Ausdruck ein zeitlicher Begriff geworden und wird als solcher auch von Gesteinen gebraucht, die weder Kalk noch Muscheln enthalten. Anderseits findet man eigentlichen Kalk mit Muscheln, also auch «Muschelkalk» in noch viel jüngeren Ablagerungen, die zeitlich sehr weit von der Trias entfernt liegen.

Was hat nun die Geologen bewogen, die älteren Ablagerungen der Trias in zwei Abteilungen — es kommt später noch eine dritte dazu — zu trennen? Was braucht es überhaupt, bis sich das Aufstellen einer neuen Abteilung oder die Neuschöpfung eines Namens für eine Stufe oder einen Horizont rechtfertigt? Die Antwort ist nicht so einfach zu geben, denn die Namengebung ist das Ergebnis vieler Umstände. Zumeist ist sie das Werk eines oder mehrerer Forscher, die auf Grund ihrer Arbeiten zwecks besserer Uebersichtlichkeit neue Namen schufen, welche dann von andern übernommen und auf Länder, Kontinente, sogar auf den ganzen Erdball ausgedehnt wurden. Falls nicht spätere Ergebnisse die Aufhebung oder eine Neueinteilung geraten erscheinen liessen, blieben die erstgeprägten Namen erhalten, auch wenn sie anfänglich nur eine beschränkte Reichweite besassen. So stellten die Geologen in Süddeutschland einen gewaltigen Unterschied fest zwischen den überwiegend sandigen Ablagerungen, die man heute zum Buntsandstein zählt, und den kalkigen Sedimenten mit den versteinerten Meerestieren, welche auf ganz andere Weise entstanden waren. Das Gesicht — oder wie der Geologe sagt, die Fazies — nimmt plötzlich einen andern Ausdruck an. Dabei ist sofort leicht einzusehen, dass ein Fazieswechsel nicht in jedem Falle auch einen Zeitunterschied begründet. Vergleicht man z. B. in der Gegenwart die Ablagerungen von Wüstenschutt und Tiefseeton, so besteht zwischen beiden sicher ein beträchtlicher fazieller Unterschied, zeitlich gehören aber beide der gleichen Epoche an. Die Fazies kann also zur gleichen Zeit auch bei ungestörten Lagerungsverhältnissen auf relativ engem Raume (z. B. Brandungsküste und Binnensee) stark wechseln. Es kommt aber auch vor, dass die Schichten über längere Zeiträume, d. h. in vertikaler Ausdehnung, ihr Aussehen beibehalten. Fazieswechsel sind für den forschenden Geologen wichtige Hinweise. Er wird

daraus seine Schlüsse ziehen; nur darf er aus einer lokalen Beobachtung heraus nicht annehmen, es sei mindestens die Neuschöpfung des Namens eines geologischen Zeitalters fällig, bevor er nicht im ganzen Land oder auf dem ganzen Kontinent abgeklärt hat, wie sich seine Beobachtung oder Entdeckung in das Gebäude der bereits vorliegenden Erkenntnisse einordnen lässt.

Manchmal führte das zeitlich beschränkte Auftreten von bestimmten Pflanzen (Karbon = Steinkohlenalter) zur Abgrenzung geologischer Epochen, oft waren es Tiere, welche die Grenzen bestimmten. Häufig war es ein charakteristischer Gesteinstyp (Kreide) oder die annähernd gleichartige Entstehungsweise in einem bestimmten Raum (Devon, Jura), die den ersten Namen abgegeben haben. Die Namen wurden von der Fachwelt übernommen und beibehalten, sofern nicht schwerwiegende Gründe für eine Änderung sprachen. Besonders an der Haupteinteilung wird aus praktischen Gründen wenig geändert, sie hat sich international eingebürgert. Der Franzose sagt *le Muschelkalk*, und die Deutschen sprechen von *Aalénien* (unterster Braunjura), obgleich der französische Ausdruck von einer deutschen Stadt herstammt.

Nun zurück zu unserm Muschelkalk. Bereits wurde oben erwähnt, dass die Meeresablagerungen überhand genommen haben. Eindeutige Zeugen sind die Cephalopoden (Kopffüßler), die nach dem Buntsandstein in den Gesteinsschichten auftreten. Diese Meeresbewohner werden zu den Weichtieren oder Mollusken gezählt wie die Schnecken, mit denen sie fälschlicherweise zusammengeworfen werden, weil sie auch ein schneckenartiges Gehäuse ihr eigen nennen. Man rechnet sie zu den höchstentwickelten Weichtieren, ihre heutigen Verwandten sind die Tintenfische. Besonders auffallend ist ihr massenhaftes Vorkommen in den tieferen Meeren im Raume des heutigen Südosteupas. Im süddeutschen Raum, zu dem wir auch geologisch unsern Kanton zählen müssen, handelte es sich um ein seichteres Binnenmeer, vergleichbar mit der Ostsee. Hier gibt es weniger Arten, dafür von einzelnen Arten Unmassen von versteinerten Individuen. Muscheln sind nicht in allen Schichten anzutreffen zum Leidwesen vieler Sammler, die es nicht begreifen können, dass man solch sterilen Kalkbänken, den Namen Muschelkalk hat zulegen können. Die Muscheln beschränken sich eben auf Ansammlungen an gewissen Orten wie heute noch im Meer. Wir treffen neben den Muscheln im zoologischen Sinne noch eine andere Gruppe von Schalentieren, die in Massen auftreten können, die Brachiopoden (Armkiemer oder Lochmuscheln). Dazu gesellen sich aus dem Stamm der Echinodermen (Stachelhäuter) die Seelilien. Die versteinerten zarten Gliederstücke ihrer schlanken Stiele vermögen ganze Gesteinsbänke aufzubauen, sogenannte Trochitenkalke.

Die Ausdehnung des Muschelkalk-Binnenmeeres umfasste die Gebiete zwischen Burgund und Schleswig-Holstein und zwischen Niederrhein und Polen. Böhmen und Südbayern waren Festland, ebenso der Ostrand des Beckens von

Paris westlich von Lothringen. Ein tieferes Meer dehnte sich, wie bereits erwähnt, im Mittelmeerraum aus.

Nicht nur die auftretenden Tierarten rechtfertigen einen neuen Namen für die Schichten, die auf den Buntsandstein folgen. Auch die Gesteine haben überwiegend einen andern Charakter. Wichtigstes Sediment ist der Kalk (CaCO_3). Weil er auch für die nächstjüngeren Ablagerungen in unserm Kanton eine überragende Rolle spielt, lohnt es sich, bereits an dieser Stelle näher auf seine Entstehung einzutreten. Ich halte mich dabei an das prächtige Buch von *Georg Wagner* (Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte). Bei der Ausscheidung von Kalk sind in erster Linie Pflanzen und Tiere beteiligt. Zu den ersteren rechnet man verschiedene Kalkalgen, unter den letzteren sind es speziell die Muscheln, die ganze Bänke aufzubauen vermögen. Brachiopoden und Seelilien wurden bereits erwähnt, Schwämme und Korallen werden später in Erscheinung treten. Nicht aller Kalk stammt von Organismen. Auch auf anorganischem Wege können sich bei zunehmender Verdunstung eines mehr oder weniger abgeschlossenen Gewässers stärkere Kalkschichten abscheiden. Aber nicht allein das reine Kalziumkarbonat (d. i. der chemische Name des Kalkes) wird bei diesen Vorgängen abgelagert. Oft mischt sich dem Kalk das Magnesiumkarbonat bei, worauf der Geologe von einem andern Mineral, dem Dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) spricht. Es ist der gleiche Name, wie ihn die aus ihm aufgebauten Kletterberge in den Ostalpen tragen. Im Aussehen hat der Dolomit grosse Aehnlichkeit mit dem Kalk, so dass er nicht auf Anhieb stets auseinandergehalten werden kann. Die zahlreichen Uebergänge vom reinen Kalk über den kalkigen Dolomit zum normalen Doppelsalz erleichtern das Erkennen keineswegs. Neben diesen wichtigsten Ablagerungen im Muschelkalkmeer seien auch noch die Ausscheidungen von Kieselsäure erwähnt, die da und dort als Hornsteine auftreten. Schliesslich sind die zahlreichen Ablagerungen von Gips und Kochsalz (NaCl) aus dieser Zeit zu nennen. Wenn die Verdunstung zunimmt, kommen in einer abgeschnürten Meeresbucht oder in einem See in erster Linie Kalk und Dolomit zur Ausscheidung. In stärkerem Masse treten aber mit dem Fortschreiten der Verdunstung die andern Salze auf den Plan, bis in den idealsten Fällen die Edelsalze (mit Kalium) ausgefällt werden. Der Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) und sein naher Verwandter der Anhydrit (CaSO_4) sind im Muschelkalk häufige Erscheinungen. Neben der Verwendung des Gipses im Gewerbe und als Dünger in der Landwirtschaft, die ihn in vorteilhaftem Glanze zeigt, muss man doch auf schwerwiegende Nachteile aufmerksam machen. Der grösste ist der, dass er im Wasser löslich ist. Seine Löslichkeit ist keineswegs enorm, aber sie führt doch dazu, dass die Gewässer ganze Schichten, Linsen und Stöcke aufzulösen vermögen. Es entstehen Höhlen, und oft stürzen die andern Schichten nach bis an die Erdoberfläche. Es bilden sich Einsturztrichter, sogenannte Erdfälle oder Dolinen. Beispiele sehen wir im Glegg

südwestlich von Schleitheim und an verschiedenen Orten im Wutachgebiet. Der eindrücklichste Erdfall ist noch keine 10 Jahre alt und befindet sich zwischen Göschweiler und Löffingen. Die entstehende bleibende Härte des Wassers wird gar nicht geschätzt. Wie die Formel zeigt, enthält der Anhydrit kein Wasser. Er ist deshalb bestrebt, durch Wasseraufnahme in Gips überzugehen, was zu Quellungen führt, welche ebenfalls unangenehme Folgen haben können. Die Stollenbauer im Gebirge wissen davon ein Liedlein zu singen.

Die Gesamtmächtigkeit der Muschelkalklagerungen erreicht in Mitteldeutschland ein paar hundert Meter, im Wutachtal und den im Westen und Norden anschliessenden Hochflächen 130 Meter. Der Muschelkalk ist ein wichtiges Element im Aufbau der südöstlichen Schwarzwaldlandschaft. Ihm ist u. a. das romantische Aussehen der Wutachschlucht zu verdanken. Er bildet den Westrand des Kantons Schaffhausen. Ihm gehören die ältesten auf Kantonsgebiet anstehenden Gesteine an. Er bildet den Untergrund der stark landwirtschaftlich genutzten Hochflächen, die sich hinter dem Schloss Lupfen von Stühlingen bis gegen Wellendingen hinziehen. Im Kanton Schaffhausen baut er die Wutachtalhänge vom Seldengraben bis nach Wunderklingen auf. Im mittleren Muschelkalk befinden sich die Gipsstollen von Oberwiesen, welche leider heute eingestürzt sind. Damit ist der letzte Bergwerksbetrieb des Kantons verschwunden. Anderorts holt man aus dem Muschelkalk gewaltige Mengen Kochsalz. Bei uns sind die Bohrungen von Schleitheim (1823/24), Beggingen (1832/35), Siblingen (1913) und Wilchingen (1921) erfolglos geblieben. Dagegen wird in zahlreichen Steinbrüchen Kalkstein abgebaut, in der deutschen Nachbarschaft als Rohstoff für die Zementindustrie früher als Baustein. Gewisse Gesteine eignen sich nämlich vorzüglich für Wasserbauten. Der obere Muschelkalk tritt in der Landschaft in steilen Felswänden in Erscheinung. Unter den Wänden breiten sich zum Teil steile Block- und Schutthalden aus. Besonders eindrucksvoll sind die Felsen bei Blumegg nördlich von Grimmelshofen. Alle Gräben, die sich im Westen des Hallauerberges gegen das Wutachtal öffnen, durchschneiden den Hauptmuschelkalk und erreichen in ihrem Unterlauf den Gehängeschutt des mittleren. Das Wellengebirge ist auf Kantonsgebiet nirgends anstehend.

Das folgende Profil zeigt die weiteren Unterteilungen, die der Geologe beim Muschelkalk unserer Gegend vornimmt.

Muschelkalk

Keuper

Oberer Muschelkalk

= Hauptmuschelkalk

Mittlerer Muschelkalk

= Salzgebirge

Unterer Muschelkalk

= Wellengebirge

Buntsandstein (oberer)

Grundgebirge

Trigonodus Dolomit

obere Brockelkalke

Elbenstein

Untere Brockelkalke = Nodosuskalk

Pemphixschichten

Trochitenkalke

Kieselkalke

Dünnpflattige Dolomite

Gips

und

Anhydrit

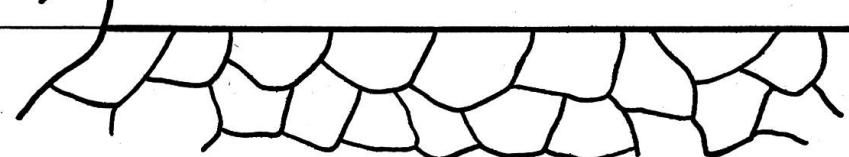
Orbicularismergel

10 Meter

Wellenkalk

Steiglitzbank

Wellendolomit



Der Keuper

Das oberste Glied der Triasformation ist nach einem fränkischen Wort, das soviel wie bunte Mergel bezeichnet, mit dem Namen Keuper in die internationale Nomenklatur eingegangen. Die vorwiegende Farbe dieser Ablagerungen ist ein rotes Braunviolett (Hallauer Rebberg). Ganz allgemein versteht man unter Mergel ein Gestein, welches, mehr oder weniger verfestigt, ein Gemenge von Kalk und Ton darstellt. Den meisten Lesern wird das Wort Mergel weniger geläufig sein. Die weichen Mergelarten decken sich vorstellungsmässig am ehesten mit dem, was wir als Lehm oder Lett bezeichnen, die harten ähneln oft dem Kalkstein. Durch Beimischungen von Eisenlösungen nehmen diese Mergel verschiedene Färbungen an. Wir merken uns bei dieser Gelegenheit, dass dreiwertiges Eisen rote, zweiwertiges grüne Farbtöne hervorruft. Brauneisenstein ist für die braunen und gelben Farben unserer Gesteine und Böden verantwortlich. Graue Mergel können das Ergebnis einer chemischen Reduktion sein. Dunkle Tone enthalten entweder Schwefelkies oder organische Bestandteile (Kohlenstaub, Bitumen). Bei dieser Gelegenheit sei noch erwähnt, dass die Mergel als ein Gemisch von Kalk und Ton verschiedene Anteile dieser Stoffe enthalten können. Was der Laie gesamthaft als Lehm oder einfach Dreck bezeichnet, trennt der Geologe nach entsprechenden Untersuchungen auf in Ton, Tonmergel, Mergelton, Steinmergel, Salz- oder Gipsmergel. Kommt noch eine Verfestigung, Schieferung, dazu, dann spricht er von Schieferton, Tonschiefer, Mergelschiefer oder nach bestimmten Beimengungen von Kupfer- oder Alaunschiefern oder nach der Verwendungsart von Griffel- und Dachschiefern. Diese kleine Aufzählung möge den Leser einen Blick tun lassen in des Geologen Wortschatzkästlein.

Weil nun die Mergel neben dem Kalk, dessen Entstehung wir beim Muschelkalk erwähnt haben, Ton enthalten und in jüngeren Gesteinsschichten überaus oft anzutreffen sind, wollen wir auch kurz auf die Entstehung der Tone eingehen. Bei der Zersetzung der Erstarrungssteine fällt dieses Material an. Als Kaolin oder Porzellanerde findet es in der Keramikindustrie Verwendung. Seit uralten Zeiten dient es zur Herstellung von Ziegeln. Sehr oft bleiben aber die Tone nicht an ihrer primären Lagerstätte erhalten, sondern sie werden durch das Wasser in Seen und Meere verfrachtet und lagern sich dort an sekundärer Stelle ab. Wir erhalten Schlamm, Schlick oder Tiefseeton. Tone sind demnach Absätze von Gewässern, die sich aus so kleinen Stoffteilchen aufbauen, dass diese weder von Auge noch mit dem Tastsinn zu erkennen sind. Als Flusstrübe wandern diese allerkleinsten Mineralsplitter weit hinaus in die stehenden Gewässer und bilden dort im Laufe der Jahrtausende ansehnliche Schichten, die sich allmählich verfestigen und uns zwischen den andern Sedimentgesteinen erhalten bleiben. Da nun in den Gewässern meist gleichzeitig auch Kalk z.B. als Seekreide zur Ablagerung kommt,

kann man sich die Entstehung der Mergel und deren relative Häufigkeit sehr gut erklären.

Aber nicht allein die Mergel prägen den Keuper. Je nach Schleppkraft bringen die Flüsse nicht nur allerkleinste Zersetzungsteilchen mit, sie vermögen auch gröberes Material, das bei der Gesteinsverwitterung anfällt, wegzuschaffen. Teilchen, die über $1/50$ Millimeter Durchmesser aufweisen, erhalten bereits den Namen Sand. Vom Feinsand bis zum Grobsand (2 Millimeter Korngrösse) sind im mittleren und oberen Keuper verschiedene Ablagerungen anzutreffen, die manchmal zu hartem Sandstein verfestigt, markante Schichtstufen in der Landschaft bilden. Unter Sandstein versteht der Geologe also eine verfestigte Masse von Sandkörnern, die durch einen Zement (Bindemittel) zusammengehalten werden. Bereits beim Buntsandstein haben wir gesehen, dass die Sandkörner allermeist robuste Quarzkörner sind. Das Bindemittel hingegen kann mergelig, kalkig oder kieselig sein. Je nachdem ist der Stein leichter zu bearbeiten, je nachdem ist er aber auch haltbarer.

Neben den Mergeln und den Sandsteinen spielt wiederum der Gips eine wichtige Rolle im Keuper des süddeutschen Raumes. Wir haben ihn bereits beim Muschelkalk kennengelernt. Er ist oft mit Ton vermischt und hat zumeist ein hell- bis dunkelgraues Aussehen. Man findet aber im Gipskeuper manchmal Lagen von weissem, seidenglänzendem Fasergips oder Nester von rosarotem, weichem Alabaster.

Nachdem wir nun mit den wichtigsten Gesteinen, welche die Keuperschichten unserer Gegend aufbauen, Bekanntschaft gemacht haben, stellen wir die Frage nach ihrer Herkunft. Noch immer haben wir wie zur Zeit des Buntsandsteins ein weites flaches Becken, das im SO begrenzt ist durch das Vindelizische Gebirge, das sich von der Zentralschweiz über das jetzige bayrische Alpenvorland bis zum Böhmerwald erstreckte. Dabei vergegenwärtige sich der Leser stets, dass weder Alpen, noch Jura, noch Schwarzwald vorhanden waren. Im Westen war das Becken durch einen Gebirgsrücken, der vom Zentralmassiv bis zu den Ardennen reichte, begrenzt. Zwischen diesen immer flacher werdenden Erhebungen dehnte sich also ein ebener Trog aus, der zeitweise von einem Flachmeer überflutet war (Muschelkalkmeer), manchmal lagunenähnlich aussah, manchmal als Festland mit Seen die Abschwemmassen der nahen Gebirge aufnahm. Die verschiedenen Ablagerungen, Sande und Tone können verschiedene Ursachen haben. Eine Hebung des Ufers, d. h. eine Verstärkung des Reliefs führt eine Vergrößerung des Ablagerungsmaterials herbei; die gleiche Wirkung können grössere Niederschlagsmengen haben, weil grössere Wassermassen ebenfalls gröberes Material fortbewegen können. Anderseits weisen die Mergelbildungen auf eine Verflachung (Senkung) des Ufers hin und das Auftreten des Gipses wird durch starke Verdunstung in einem trockenen Klima hervorgerufen. Die Lebewelt hat während der Keuperzeit in unsrer Gegend keine guten Bedingungen vorgefunden. Dementsprechend finden

wir nur spärliche Versteinerungen. Neben einigen Muscheln und dem Estheria-Krebschen treten noch ein paar Saurierarten in Erscheinung. Dazu gesellen sich die Abdrücke von Schachtelhälften, die fälschlicherweise als Schilf gedeutet und auf den Sandstein gleichen Namens übertragen wurden. Im untern Keuper und im obersten, die in unserm Gebiete beide nur geringmächtige Ablagerungen bilden, trifft man verschiedentlich auf sogenannte Bonebeds. Mit diesem englischen Ausdruck bezeichnet man Schichten, in denen zahlreiche Trümmer von Knochen, von Schuppen und Zähnen eingebettet liegen.

Die Verbreitung des Keupers erstreckt sich vorzugsweise auf die Gemeinden Beggingen, Schleitheim und den Hallauerberg. Wohl der bekannteste Aufschluss ist derjenige im Seewibruch zwischen dem Dorf Beggingen und dem Birbistel. Der untere Keuper, die Lettenkohle, ist in unserer Gegend nur wenig mächtig. Den oberen, das Rhät, kennt man auch nur von einem Ort, den Breitelen beim Bürgerheim Hallau. Gut ausgebildet ist hingegen der mittlere Keuper. Wir unterteilen ihn bei uns in Gips- und Sandsteinkeuper. Während der liegende Teil, der Gipskeuper, sich vornehmlich aus Mergeln mit Gipslagen, Nestern, Knollen und Linsen ganz verschiedener Mächtigkeit aufbaut und vielerorts in alten, heute ausser Betrieb stehenden Gipsgruben sichtbar wird, haben wir vom Sandsteinkeuper im obengenannten Seewibruch ein prächtiges Profil. Es beginnt unten mit einer Wand von dunkel-rotbraun-violettem Sandstein. Dieser Schilfsandstein ist der eigentliche Keuperwerkstein. Beimengungen von Glimmer und das tonige Bindemittel machen aus ihm einen leicht bearbeitbaren, aber nicht immer genügend widerstandsfähigen Baustein. Dies war mit ein Grund, warum bereits im letzten Jahrhundert dafür kein Absatz mehr gefunden werden konnte und die Steinbrüche aufgegeben wurden. Bunte Mergel, die mit dem Hauptsteinmergel oder wie er in der Wutachgegend heißt, dem Durrörlestein, und dem Stubensandstein abwechseln, beschliessen das recht eindrucksvolle Profil des Sandsteinkeupers. Der Stubensandstein ist grobkörniger, hellfarbig, manchmal fast weiss. Harte Stücke davon lieferten Mühlsteine, während Vorkommnisse ohne Bindemittel lockeren Streusand ergaben.

In Breitelen ob Hallau wurde das einzige Vorkommen von Oberem Keuper entdeckt. Diese Schichten gehören zum Rhät. Darin fand man Zähnchen der primitivsten Säugetiere, die mit dem Ende der Triaszeit zum ersten Male in der Erdgeschichte in Erscheinung treten.

Auch hier wollen wir wieder mit einem ausführlicheren Profil die Keuperschichten in unserm Kanton festhalten.

Keuper

Schwarzer Jura

Oberer Keuper

Rhät

Sandsteinkeuper

Obere Bunte Mergel

= Knollenmergel

Stubensandstein

Mittlere Bunte Mergel

Hauptsteinmergel

Untere Bunte Mergel

Schilfsandstein

Mittlerer Keuper

9 Meter

Bunte Mergel

Gipskeuper

und

Gips

Unterer Keuper

Lettenkohle

Grenzdolomit

Muschelkalk

Die Juraformation

Die auf die Trias folgende Formation erhielt den Namen Juraformation, weil ihr die Hauptgesteinsschichten des Gebirges angehören, das uns allen als französischer, schweizerischer, schwäbischer und fränkischer Jura bekannt ist. Aber das Vorkommen gleichaltriger Schichten ist keineswegs auf Europa beschränkt. Man findet Jura-Gesteine auf allen Kontinenten. Aus England kam die Unterteilung in drei Abteilungen: Lias, Dogger, Malm. In Schwaben sind die Ausdrücke: Schwarzer, Brauner und Weisser Jura geläufiger. Sie decken sich nicht ganz mit den englischen, lassen sich aber auch nicht ganz mit den französischen gleichstellen. Wir werden uns im folgenden an die deutsche Benennung halten, weil die Schichten des Randens in Erscheinung und Bau den schwäbischen am nächsten stehen.

Die Anfänge dieser Ablagerungen liegen gegen 160 Mio. Jahre zurück. Die Juraformation dürfte sich über eine Zeitspanne von 25 Mio.—30 Mio. Jahre erstreckt haben. Es handelt sich in Süddeutschland überwiegend um Ablagerungen eines Binnenmeeres, das nicht sehr tief war (bis 500 Meter), aber mit den tieferen Weltmeeren in weitem Ausmaße in Verbindung stand. Das Uebergreifen (Transgression) des Meeres auf die eingeebnete Landschaft der Trias dürfte in der Braunjura-Zeit ihr grösstes Ausmass erreicht haben. Heute bilden die Jurasedimente einen Bestandteil des den Schwarzwald umhüllenden Deckgebirges, wobei die widerstandsfähigeren Schichten am meisten zum Decken-Charakter beitragen.

Die Tierwelt dieser Zeit hat in ihrer Entwicklung bedeutende Fortschritte gemacht. Den Ablagerungen entsprechend, trifft man bei uns ausschliesslich versteinerte Meerestiere. Sie umfassen unter den Einzellern die Radiolarien, unter den Mehrzellern Schwämme, Korallen, Stachelhäuter, Muscheln, Schnecken, Ammoniten, Belemniten, Brachiopoden. Die Wirbeltiere sind vertreten durch Fische, Amphibien, Reptilien und durch den Urvogel. Der letztere ist mit den Insekten zusammen ein Beweis, dass das Land nicht sehr weit entfernt sein mochte.

Die Pflanzenwelt ist gekennzeichnet durch Algen, Pilze, Farne und die nacktsamigen Gewächse. Die Angiospermen, die heutigen Blütenpflanzen, existierten zu dieser Zeit noch nicht. Aus Alaska sind Kohlenablagerungen aus dieser Zeit bekannt.

Die häufigsten Versteinerungen des Randens entstammen der Jura-Zeit. Es kann deshalb nichts schaden, wenn wir ganz allgemein darüber einige Worte verlieren. Vor allem glaube ich, dass jedermann, der einen Fund macht, wenigstens in der Lage sein soll, ihn einer Tierklasse zuzuordnen. Die Benennung der einzelnen Tierarten und Gattungen sei den Spezialisten vorbehalten, wir begnügen uns mit einer groben Einteilung.

Wie entsteht eigentlich eine Versteinerung, ein Fossil? Wir beobachten heute im Meere viele Tiere, die schon bei Lebzeiten ein Gehäuse aus Kalk besitzen. Wenn nun ein solches Tier abstirbt, sinkt sein Gehäuse auf den Grund und wird eingebettet. Aber nicht immer sind die Bedingungen günstig, dass uns das Tier erhalten bleibt. Von den Weichteilen wollen wir absehen, da braucht es ausserordentliche Verhältnisse, bis sie uns als Abdruck im Stein erhalten bleiben. Die Gerüstteile der Tiere dagegen bleiben öfter vollständig intakt, ebenso die Schalen. Manchmal findet man auch die Ausgüsse der Schalen, manchmal nur das Negativ. Oft treten im Verlaufe des Versteinerungsprozesses chemische Umsetzungen ein. Zufuhr und Auflösung von Kalk, Kieselsäure und Schwefelkies spielen die Hauptrolle. Man muss annehmen, dass nur ein verhältnismässig geringer Teil der Lebewesen uns in versteinertem Zustande überliefert worden ist. Aber durch genaues Studium gelangte man dazu, dass man heute unzählige Lagen in den verschiedenen Ablagerungsgesteinen der Erde zu unterscheiden vermag. Die vorherrschenden Versteinerungen einer Schicht, die Leitfossilien, hat man über Länder und Meere hinweg verglichen. Das Spezialgebiet der Geologie, das sich damit beschäftigt, ist die Stratigraphie, die Lehre von den Schichten, der die Wissenschaft sehr viele Erkenntnisse zu verdanken hat.

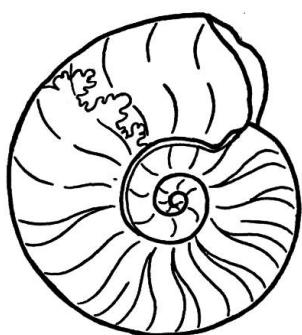
Uebersicht über das Tierreich :

Wirbellose	Einzeller (Protozoen)
	* Schwämme
	Korallen
	Würmer
	* Brachiopoden
	Gliederfüssler
	Krebse
	Insekten
Weichtiere (Mollusken)	* Schnecken
	* Muscheln
	* Cephalopoden
	Ammoniten
	Belemniten
Stachelhäuter (Echinodermen)	* Seeigel
	Seelilien
Wirbeltiere	Fische
	Lurche (Amphibien)
	Kriechtiere (Reptilien)
	Vögel
	Säugetiere

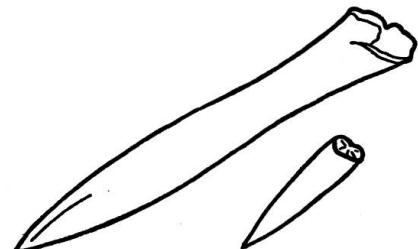
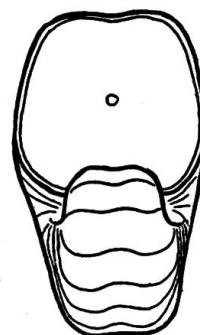
* Relativ häufig im Randengebiet als Versteinerungen anzutreffen.

Versteinerungen

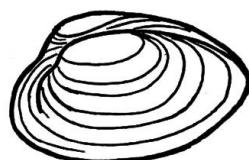
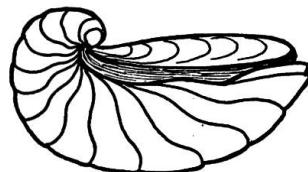
Ammonit



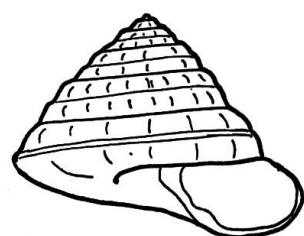
Nautilus



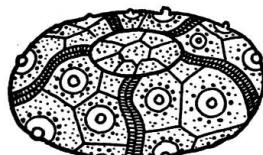
Belemniten



Muscheln



Lochmuscheln (Brachiopoden)



Seeigel mit Stachel

Schnecke



Schwamm

Der Schwarze Jura

Sein Name röhrt von den überwiegend dunkel gefärbten Gesteinen her. Oft ist es Schwefelkies oder Bitumen, die in feinverteilter Form die Schichten dunkel färben. Im Kanton Schaffhausen erstreckt sich sein Vorkommen über die Gemarkungen Beggingen, Schleitheim, Gählingen. Ferner zieht sich ein mehr oder wenig schmales Band über den ganzen Hallauerberg-Rücken hin.

Friedrich August Quenstedt, der grosse Tübinger Forscher und Gelehrte des letzten Jahrhunderts, unterteilte jede der drei Abteilungen des Juras in sechs Stufen, die er von unten nach oben mit den Anfangsbuchstaben des griechischen Alphabets bezeichnete. Aus praktischen Gründen ziehen wir diese Einteilung derjenigen seines Schülers *Oppel* vor, der jede Abteilung in verschiedene Ammonitenzonen unterteilte, das sind wenig mächtige Schichten, worin jeweils eine einzige Ammonitenart den Ton angibt. Aus der grossen Fülle der einzelnen Schichten, die nach dem vorherrschenden Fossil oder nach ihrer Beschaffenheit genannt werden, seien nur zwei besonders herausgegriffen.

Der Arietenkalk. Anlässlich der Güterzusammenlegungen in Beggingen und im Unterklettgau hat man an verschiedenen Stellen diese harten, 1,5 bis 3 Meter mächtigen, dunkelgrauen Kalke in kleineren Steinbrüchen gebrochen, um sie als Wegschotter oder zur Auskleidung von Wasserrinnen zu verwenden. Bei der Verwitterung werden diese grau-blauen Kalke durch Eisenlösungen ganz braun gefärbt. Der Kalk ist benannt nach dem Ammoniten Arietites (*aries* = Widder), der manchmal in grossen Exemplaren (bis 65 cm Durchmesser), meist aber nur in kleinen Bruchstücken darin anzutreffen ist. Das andere Fossil hingegen, die bogenförmig gekrümmte Gryphaea (Greifmuschel) kommt in Unmengen in diesen Schichten vor. Ein gut erreichbarer Aufschluss liegt westlich der Strasse Schleitheim-Oberhallau auf dem Oberhallauerberg unweit der «Passhöhe».

Der Posidonienschiefen. Dieser Teil des Schwarzen Juras besteht aus ungefähr 10 Meter mächtigen vorwiegend dunklen Mergelschiefen, in die drei härtere Kalkbänke eingelagert sind. Aus diesen Schiefern stammen die weltberühmten Saurierfunde von Holzmaden (Württemberg). Sie sind benannt nach einer kleinen Muschel mit weisser Schale Posidonia oder Posidonomya. Wegen ihres Gehaltes an Bitumen werden sie auch als Oelschiefer bezeichnet. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden diese Oelschiefer am Rand der schwäbischen Alb ausgebaut. Während des letzten Krieges produzierte man dort neuerdings Dieselöl. Leider war die Ausbeute bei einem durchschnittlichen Gehalt von 4—5 % nur geringer (*G. Wagner*). Das Bitumen ist auch in den drei Kalkbänken enthalten, die in die Schiefer eingelagert sind. Beim Anschlagen mit dem Hammer kann man einen besonderen Geruch feststellen. Die Kalkbänke heissen deshalb Stinkkalkbänke. Nicht wegen des Oels, das bei der reichhaltigsten Probe 3,15 % ausmachte,

wurden die Posidonienschiefer nördlich Gächlingen im Jahre 1946 untersucht, man dachte viel mehr daran, aus den Oelschiefern wie in Südschweden einen Leichtbaustein herzustellen. Die Angelegenheit hat sich bei uns als nicht wirtschaftlich erwiesen.

Diese Schieferschichten haben im Kanton ihre Hauptausbreitung nördlich und südlich von Beggingen (Hohlgasse), auf der Kirchenzelg südöstlich von Schleitheim und beim Berghof nördlich von Gächlingen. Die Siblingerhöhe, der Aegertli-pass, liegt ebenfalls in diesen Schichten. Der Schwarze Jura gilt durchwegs als fruchtbare Landwirtschaftsgebiet. Zahlreich sind die Fossilien, die auf den Aeckern zusammengelesen werden können, vor allem die Belemniten oder Teufelsfinger. Speziell erwähnt sei noch eine neuentdeckte Gattung eines Seesternes, den Prof. B. Peyer in Zürich anfangs der Vierzigerjahre der Gemeinde Hallau zu Ehren mit dem wohlklingenden lateinischen Namen *Plesiastropecten halloensis* aus der Taufe gehoben hat.

Der Braune Jura

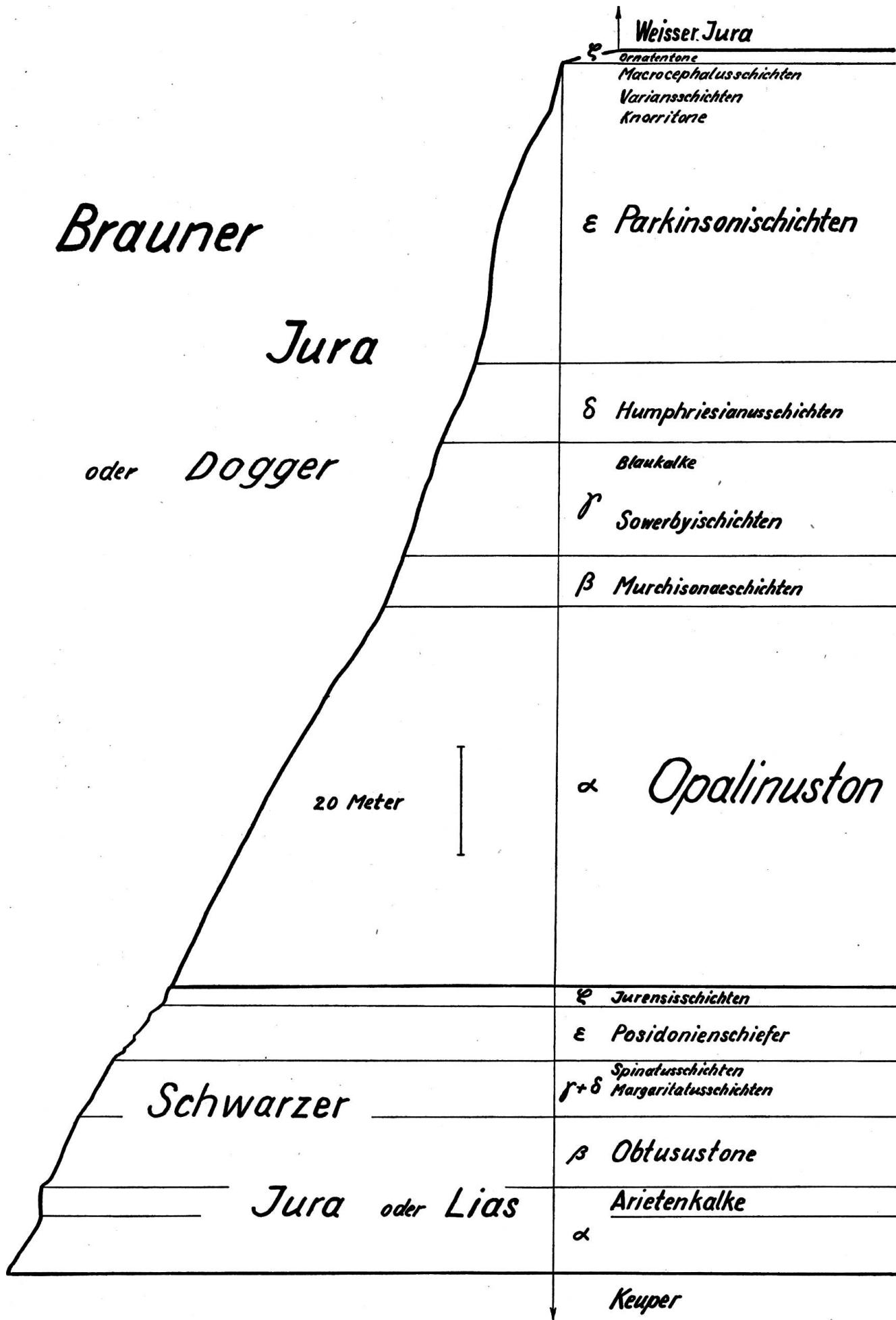
Der mittlere Teil der Juraformation, der auf den Schwarzen Jura folgende Braune Jura oder Dogger, ist im Kanton Schaffhausen ebenfalls vorwiegend im westlichen Teil anzutreffen. Dazu ist er im Gebiete von Bargen und Merishausen unter dem Schutt der untersten Talhänge anstehend. Seinen Namen hat er von der überwiegenden Farbe seiner Schichten erhalten. Sie ist vorwiegend auf den Brauneisenstein oder Limonit zurückzuführen, der im Meer der Braunjura-Zeit die Tone, Kalke und Sandsteine mehr oder weniger braun, gelb- oder rotbraun gefärbt hat. Die untersten Schichten des Doggers umfassen noch sehr dunkle Tone, so dass sie in Frankreich noch zum Schwarzen Jura gerechnet werden. Sie erreichen im Kanton eine Mächtigkeit bis zu 80 Metern. Es sind ausschliesslich weiche Tonschichten. Nach dem leitenden Ammoniten erhielten sie den Namen Opalinustone. In einer grossen Grube am SW-Fusse des Langen Randen auf Gemarkung Gächlingen werden sie durch die Ziegelei Paradies ausgebeutet. Dies ist zugleich der bedeutendste Aufschluss in diesen Schichten. Das Terrain des Opalinustones ist rutschig, uneben, zeigt Wülste und ist als Baugrund denkbar ungeeignet. Wald und Wiesen bedecken seine Böden. Rund um das Dorf Beggingen bilden sie die ausgedehnten Wiesenhänge gegen den Randen zu. Der Boden ist äusserst schwer und im Zustand der Nässe fast unwegsam. Um den Schleitheimer Schlossranden herum ziehen die Schichten östlich vom Babental bis fast zur Siblingerhöhe. Von hier kann man über den ganzen Hallauerberg marschieren bis zur Landesgrenze, ohne ihn anzutreffen. Erst auf dem Gemeindegebiet von Rechberg westlich von Erzingen tritt er wieder auf. Eine Verwerfung im SW-Zipfel des Hallauerberges hat zur Folge,

dass dort über dem oberen Schwarzen Jura die nächstjüngere Schichtfolge noch ansteht.

Ueber dem Opalinuston folgen verschiedene Schichten, die nach ihren Hauptammoniten benannt werden. Stark mergelig, mit einigen mehr oder minder harten Kalkbänken abwechselnd, bauen sich die weiteren Stufen des Doggers am Westrand des Randens auf. Die obersten erscheinen; wie bereits erwähnt, im Talgrund des Mühlitales bei Bargen und rund um das Dorf Merishausen. Aber auch am Fuss des Wannenberges und des Hemmings bei Neunkirch und bei Osterfingen bildet er die Unterlage des darüberliegenden Weissen Juras.

Eine wichtige Erscheinung im Brauen Jura sind die eisenschüssigen Schichten. Sie können einen Erzgehalt aufweisen, der ihren Abbau lohnt. Eines der grössten Eisenerzvorkommen Mitteleuropas, die Minette Lothringens, gehört zum untern Dogger. In unserm Kanton wurden während des letzten Krieges Untersuchungen angestellt, ob der Eisengehalt der Makrocephalus-Schichten im obersten Brauen Jura eine Ausbeutung erlaubte. Das Ergebnis war negativ. Die Gesamtmächtigkeit der in Frage kommenden Schicht erreicht im Mittel 1,3 Meter bei einem mittleren Eisenerzgehalt von 15,5 %. Das sind zu geringe Zahlen, wenn man in Betracht zieht, dass darüber mergelige Schichten lagern, die den Abbau sehr erschwert hätten. Die Gewinnung der gleichen Erze bei Zollhaus Blumberg während des Krieges war in Friedenszeiten sofort unrentabel und wurde eingestellt. In Herznach im Kanton Aargau werden sie heute noch abgebaut. Erwähnenswert ist das häufige Auftreten von Oolithen (Eiersteine, Rogensteine). Diese Gesteine enthalten in einem Bindemittel eingebettet lauter kleine Kügelchen, die an Hirse- oder Hanfkörner des Vogelfutters erinnern. Man unterscheidet Kalk- und Eisenoolithe. Oolithe sind charakteristische Gesteine des Doggers.

Den Abschluss des Brauen Juras bilden die Ornatentone. Sie stellen einen ausgezeichneten Quellhorizont dar, wo das Wasser des darüberliegenden Weissen Juras gesammelt wird und austritt.



Der Weisse Jura

Die Schichten des obersten Teils der Juraförmation nehmen den grössten Raum des Hauptteils unseres Kantons in Anspruch. Recht zahlreich sind die Aufschlüsse, wo die weisslich grauen, manchmal gelblichen Kalksteine anstehen. Zum Malm, wie der englische Ausdruck für Weissjura lautet, zählen wir die Kalksteine des Rheinfalls, den Felsuntergrund der Stadt Schaffhausen, die Gesteine der Randenhochfläche, die Hauptmasse des Reiats und einen wesentlichen Teil des Höhenzuges zwischen Klettgau und Rhein. Der Malm beginnt, international gesehen, mit den bei uns noch braunen Makrocephalusschichten, der Weisse Jura hingegen weiter oben mit den Birmensdorferschichten.

Die Beschaffenheit der einzelnen Malmstufen ist sehr verschiedenartig. Tonig-mergelige Schichten wechseln ab mit schön gebankten und geschichteten Kalken. Daneben treten noch massive Felsen auf. Das Liegende des ganzen Schichtenpakets ist wiederum wie beim Brauner Jura eine mächtige Folge von Tonen, die mit einer Schicht Schwammkalk abschliesst und von einer noch mächtigeren Serie von regelmässig geschichteten und geklüfteten Kalken überlagert wird. Diese haben den Namen Wohlgeschichtete Kalke erhalten und sind in manchen Steinbrüchen sichtbar. Zu ihnen rechnet man z.B. die Wand unterhalb des Siblinger Randenhauses, ferner die Steinbrüche in der Sommerhalde und diejenigen zwischen Klosterfeld und dem Dorf Hemmental, südöstlich von Guntmadingen, im Ergoltingertal, im Wangental, westlich der Beringer Teufelsküche und andern Orten. Der Kalkstein der Betastufe ist dicht und ziemlich rein. Er wurde früher in Beggingen und Hemmental als Lithographiestein gewonnen. Ganz frisch ist er dunkelgrau und bleicht dann aus. Oft ist er mit einem rötlichen Ueberzug, der auf einen Algenbelag zurückzuführen ist, versehen. Vielfach werden diese Steine als Wegschotter oder für Trockenmäuerchen verwendet. Bis 90 Meter Mächtigkeit erreichen diese Wohlgeschichteten oder Beta-Kalke. Stellenweise sind die Kalkbänke durch dünne Mergelzwischenlagen voneinander getrennt. Sie bilden in der Landschaft die höchste Steilstufe der Randentafel. Meist wächst auf diesen Steilhängen Buchenwald. Je mehr Schutt, desto besser ist der Baumbestand. Wo hingegen die Humusschicht spärlich und fast kein Boden vorhanden ist, hat der Forstmann Mühe, den Wald hochzubringen. Der Nutzen des Waldes besteht hier nicht in seinem Ertrag als vielmehr in der Tatsache, dass das Wurzelwerk der Bäume den mageren Boden zusammenhält und ihn vor Erosion schützt. Bei der Steilheit der Hänge wäre mit starker Abschwemmung zu rechnen. Denn schon früher hat die Verwitterung enorm viel eckigen Schutt aus diesen einst wohlgeschichteten Kalken über die unterste Stufe des Malm und den oberen Dogger ausgetragen. Die kräftige Durchtalung der Randentafel deutet an, dass zudem gewaltige Mengen von Schutt weggeführt worden sind. Da die zerklüfteten Beta-Kalke das Wasser

ungehindert und schnell in die Tiefe leiten, finden wir erst Quellen, wo sie auf der Alpha-Stufe aufliegen. Für den Fossiliensammler weisen diese Kalke einen grossen Nachteil auf: sie enthalten kaum Versteinerungen.

Dies ändert nun mit einem Schlage, indem der mittlere Malm, die Gamma-Stufe, in unserm Gebiete mit einem reichhaltigen Angebot an Versteinerungen aufwartet. Das Gestein wird mergelig, seine Farbe ist grau. Die weichen Schichten bedingen eine Verflachung des Terrains. Ueber der Mauer der Beta-Kalke folgt die flachere Stufe der Gamma-Mergel. Leider ist nun der versteinerungsreichste Teil des Malms bei uns technisch nicht interessant, weshalb man darin keine Steinbrüche angelegt hat. Nur wenn beim Strassenbau diese Schichten angeschnitten werden, ist Hoffnung vorhanden, dass man fossilreiche Stellen entblösst. An einem Ort jedoch, im Gewann Almenbühl nördlich des Kerzenstüblis, hat die Natur durch die gewaltige Bibertalverwerfung diese Schichten blosgelegt. Grössere Teile der Randenhochfläche werden von den Gammamergeln eingenommen. Vorzugsweise wird auf ihnen Ackerbau und Graswirtschaft betrieben. So kann es vorkommen, dass der Pflug des Landwirtes Versteinerungen ans Tageslicht befördert. Weitere Gammeschichten sind auf dem Randen von der nächst höheren Stufe, dem Delta, überlagert. *Dr. Ferdinand Schalch*, der Schaffhauser, der als badischer Landesgeologe den Randen kartierte, hat nach dem Gesteinscharakter den obern Teil des Malms in Quader-, Massen- und Plattenkalk eingeteilt. Diese Unterteilung beschränkt sich in seinem Sinne auf die Schaffhauser Verhältnisse und die unmittelbare Nachbarschaft. Auf die weichen Gamma-Mergel folgen wiederum härtere Kalkschichten. Deutliche, z. T. grobe, bis 1,2 Meter dicke Bänke von hellem Kalk bauen die nächsten 9—15 Meter mächtigen Schichten auf. Wo nicht allzu starke Klüftung vorherrscht, ergibt der Quaderkalk einen brauchbaren Werkstein. Die Spalten, Klüfte und Höhlungen sind oft mit Bohnerztonen ausgefüllt, welche ihrerseits die hellen Gesteinoberflächen rostbraun färben. Bereits bei den Quaderkalken setzt nun eine Ausbildung des Kalkes ein, wie man ihr im Hangenden bis weit hinaus in den schwäbischen und fränkischen Jura begegnet. Neben den Schichtbänken erscheinen ungeschichtete massige Stöcke, die ihre Entstehung ausgedehnten Schwammriffen verdanken. Der Fossilgehalt der Quaderkalke ist geringer als derjenige der Gammamergel, die Arten der Versteinerungen weichen jedoch nicht stark voneinander ab.

Was bis jetzt nur in geringem Masse ungeschichtet war, nimmt nun in der Epsilon-Stufe einen gewaltigen Platz ein. Die Massenkalke treten auf den Plan. Von ihnen schreibt *Schalch*, dass sie unserm Gebiet den bestmarkierten Horizont der Juraablagerungen ausmachen. In der Tat, wer kennt nicht die massigen Felsklötze und glatten Felswände im Freudental, bei der Teufelsküche Beringen, im Felsental, am Wirbelberg; wem sind nicht Jakobsfelsen, Kerzenstübl, Hard- und Spitzfluh sowie Schweizersbild, Kesslerloch und Rheinfall vertraute Namen?

Nicht überall sieht der Fels massig aus. Starke Klüftung ruft oft den Eindruck hervor, als wäre ein ganzer Felskopf aus lauter eckigen Trümmern zusammengebacken. Eines haben jedoch alle Massenkalke gemeinsam, sie sind nie geschichtet. Ihr Gestein ist vielfach ein rein weisser, sehr harter Kalk, der an manchen Orten mit Knollen von Feuersteinen durchsetzt ist. Diese Kieselknollen dürften von den Nadeln herstammen, welche das Gerüst der Kieselschwämme bildeten. Ihre Verdichtung hat zu nuss- bis faustgrossen Knollen geführt, die einen weissen Rand und einen grauen oder bräunlichen Kern aufweisen. Wozu diese Feuersteine verwendet worden sind, weiss in Schaffhausen jedes Schulkind. Die manchmal beträchtlichen Höhlen im Massenkalk haben unsren Vorfahren als Wohnstätten gedient. Sie stehen heute unter Naturschutz, nachdem die verschiedenen Kulturschichten unter kundiger Hand erlesen und ihr Inhalt in die Museen abgewandert ist. Wenn man in Betracht zieht, dass die mittleren Rheinfallfelsen Wesentliches zum schönen Rheinfallbild beitragen und dementsprechend viele Fremde anzulocken vermögen, kann man ruhig behaupten, dass der Massenkalk den Hauptrohstoff der Schaffhauser Fremdenindustrie darstellt.

Die Versteinerungsjäger kommen allerdings in der Epsilon-Stufe kaum auf ihre Rechnung. Obschon diese Riffe von Schwämmen herstammen, so sind sie doch nicht in ihren Formen erhalten, sondern zusammen mit den Trümmern zu einer festen Masse verkittet.

Auch die nächste Etage, die oberste im Malm, ist fossilarm. Es sind dies die Plattenkalke, schön geschichtete Kalke mit Bänken von ganz verschiedener Mächtigkeit. Als Bausteine fanden sie bis in die jüngste Zeit Verwendung in der Stadt und ihrer Umgebung (Munot). Zahlreiche Steinbrüche zeugen davon: Hofstetten (Neuhausen), Fäsenstaub, Mühlental, Bocksriet, Herblingen Schloss und andere waren oder sind heute noch in Betrieb. Ein grosser Steinbruch auf dem Wippel bei Thayngen liefert heute den Kalk für das Zementwerk, ein kleinerer östlich des Kesslerlochs liefert die Kalkfabrik. Grössere Mengen dieses Plattenkalkes mussten beim Bau der neuen Talstrasse im Fulachtal weggeräumt werden, noch grössere Mengen fallen an beim Neubau des Kraftwerkes Schaffhausen.

Die stratigraphische Stellung von Massen- und Plattenkalk war längere Zeit eine Streitfrage. *Schalch* hat den Plattenkalk als jünger angenommen und als Beweis den schönen Kontakt angeführt, wie er zwischen beiden im Felsentäli zu sehen ist. Seither ist aber die Ansicht durchgedrungen, dass neben den massigen Epsilon-Kalken gleichaltrige plattige auftreten können. Die Erklärung ist relativ einfach. Die Massenkalke sind Riffbildungen, die ähnlich den heutigen Korallenriffen über ihre Umgebung emporragen. In den Lagunen lagern sich etwas langsamer allerdings die Kalkschichten wie in einem ruhigen Becken ab. Diese Sedimente zeigen dann eine plattige bis schiefrige Ausbildung. Die berühmtesten Kalke dieser Sorte sind diejenigen von Solnhofen an der Altmühl (Bayern). In diesen

äusserst dichten und feinen Kalken sind unzählige Versteinerungen von Tieren bis ins kleinste Detail erhalten geblieben. Hier hat man auch den Urvogel Archaeopteryx gefunden. Die eigentlichen Plattenkalke, die altersmäßig denjenigen des schwäbischen und fränkischen Juras gleichzusetzen wären, dürften bei uns grössstenteils fehlen. Der Mangel an Fossilien gestaltet eine einwandfreie Abklärung schwierig.

Neben richtigen Versteinerungen stösst man auf den Kluft- oder Schichtflächen der Weissjurakalke manchmal auf bäumchenartige, zierliche Abdrücke von dunkelbrauner bis schwarzer Farbe. Man nennt sie Dendriten. Es sind die Ueberreste von Salzlösungen, die sich ähnlich wie die Eisblumen am Fenster auf der glatten Fläche des Kalkes ausgebreitet und daselbst ihre äusserst zarte, moosartige Kruste hinterlassen haben.

Die Schichten des Deckgebirges liegen nicht mehr alle in ungestörter Lagerung vor. Manche Teile sind auf grössere oder kleinere Entfernung gegenüber benachbarten abgesunken, was an verschiedenen Verwerfungen sichtbar wird. Eines der schönsten Beispiele tritt uns bei der Beringer Teufelsküche entgegen, wo die Massenkalke direkt neben den Wohlgeschichteten Kalken zu sehen sind. Manche Täler verdanken sicher ihre Anlage einer Verwerfungsspalte. Hebungen und Senkungen als Folge tektonischer Vorgänge dürften für das Zerbrechen verantwortlich gemacht werden. In Fällen kleineren Ausmasses ist aber auch an die vielen Spalten, Risse und Höhlen im Kalkstein zu denken, die örtlich zu Absackungen führen können. Diese Spalten und Höhlen weisen oft an den Wänden Kalkabscheidungen und Tropfsteinbildungen auf (z.B. Staarolli unweit des Rossbergerhofes), wie sie andernorts zu grosser Berühmtheit gelangt sind.

Mit dem Abschluss des Malms, des Hauptgestein der Randenhochfläche, sind wir zugleich an der Oberkante unseres Deckgebirges angelangt. Bevor wir zu den nächst jüngeren Ablagerungen, der Trogfüllung des Alpenvorlandes übergehen, sei noch etwas über die Kreideformation eingeflochten.

Weisser Jura

oder

Malm

↓ Brauner Jura

Tertiär

ε Plattenkalk

ε Massenkalk

δ Quaderkalk

γ Gamma - Mergel

30 Meter

β

Wohlgeschichtete

Kalke

Lochenschichten

α Impressa - Tone

Birmensdorferschichten

Die Kreideformation

Auf die Juraformation folgt eine andere, die fast dreimal so lange gedauert hat wie ihre Vorgängerin. Sie trägt ihren Namen nach den berühmten weissen Kreidebergen, wie sie am Aermelkanal und an der Südküste der Ostsee auftreten. Chemisch gesehen ist Kreide genau das gleiche wie Kalk. Die meisten Ablagerungen dieser Formationen sind ebenfalls Kalke, Mergel und Sandsteine, wie wir sie schon früher kennen gelernt haben. Interessanterweise fehlen die Spuren all dieser Ablagerungen in unserm Kanton. Wir müssen an die Gestade des Bieler- und Neuenburgersees reisen oder im Osten bis nach Regensburg, wenn wir sie im Juragebirge antreffen wollen. In den Voralpen begegnen wir ihnen in grossem Ausmasse (Säntis). Man nimmt an, dass während der rund 60—70 Mio. Jahre der Dauer dieser Formation unser Gebiet zusammen mit dem süddeutschen Raum Festland war, das keine Ablagerungen überliefert hat. Es ist aber auch möglich, dass gewisse Schichten abgelagert, aber ebenso schnell wieder abgetragen wurden. Auf jeden Fall fehlen bei uns die Zeugen aus dieser Zeit.

Mächtige Kalkschichten unserer Voralpen gehören dieser Epoche an. Sie lagen ursprünglich auf dem Meeresgrund. Erst gegen Ende der Kreidezeit und anfangs des Tertiärs tauchten aus der Geosynklinale (Gebirgsbildungstrog) des Mittelmeeres Rücken eines sich aufwölbenden Gebirges auf. Sie fielen sofort der Abtragung anheim, und grosse Schuttmassen füllten die Vortiefe aus. Diese Schuttmassen wurden während den tertiären Hauptphasen der Alpenbildung in die Decken der Alpen eingewickelt. Man kennt sie unter dem Namen Flysch.

Ein gar wichtiges Ereignis ist in der Kreide zu vermerken: das Erscheinen der ersten Blütenpflanzen. Viele Bäume unsrer Zeit: Pappel, Weide, Eiche, Platane u. a. sind aus der Kreidezeit zum ersten Male als Versteinerungen überliefert.

In der Tierwelt erleben wir einen Grossaufmarsch der Foraminiferen. Das sind meeresbewohnende winzige Einzeller mit Kalkschale. Kalkschwämme erleben eine Blütezeit, auch die Seeigel sind in vielen Formen vorhanden. Neue Muschelarten treten auf z. T. mit seltsamen Formen. Die Cephalopoden erscheinen ebenfalls mit neuen Formen. Ihr Gehäuse beginnt sich bei einzelnen Arten zu entrollen, was als Degenerationserscheinung aufgefasst wird. In der Tat stirbt das Geschlecht der Ammoniten mit der Kreidezeit aus. Die Brachiopoden gehen zurück. Die Knochenfische nehmen überhand. Die Reptilien stehen nach wie vor in Blüte (Saurier, Schildkröten, Krokodile). Aber die Säugetiere machen nur geringe Fortschritte. Die wenigen Vögel besitzen immer noch den bezahnten Kiefer wie der Urvogel.

Das auffallende Verschwinden von vielen Tierarten und -gruppen am Ende der Kreidezeit rechtfertigt es, hier das Erdmittelalter ausklingen zu lassen.

Wir treten jetzt in die letzten 60 Mio. Jahre der Erdgeschichte ein, ins Neo- oder Känozoikum, auf deutsch schlicht und einfach Erdneuzeit.

III. Die Molassebildungen

Wir unterteilen die letzte Aera der Erdgeschichte in die Formationen Tertiär und Quartär. In der ersten Epoche gelangten das Bohnerz und die Molasse zur Ablagerung. Gegen Ende des Tertiärs erhoben sich die Hegauvulkane. Im Quartär endlich kam der grösste Teil unserer Heimat unter das Regime der Gletscher und erhielt durch die Arbeit des Eises und der Schmelzwässer das heutige Relief, welches in der Nacheiszeit den letzten Schliff erhalten hat.

Das Tertiär

Auch diese Formation unterteilen wir wiederum in zwei Abteilungen: Alttertiär (Paläogen) und Jungtertiär (Neogen). Das erste wird aufgeteilt in die drei Stufen Paläozän, Eozän, Oligozän; das zweite in Miozän und Pliozän.

Nach den Ablagerungen und Gesteinen unterscheiden wir das Bohnerz, die Molasse und die vulkanischen Bildungen. Die Entstehungsweise der Molasse hat bei uns zudem zu einer sehr gebräuchlichen räumlichen wie zeitlichen Abgrenzung geführt. Wir sprechen von Unterer Meeresholzmolasse, von Unterer Süßwassermolasse, von Oberer Meeresholzmolasse und von Oberer Süßwassermolasse.

Das Bohnerz

In manchen Gegenden unseres Kantons, vor allem an der Grenze des Deckgebirges und der Molasse, trifft man rote Lehmablagerungen, die zuweilen braune Eisenerzkörner, genannt Bohnen, enthalten, über den Kalken des oberen Malm an. Die bekanntesten Vorkommen stammen vom Griesbach, Färberwiesli, Lauferberg, Hemming, Wannenberg, Rossberg und von der Reiathochfläche. Auch auf dem Gebiete der Gemeinde Neuhausen stösst man hin und wieder bei Aushubarbeiten auf diese eigenartigen Ablagerungen, die nicht mit gewöhnlichen Kalkschichten oder mit den üblichen Sandablagerungen zu vergleichen sind; denn es handelt sich oft nur um Auffüllungen von Spalten und Klüften oder Höhlen im Malmkalk, dann wieder um deckenartige Gebilde, von kleinerer oder grösserer Mächtigkeit (max. 20—30 Meter) und Ausdehnung. Der Bohnerzlehm oder Bolus wird als Verwitterungsrückstand gleichsam als Rest einer Bodenbildung aufgefasst, von einst mächtigen Kalkschichten des oberen Juras (eventuell der Kreide) herrührend. Kalksteine sind ja selten rein. Sie enthalten Kieselsäure, Mergel, Sandkörner und Eisenverbindungen. Wenn nun der Kalk aufgelöst und weggeführt wird, reichern

sich die scheinbar geringfügigen Mengen der Unreinheiten an. Manchmal sind es reine weisse Tone, meist aber solche von gelber, brauner oder roter Farbe. Nicht überall sind Erzbohnen vorhanden. In diesem Fall eignet sich der Ton für die Herstellung von Tonwaren. Manchmal stösst man sogar auf reine Quarzsande. Sind die Erzbohnen stark angereichert und der Ton verdrängt, so werden die Eisenerze (Brauneisenstein = Limonit) für den Abbau interessant. Die Erzgewinnung stand deshalb auch anfangs des letzten Jahrhunderts noch in Blüte. Am Rheinfall und auch an andern Orten der weiteren Umgebung wurde das Erz verhüttet. Nun ist dieser blühende Erwerbszweig seit mehr als hundert Jahren eingegangen. Unregelmässige Löcher, manchmal mit Wasser angefüllt, zeugen im schweizerischen Gebiet des Südrandens (Gebiet zwischen Klettgau und Rhein) von der emsigen Arbeit unsrer Vorfahren.

Versteinerungen aus dem Bohnerzton sind aus unsrer Gegend nicht bekannt, abgesehen von ein paar Resten von eingeschwemmten Jurafossilien. Vergleiche mit ähnlichen Bildungen aus andern Gegenden und die Tatsache, dass sie bei uns von der Untern Süßwassermolasse überlagert sind, lassen den Schluss zu, dass unsere Bohnerzzone altersmässig ins Eozän gehören, also ins Alttertiär.

Die Molasse

Was bedeutet eigentlich das Wort Molasse? Damit gleich eine Vorstellung mit diesem immer wiederkehrenden Begriff verbunden sei, ist eine sofortige Erklärung nötig. Das Wort lautet im Welschland gleich wie in der deutschsprachigen Schweiz. Es hat eine lateinische Wurzel und heisst soviel wie das Zerriebene. In der Tat sind die meisten Gesteine dieser Ablagerungen Trümmergesteine, jene grosse Gruppe der Sedimente, die wir nach der Korngrösse einzuteilen pflegen. Mit Ausnahme weniger an Ort und Stelle entstandener Kalkabsätze sind die Gesteine durch Wassertransport herangeführt worden. Die Folge davon ist eine starke Rundung der Gesteinstrümmer und eine Sortierung nach der Korngrösse. Manche dieser Gesteine (die älteren) sind bereits stark verfestigt, die jüngeren sind noch in mehr oder weniger lockerem Zustande. Der Ursprungsort der herangeführten Gerölle und Sande ist der Alpenkamm. Die Hauptbildungszeit der Alpen fällt nämlich in die Tertiärzeit; nur entstanden sie nicht an einem Tage. Man unterscheidet seit dem Mesozoikum mehrere Phasen. Bei jedem Ruck hob sich das Gebirge und fiel sofort auch der Abtragung anheim. Das Abtragungsgut wurde in die Senke zwischen dem Gebirgskamm und dem Gebiet des heutigen Schwarzwaldes verfrachtet. Die Molasse umfasst also die grossen tertiären Abtragungsmassen der im Werden begriffenen Alpen. Wir treffen sie vom Rhonetal bis nach Wien. Sie bildet den Untergrund dessen, was wir heute als schweizerisches Mittelland be-

zeichnen. Dieses ist demnach nichts anderes als die Oberfläche eines Troges, der mit mehreren tausend Meter mächtigen Schuttmassen angefüllt ist. In Alpennähe, wo das Wasser noch grobes Material zu transportieren imstande war, sind es Konglomerate, in Alpenferne Sande und Mergel.

Ein Konglomerat ist zusammengebackenes Geröll, zu einer festen Gesteinsmasse gefügter Schotter. Wenn die runden Bollen, die durch feineres Material verkittet, sozusagen einen natürlichen Beton bilden, in der Landschaft als Felswände oder Flühen auftreten, dann sieht das aus wie die Nagelköpfe in der Schuhsohle. Diese Erscheinungsweise hat zum Ausdruck Nagelfluh geführt. Die Bildung solcher Gesteine ist an keine bestimmte geologische Zeit gebunden, immer sind Konglomerate zusammengebackene, gerundete Gesteinstrümmer verschiedener Herkunft. Aehnliche Gesteine mit eckigen Bruchstücken heissen Brekzien (Brec-cien). Je nach dem Gefälle und der entsprechenden Wasserkraft wurden die Konglomerate mehr oder weniger weit vom Alpenkamm entfernt abgelagert. Sie erreichen sogar den Schienerberg und den Seerücken.

In grösserer Entfernung kamen, wie bereits erwähnt, feinere Gerölle unter 2 Millimeter Durchmesser, d.h. Sandkörner zur Ablagerung, weil die Schleppkraft des Wassers stark vermindert war. In verfestigtem Zustand kennen wir sie als Sandsteine von vorwiegend grauer Farbe. Manchmal sind sie, ihrem jungen Alter entsprechend, gar nicht stark verfestigt. Ihr häufiges Vorkommen im schweizerischen Mittelland erklärt auch ihre häufige Verwendung als Bausteine. Von der grauen Farbe auf einen «düsteren» Volkscharakter zu schliessen, wie das schon geäussert wurde, ist m.E. zu weit gegangen. Viel eher kann man sagen, dass die sparsamen Schweizer die Möglichkeiten des Untergrundes voll auszunützen verstanden.

Wenn die kleinsten Korngrössen am Grunde der stehenden Gewässer oder im Hinterwasser der Flüsse abgelagert wurden, so entstanden daraus die Tone und Mergel. Sie bilden mit den vorher genannten eine weitere wichtige Gruppe der Molassegesteine.

Alle diese Gesteinstypen: Konglomerate, Sandsteine, Mergel und vereinzelt noch Kalke und ein wenig Kohlen machen gesamthaft das leicht Zerreibbare, das Zermahlene, das ist eben die Molasse, aus. Wir werden noch sehen, dass sie sowohl festländischen als auch marin Charakter aufweist.

Im allgemeinen sind die Molasseablagerungen mehrheitlich horizontal gelagert, wenigstens was unser Gebiet anbelangt. Gegen die Alpen zu ändert das. Die mächtigen Konglomeratbildungen entsprechen riesigen Schuttfächern (Napf, Speer, Rigi, Hörnli), deren einzelne Lagen leicht geneigt sind. Noch weiter alpenwärts ist es den Molasse-Schuttmassen ergangen wie einst dem Flysch. Sie wurden aber nicht eigentlich in die Decken des Alpengebirges eingewickelt, jedoch während der Hauptphase im Pliozän von den Decken überfahren, abgesichert, zer-

brochen und schräg gestellt. Zu dieser Zeit wurde nebenbei bemerkt auch der Kettenjura gefaltet und die dort abgelagerte Molasse ebenfalls in den Faltungsvorgang verwickelt. Wir halten hier fest, dass das Gewässernetz der Schweiz zu gewissen Epochen der Molassezeit nur bedingt mit dem heutigen zu vergleichen ist. Anlagen einiger heutiger Flüsse waren schon relativ früh vorhanden, andere haben sich erst später entwickelt. Einmal erfolgte der Abfluss der Wassermassen auf der Alpennordseite gegen Westen, ein anderes Mal gegen Osten (Mündung der Ur-Aare-Donau im Schwarzen Meer).

Bevor wir nun die einzelnen Molasseablagerungen näher betrachten, wollen wir kurz Umschau halten, wie sich die Tier- und Pflanzenwelt dieser Zeit entwickelt hat.

Die Tierwelt des Tertiärs ist gekennzeichnet durch den Aufschwung der Säugetiere. Besonders die Huf- und Raubtiere sowie die Affen treten auf den Plan. Ihnen gegenüber treten die Amphibien, Reptilien und Vögel zurück. Bei den Fischen sind es die Haie und die den heutigen ähnlichen Knochenfische, die den Ton angeben. Von den Wirbellosen haben wir die gesteinsbildenden grossen Foraminiferen (Einzeller), die Muscheln, Krebse, Insekten und vor allem die Schnecken, welche das Feld beherrschen.

Die Pflanzenwelt nähert sich in ihrem Formenreichtum der heutigen. Besonders die Blütenpflanzen, worunter die Bäume der Jetzzeit, erleben einen grossen Aufschwung. Auch die nacktsamigen Gewächse sind noch recht häufig. Man halte bei dieser Gelegenheit fest, dass die Braunkohlenlager der Erde überwiegend tertiären Alters sind. Nicht die Anwesenheit einer vielartigen Vegetation überrascht uns, sondern viel eher die Tatsache, dass die Flora des Tertiärs bei uns einem milderem Klima als dem jetzigen entspricht. Bis gegen das Ende des Miozäns wuchsen in unsren Breiten Palmen. Im Eozän kamen sie noch weiter nördlich (Südengland) vor. Grönland und Spitzbergen wiesen eine den gemässigten Breiten entsprechende Flora auf.

Die Untere Meeresmolasse UMM

Es sei vorausgeschickt, dass die Beschreibung der einzelnen Molasseablagerungen unserer Gegend nicht sehr einfach ist, da die Lagerung im Grenzgebiet gegen das Deckgebirge stark wechselt. Die Ursachen der Vorgänge liegen zudem oft in fernen Gegenden. Beträchtliche Teile der aufgeschütteten Massen sind bereits wieder verschwunden. Die Abtragung hat an gewissen Orten bereits zur Tertiärzeit eingesetzt. Ferner sind die Ablagerungen in horizontaler Erstreckung sehr uneinheitlich. Bald handelt es sich um Meeres-, Küsten- oder Festlandbildungen.

Die UMM tritt bei uns nicht in Erscheinung, weil zu jener Zeit unsere Gegend Festland war. Nur ein schmaler Meeressaum zog sich vor den aufsteigenden Alpen hin. In Verbindung mit dem Bohnerz sind bei uns nur wenige Reste dieser Epoche bekannt geworden.

Die Untere Süßwassermolasse USM

Zu dieser Zeit haben wir uns im Mittelland eine grosse Aufschwemmebene vorzustellen (vergleichbar mit Mesopotamien) mit grossen Flussläufen, an gewissen Stellen Seen oder Tümpel, gekennzeichnet durch die riesigen Schuttfächer von Speer, Rigi, Hoher Rone und Kronberg. Bei uns kann man diese Ablagerungen am besten kennen lernen, wenn man sich von Flurlingen dem Rhein entlang nach dem Schloss Laufen begibt. Hier an der Buchhalde liegt die USM auf dem Alttertiär resp. auf dem Malmkalk auf. Die weichen, bunten, oft rötlichen Mergel leisten dem Wasser des Rheines keinen grossen Widerstand. Zudem bildet die fast 100 Meter hohe Halde den Prallhang, d. i. das Flussufer das bei einer Biegung am stärksten der Strömung ausgesetzt ist. Die Befestigung mit währschaften Blöcken entspricht hier einer absoluten Notwendigkeit. Nach längeren Regenperioden kommen die Mergel ins Rutschen und der Weg wird unbegehbar. Die Mergel werden glücklicherweise von festeren Sandbänken durchzogen. Diese treten, weil härter als die Umgebung, aus den weichen Massen hervor und stützen sie. Oft sind es nicht durchgehende Bänke, sondern mehr oder weniger grosse Mocken, die man als Knauer bezeichnet. Im oberen Teil der Halde gewinnen die Sande gegenüber den Mergeln lokal die Oberhand. Sofort ist eine steilere Böschung möglich. Die Unterlage des Kohlfirsts, der Bindfadenfabrik, das Rheinufer gegenüber Balm, das Rheinbett von Rüdlingen bis Eglisau gehören der USM an. Ferner tritt sie auf im Gebiet von Baltersweil und Dettighofen, also auf der Abdachung des Südrandens gegen den Rhein. Hier lagern allerdings wie beim Kohlfirst und Rüdlingen noch jüngere Molassebildung darüber. Die USM-Schichten sind bei Eglisau noch über 200 Meter mächtig (darin befinden sich die Wasserfassungen der Eglisana). Sie keilen aber gegen Nordwesten auf kurze Distanz (ca. 7 km) aus, d. h. ihre Mächtigkeit nimmt sehr schnell ab. Am Neuhauserwald liegen sie in 500—520 Meter Meereshöhe. Dann fehlen sie bis in die Gegend von Lohn und dem Almenbühl unterhalb des Kerzenstüblis. Hier wird der Ton in der Lehmgrube für das Zementwerk ausgebeutet. Nach *Erb* hat man die USM in Gottmadingen und Singen in 77 resp. 53 Meter Tiefe erbohrt.

Bei dieser Gelegenheit wollen wir auch noch notieren, dass sich schon vor dem Oligozän eine Senkungszone zwischen dem Schwarzwald und den Vogesen abzeichnete, die sich später zum Rheintalgraben ausweitete, welcher ebenfalls gewaltige Mengen Schutt vom Alter der USM aufgenommen hat.

Die Obere Meeresmolasse OMM

Nach der Auffüllung des Vorlandtropes durch unzählige Wasserläufe erfolgte ein Absinken des Landes, was das Eindringen des Meeres nach sich zog. Die Abtragung der Alpen und die Zufuhr von Material hörte deswegen nicht auf, nur wurde der anfallende Schutt nun im Meere abgelagert. Das Meer war eher flach und als relativ schmaler Arm, vergleichbar mit dem Aermelkanal, ausgebildet. Starke Meeresströmungen verfrachteten Geröll, Sande und Tone auf weite Distanzen. Das Vordringen des Meeres vollzog sich nicht plötzlich und überall gleichzeitig, so dass es an gewissen Orten zu brackischen Ablagerungen kam, d. s. Ablagerungen im Bereich, wo sich Salz- und Süßwasser begegnen (z. B. Lagunen des Podeltas). Oft drang das Meer auch über die Malmkalke vor, so dass die Meeresmolasse unmittelbar auf den Kalk zu liegen kam.

Muscheln (Austern, Herzmuscheln und andere), Schnecken und Haifischzähne sind die bemerkenswertesten Versteinerungen dieser Zeit. Manchmal findet man Muscheln und Schnecken in solcher Zahl, dass ihre Schalen ganze Gesteine aufbauen. Ein oft verwendeter Werkstein, der Sandkalk, ist ein solches Produkt. Als Citharellenkalk ist er bei *Schalch* im westlichen Teil des Randens (Fützen, Epfenhofen, Oberbargen) angeführt, als Grobkalk im östlichen Bereich (Wiechs, Alt-dorf, Tengen). Der letztere setzt sich ausschliesslich aus zertrümmerten Schalen zusammen. Es dürfte sich um eine Küstenbildung handeln, wo die Brandung die Gehäuse der Tiere zerrieb und anhäufte. In Wiechs und Tengen wird er heute noch ausgebeutet. Der Sockel des Denkmals von J. C. Fischer am Obertor besteht aus diesem «Muschelkalk», der als Randengroßkalk in die Literatur eingegangen ist.

Eine weitere bekannte Ablagerung in unserer Nähe sind die Quarzsande von Benken und Wildensbuch. Auf den Schichten der USM liegen hier fast reine Quarzsande (Glas- auch Graupensande genannt) verschiedener Korngrössen, die, wie die Geologen festgestellt haben, in einer Rinne aus der Richtung von Ulm her-transportiert worden sind. Die Sande werden für Giesserei- und andere Zwecke ausgebeutet. Die Ablagerungen werden zur Brackwassermolasse gezählt, weil das Meer damals bereits wieder aus unserm Gebiet zurückzuweichen begann. Immerhin dürfte die Küste in der Nähe des Kohlfirsts verlaufen sein, worauf die vielen Haifischzähne hindeuten. Viele eingeschwemmte Knochenreste von Landsäugertieren beweisen anderseits die Nähe des Landes. Wir treffen auf dem Reiat (Stetten, Büttenthal) die Graupensande ebenfalls an und dazu stossen wir noch auf das Hangende, die Kirchbergerschichten. Diese sind in den Lehmgruben nördlich von Lohn als feinkörnige, glimmerreiche (glänzende Schüppchen) Sande anstehend.

Wohl die beträchtlichste Ausdehnung der OMM auf Schaffhauserboden treffen wir im südlichen Kantonsteil. Die prächtig gelegene Kirche von Buchberg, die

meisten Häuser dieser Gemeinde und die Hänge Richtung Hohenegg bauen sich aus OMM auf. Das steile, bewaldete Rheinufer von Rüdlingen bis zum Tössegg — linksrheinisch bis zur Höhe der Landstrasse — gehört ebenfalls zur OMM. Den Hurbig und das Gelände zwischen Buchberg und Murkathof rechnet man zur nächst jüngeren Molasse. Die Meeresmolasse hingegen findet sich auch noch im Raume Dettighofen, Baltersweil und am Südhang des Kalten Wangen.

Die Obere Süßwassermolasse OSM

Im Kohlfirst beginnt gleich über den ausgebeuteten Schichten der Quarzsandgrube die OSM. Durch Hebungsvorgänge in den Alpen und im Vorland wich das Meer vollends aus unsren Gauen. Ein neues Regime der Flüsse hob an. Im Raume des Napfs, des Hörnlis und weiter östlich gegen den Bodensee (der damals noch nicht bestand) wurden grosse Schuttfächer aufgeschüttet. Anfänglich fehlen bei uns die Konglomerate, doch treten sie am Schienerberg plötzlich in einem gewissen Zeitpunkt auf. Wahrscheinlich hat eine Hebungsphase der Alpen ein solches Gefälle geschaffen, dass das Wasser Kraft genug besass, gröbere Gerölle bis in unsere Gegend zu transportieren, die sonst vorwiegend der Ueberflutung durch enorme Sandmassen ausgesetzt war. Von weither aus den Ostalpen wurden sie durch einen Strom nach Westen verfrachtet. Es sind quarzreiche Glimmersande, genannt Steinbalmensande. Wir kennen sie vom Ueberlingersee, vom Schiener-, Rauen-, Roden- und Stammerberg. Man trifft sie am Südhang des Wolkensteinerbergs und des Hohenklingen (Rebgelände von Stein am Rhein) und südlich Wiesholz bis in 500 Meter Meereshöhe. Nahe Verwandte unsrer heutigen Flussmuscheln bestätigen uns u. a., dass wir es mit Süßwasserablagerungen zu tun haben.

Während nun zur Zeit der OSM im obenerwähnten Gebiet, d. h. von Schaffhausen aus alpenwärts diese Sandmassen und alpine Nagelfluhen abgelagert wurden, haben die Ablagerungen hegau- und schwarzwaldwärts eine andere Herkunft. Das bereits geschilderte, über dem Schwarzwald liegende Deckgebirge, dessen Name aus der Sicht der Molasseablagerungen eigentlich nicht mehr gerechtfertigt ist, da es nun selber zugedeckt wird, hat wie die Alpen ebenfalls Geröll geliefert. Neben wenigen Grundgesteinseröllen überwiegen diejenigen der Trias und vor allem des Juras, weshalb man das Gestein kurzerhand Juranagelfluh getauft hat. Diese OSM-Ablagerungen reichen vom Randen/Reiat bis hinaus auf die Alb bei Sigmaringen. Ihre Hauptausdehnung erreichen sie im nordwestlichen Hegau. Ein Fächer breitet sich auch im südwestlichen Teil des Südrandens aus (Kalter Wangen). Aber schon dort erkennt man unter und zwischen den Nagelfluhschüttungen Sand- und Mergellagen. Auf der Bargemersteig sind z. B. als Unterlage der Juranagelfluh die roten Helicitenmergel anzutreffen. Es scheint, dass der untere

Teil des Schuttfächers bis gegen den Zellersee reichte, indem im Aschenauswurf des Jungkernbühl bei Rielasingen Gerölle nachgewiesen werden konnten. Im Hangenden weichen die Geröll-Lagen gegen NW zurück und Mergel ersetzen sie. Die Schliffenhalde östlich von Thayngen zeigt diese Mergel. Sie reichen am Hohenstoffeln bis in 780 Meter hinauf. Nach dem Haldenhof über dem Ueberlingersee nennt man sie Haldenhofmergel.

Auf dem Randen und der Reiathöhe liegen heute nur noch geringfügige Reste vom Alter der OSM. Hingegen erreicht die Nagelfluh im Einbruchsgebiet des Hegaus eine Mächtigkeit von 70—150 Metern. Die Tatsache, dass sie im Hegau dermassen mächtig in Erscheinung tritt, dürfte einerseits auf die Absenkung des Hegaus zurückzuführen sein (vermehrte Aufschüttung) und anderseits darauf, dass die später herausragende Randentafel vermehrtem Abtrag unterlag, während gleichzeitig im tiefer liegenden Hegau schützende Decken anderer Herkunft über und in die OSM-Schichten gestreut wurden. Die Juranagelfluh bildet auch den Untergrund des Nordteiles der Gemeinde Bargen. Auffallend wirkt sich hier die Aenderung des Untergrundes auf das Landschaftsbild aus. Der Malmkalk ist vorzugsweise mit Wald bestanden, auf Mergel und Nagelfluh haben wir Acker- und Wiesland. Die Mergelzwischenlagen beeinflussen eben den Wasserhaushalt in günstigem Sinne. Es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn die Reste von Tertiärlagerungen auf den Kalkhochflächen auf den Gang der Besiedlung einen gewissen Einfluss hatten. Ich erwähne nur das Naturfreundehaus auf dem Buchberg, die Dörfer des Reiats, ferner im Gebiete des Witthofs die Dörfer Hattingen und Emmingen ab Egg. Bei stärkerem Anwachsen der Bevölkerungszahl musste allerdings zusätzliches Wasser aus dem Tale beschafft werden (Reiatwasserversorgung).

Im Bereiche der OSM müssen wir noch zwei Gebiete, auch wenn sie ausserhalb des Kantons liegen, speziell erwähnen: den Schienerberg und den Höwenegg. In die Glimmersandrinne drangen einst am erstgenannten Ort, wie bereits erwähnt, alpine Gerölle vor und bildeten einen Konglomerathorizont. Darüber lagerten sich die durch eine sandige Zwischenschicht getrennten Oehningermergel ab. Diese Ablagerungen beherbergen die weltberühmt gewordenen Fossilfundstellen von Wangen am Untersee und die Pflanzenversteinerungen der Bohlinger Schlucht. Der Schweizer *Oswald Heer* hat in Wangen 475 verschiedene Pflanzen- und 922 verschiedene Tierarten festgestellt. Die Brüche sind heute verlassen und verfallen. Sie sind als sehr reichhaltige Fundstellen von Miozänfossilien in der ganzen Welt bekannt geworden. Unter anderm wurde hier das Skelett eines Riesensalamanders gefunden, das fälschlicherweise als dasjenige eines während der Sündflut umgekommenen Menschen gedeutet wurde. Die Fundstelle von Wangen ist nicht alltäglicher Art. Sie ruht auf einem Aschenschlot, dessen Oeffnung mit Wasser angefüllt war. Wir kennen ähnliche Bildungen aus der Eifel. Dort heissen die Oeffnungen solcher Schlote Maare. In besagtem Maarsee hat sich nun eine feine Schicht

von Ton und Seekreide abgesetzt gleichsam als Glasur auf der Asche. Der See war gewiss ein beliebter Aufenthaltsort und durch irgendwelche Vorzüge ausgestatteter Lebensraum für die vielen Lebewesen, deren Ueberreste man dort gefunden hat. Warum gerade an dieser Stelle so viele gefunden worden sind, ist nicht ganz klar. Es wurde schon vermutet, dass durch das Ausströmen vulkanischer Gase mit einem Schlag das Leben in und an diesem See vernichtet wurde. Im zarten Schlamm am Grunde hätten die Lebewesen ein Grab gefunden, welches für deren Erhaltung nicht besser hätte sein können.

Am zweiten Ort, am Höwenegg, hat man in jüngster Zeit ebenfalls eine Fossilfundstelle ähnlicher Entstehungsart entdeckt und darin zahlreiche Knochen von Hipparion (Vorläufer des Pferdes), Dinothereum (Vorfahre des Mammuts) und anderer Tiere gefunden. Die Untersuchungen haben vorläufig ergeben, dass wir es hier mit den jüngsten tertiären Bildungen (Pliozän) unsrer Gegend zu tun haben.

IV. Die vulkanischen Bildungen

Das Auftreten von vulkanischen Bildungen steht in ursächlichem Zusammenhang mit der Alpenfaltung. Die gewaltigen Hebungen und Zerrungen, denen die Erdkruste damals bei uns ausgesetzt war, blieben nicht ohne Folgen. Wir haben bereits gesehen, dass sich zwischen Schwarzwald und Vogesen der Rheintalgraben eingesenkt hat. Er ist aber weitgehend in dem Masse, wie er einsank, während der Tertiärzeit aufgefüllt und eingeebnet worden. Mit den Bewegungen im Schwarzwald hangen auch andere Bruchbildungen zusammen, die quer zum Rheintalgraben verlaufen. Die bekannteste ist der Bonndorfergraben, der sich von Freiburg über Bonndorf gegen den Hegau hinzieht. In der Landschaft treten die Grabenränder noch heute in Erscheinung (oberes und mittleres Wutachtal). Bei uns spricht man von der Randen- oder Bibertalverwerfung. Sie durchquert unsren Kanton bei Bargent und bildet dann die markante Steilstufe des Reiats gegen das Bibertal. Auch die steile Nordseite des Schienerberges deutet die Verwerfung in der Tiefe an. Das ganze Bodenseegebiet liegt in einem solchen Bruchsystem eingebettet. Der Höhenunterschied zwischen stehen gebliebenem und abgesunkenem Teil beträgt am Schienerberg 170 Meter. Diese Verwerfung ist aber erst im Pliozän während der Hauptgebirgsbildungsphase in den Alpen im ganzen Ausmass Wirklichkeit geworden. Man hätte eine falsche Vorstellung, wenn man meinte, das Absinken des Hegaus und das Hervorquellen von vulkanischem Material seien eine kurzfristige Angelegenheit gewesen. Im Gegenteil, das Werden der Alpen und die vielfachen Störungen in der näheren und weiteren Umgebung erstreckte sich über mehrere Millionen Jahre und lässt sich in verschiedene Phasen wechselnder Intensität aufteilen.

Es dürfte nun jedermann einleuchten, dass die Beanspruchung der Kruste durch Bewegungen diese schwächte. Hochgespannte Gase und glutflüssige Massen sammelten sich unter diesen Schwächezonen an und durchbrachen die Decke in dem Augenblick, wo der Gasdruck im Innern grösser wurde als die Zusammenhangskräfte der Deckschichten. In zum Teil engen Schloten und Röhren befreiten sich die eingeschlossenen Gase und Gesteinsmassen von Zeit zu Zeit. In verschiedenen Horizonten der OSM kann man Lagen von ausgeworfenem Aschenmaterial feststellen. *F. Hofmann* hat Spuren davon bei Oberbargent entdeckt. Der gleiche Forscher hat auch Lagen von Aschen im Hegau gefunden, die von einem Ausbruch in der Nähe von St. Gallen stammen. Durch riesige Ausbrüche aber wurden im Hegau selbst einst gewaltige Aschenmengen ausgeworfen. Als Tuffe — so nennt man die zu Stein zusammengebackenen Aschen — überlagerten sie deckenförmig die Molasse (Deckentuffe), in 100 Meter mächtiger Schicht (Rosenegg, Plören). Alle durchbrochenen Gesteine, vom Granit bis zur Nagelfluh, konnten in den Auswurfmassen nachgewiesen werden. Nachdem der Gasdruck gewichen war, stiess

das flüssige Magma in die Röhren nach. Es quoll vor 9 Mio. Jahren förmlich in die Deckentuffe hinein und bildete Quellkuppen oder Ppropfen, die später aus ihrer Aschenumhüllung herauspräpariert wurden. Wir bestaunen sie heute als die Phonolithkegel, die schön in einer Reihe angeordnet sind, allen voran der imposante Hohentwiel, der kecke Hohenkrähen und der anmutige Mägdeberg. Als sogenannte Härtlinge blieben sie wie ihre erst später erscheinenden Nachbarn erhalten. Gegenüber den weicheren Tuffen und Molasseschichten waren sie bei der späteren Erosion im Vorteil. Der Phonolith, aus dem diese Ppropfen bestehen, ist ein graues Ergussgestein von bestimmter chemischer und mineralogischer Zusammensetzung. Er enthält relativ viel Kieselsäure und hat seinen Namen der Tatsache zu verdanken, dass er beim Bearbeiten mit dem Hammer klingt. In seinen Klüften kann man manchmal aus Lösungen ausgeschiedene Natrolithkristalle antreffen, die als gelbe, rosettenförmige Halbedelsteine verwendet werden. Die Ausbeute am Hohentwiel ist eingestellt, weil der ganze Berg als Naturdenkmal geschützt ist.

Das Auftreten von Tuffen beschränkt sich nicht auf den Hegau allein. Im Gebiet des Schienerberges (Herrentisch, Wangen), des Seerückens und der ostschweizerischen OSM wurden Tuffe festgestellt.

Dieser ungewohnte Zwischenakt konnte die Ablagerung der Mergel im Schüttungsbereich der früheren Juranagelfluh keineswegs stören. Diskret wurde das Geschehene durch weitere Schichten der OSM verhüllt. Aber das vulkanische Schauspiel war damit noch nicht abgeschlossen. Mit dem Beginn der pliozänen Hauptbewegung in den Alpen erwachte auch der Magmaherd unter der Hegau senke zu neuem Leben. Wieder erfolgten Aschenausbrüche, abermals lagerten sich Tuffe (Brockentuffe) über der Molasse ab und aus einer Spaltenzone westlich der Phonolithppropfen drangen vor 6 Mio. Jahren erneut Magmamassen empor. Diesen erging es etwas besser als ihren Vorgängern, denn einige erblickten über den Aschen das Tageslicht. Die bekanntesten von ihnen sind der beherrschende Hohen stoffel, der ebenmässige Hohenhöwen, der Neuhöwen und der finanziell einträglichste, der Höwenegg. Der erstere ist seit 1935 geschützt, nachdem eine Bergflanke bereits stark abgebaut war; der letztere beherbergt heute einen interessanten Bergwerksbetrieb. Der Schlot wird ausgeräumt und das Material als Strassen und Bahnschotter verwendet. Die eben erwähnten Ausflusssmassen sind kein Phonolith mehr. Man nennt das Gestein Basalt (genau Melilithbasalt). Er ist dunkler als der Phonolith, fast schwarz, sein Gehalt an Kieselsäure ist geringer. (Faustregel für Eruptivgesteine: je heller desto saurer.) Der chemische und mineralogische Aufbau ist also ein anderer. Hart an der Grenze am Osthang des Gailinger- oder Rauhenberges und an der Biber südlich vom Karolihof haben wir auf Kantonsgelände zwei Vorkommen dieser vulkanischen Phase des Hegaus. Um einem eventuellen Irrtum vorzubeugen, halte ich fest, dass der mas-

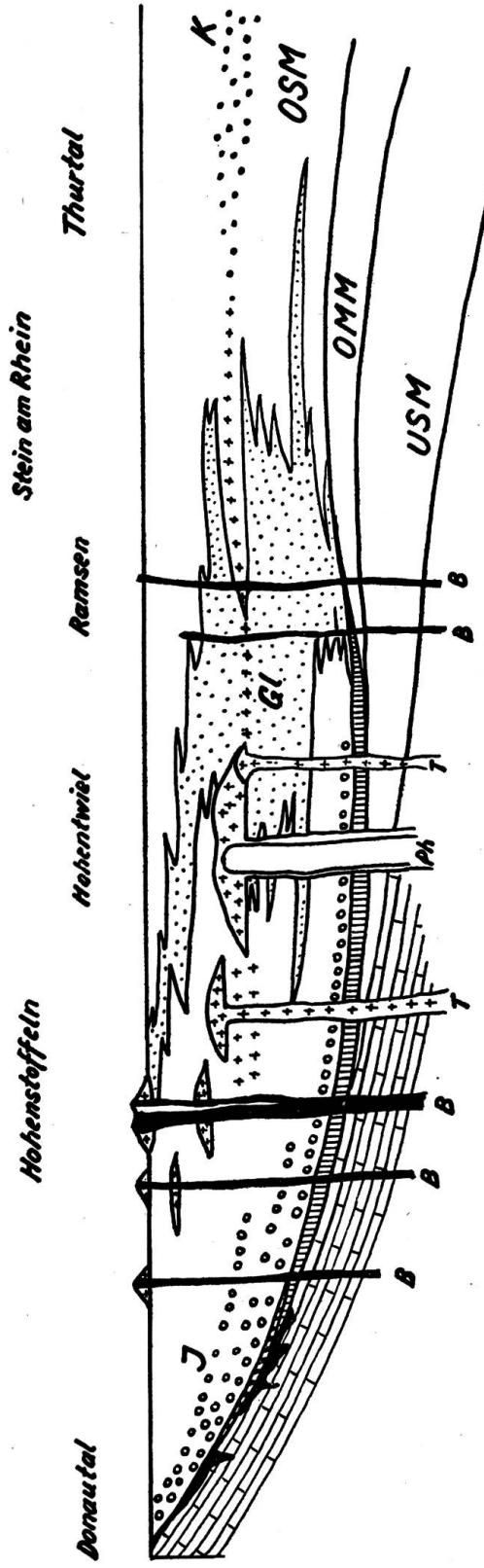
sige Hohenstoffel, der den Abschluss manch prächtigen Ausblicks von unserm Kantonsgebiet aus bildet, zur Hauptsache ein Molasseberg ist mit einer Aschenkappe und zwei darin aufgestiegenen Basaltröhren. Es ist, obwohl seine äussere Form dies vortäuscht, kein Stratovulkan vom Typ des Fudschiyamas in Japan, bei dem Aschen- und Lava schichten abwechselungsweise die prächtige Kegelform erzeugen. Uebrigens trifft man weiter draussen in der Alb noch manche Basalt röhren und dazu noch einen Sprengtrichter allergrössten Ausmasses, das Ries bei Nördlingen. Wenigen war es wie den Hegaubergen vergönnt, durch Abtragung die «Vulkanform» zu bekommen. Zu ihnen gehört der Wartenberg bei Geisingen im Donautal. Viele kennt man als Steinröhren, die nächsten im Kommingerwald unweit der Bargemer Nordgrenze.

Recht dynamisch strebt also das Tertiär bei uns seinem Ende zu. Wir freuen uns an dem Geschaffenen. Besonders lohnend ist ein Blick vom Herrentisch (Chroobach) — dem schönsten Aussichtspunkt des Kantons — hinaus auf den Hegau, wenn die Abendsonne die schroffen Hegauberge, von denen jeder individuelle Züge aufweist, vergoldet und sie lange Schatten in das ebenere Gelände werfen lässt. Seien wir uns aber bewusst, dass alle diese abwechlungsreichen Bergformen im Molasseschutt versteckt lägen, wenn nicht die Kräfte einer neuen geologischen Epoche — der letzten, bevor der Mensch auftaucht — sie so wundervoll heraus modelliert hätten.

Tertiär

anhand eines Querprofils durch den Hegau

nach F Hoffmann



Vulkan. Tuffe ... / Basalt & / Phonolith ph
 OSM Obere Süßwassermolasse
 OMM Untere Süßwassermolasse

Glimmersande gl / Konglomerate & / Juragefleuh J
 Randengrobbkalk / Graupensandrinne |||||

Liegendes: Weisser Jura



V. Die eiszeitlichen und heutigen Bildungen

Das Quartär

Es wird in Pleistozän oder Diluvium (Eiszeit) und Holozän oder Alluvium unterteilt. Das letztere mündet aus in die Gegenwart. Es handelt sich bei diesem Abschnitt um die letzten 600 000 Jahre der Erdgeschichte, der durch das Auftreten des Menschen eine besondere Prägung erfahren hat. Im Verhältnis zum Tertiär ist die Zeitspanne nur kurz. Wir können deshalb auch keine einschneidenden Sprünge im Entwicklungsablauf der Lebewesen erwarten. Immerhin sei darauf hingewiesen, dass die geographische Verteilung der Pflanzen, Tiere und des Menschen während des Quartärs gewissen Veränderungen unterworfen war.

Das Diluvium

Schon im Pliozän, im letzten Abschnitt des Tertiärs, aber erst recht im Pleistozän trat eine auffallende Verschlechterung des Klimas ein. Temperaturabnahme, vermehrte Niederschläge und damit verbundene Absenkung der Schneegrenze führten zur Ueberhandnahme der Gletscher in den gemässigten Breiten und zu ausgesprochenen Regenzeiten in den subtropischen und tropischen Zonen. Unser Kontinent erlebte im Diluvium die Eiszeiten. Mehrmaliges Vorstossen der Eismassen, abwechselnd mit wärmeren Zwischeneiszeiten, ist das Kennzeichnen dieses Zeitabschnittes. Nicht dass dies etwa die erste Eiszeitperiode gewesen wäre, nein, es war «einfach wieder einmal soweit». Diese eher unwissenschaftliche Ausdrucksweise hat ihren tieferen Grund; denn man kennt die Ursachen der Eiszeiten noch nicht. Weil es unsrern ganzen Erdball ergriffen hat, vermutet man in erster Linie, dass daran kosmische oder planetarische Einflüsse schuld sind. Wahrscheinlich gesellen sich dazu auch noch ein paar erdegebundene Faktoren. Man vergegewartige sich nur einmal die klimatischen Folgen, die ein Ausbleiben des Golfstromes für Nordeuropa hätte. Veränderungen in der Form der Erdbahn, der Neigung der Erdachse, der Stellung der Pole gegenüber den Kontinenten, der Intensität der Sonnenstrahlung u.a. sind alles Möglichkeiten. Es ist kaum ein Faktor allein massgebend gewesen, sondern das Zusammenspiel verschiedener. Durch Berechnung der Erdbahnelemente hat der Jugoslawe *Milankovitch* eine Strahlungskurve fürs Diluvium aufgestellt, die sich weitgehend mit den Forschungsergebnissen derjenigen deckt, die über die Ablagerungsformen dieser Epoche zu einer ähnlichen Unterteilung des Eiszeitalters gelangt sind. Weil sie viel zu spärlich auftreten, vermögen uns die Fossilien kaum den Weg zu weisen. Ihr

Ausfall ist auch nicht verwunderlich bei diesen klimatisch ungünstigen Verhältnissen und bei dieser schonungslosen Art der Verfrachtung des Materials. Für die spätere Eiszeit und die Nacheiszeit zeichnet sich eine Besserung ab, da durch die Untersuchungen mit radioaktivem Kohlenstoff C₁₄ eine Methode gefunden worden ist, die uns eine genauere Datierung auf ein paar Zehntausende von Jahren zurück erlaubt.

Trotzdem das Diluvium erdgeschichtlich nicht weit zurückreicht, sind wir doch nicht in der Lage, den ganzen Ablauf lückenlos zu erfassen. Wir haben bereits gesehen, dass die Versteinerungen fehlen, die uns leiten könnten. Es kommt dazu, dass Vorgänge, wie Vorstoss und Rückzug der Gletscher, die zeitliche Einstufung deshalb erschweren, weil sie nicht immer eindeutig zu beurteilen sind. Gegenwärtig gehen bekanntlich die meisten Gletscher in den Alpen zurück und doch hat es ein paar, die aus der Reihe tanzen. Oft hat der jüngere Vorgang die Spuren seines Vorläufers ausgelöscht. Auch die Form der landschaftlichen Gestalt und die Ablagerungsart sind nicht immer exakt genug erfassbar. Dann kommt es vor, wie dies im Gebiet der Stadt Schaffhausen der Fall ist, wo die Spuren verschiedener Zeitabschnitte dermassen auf engem Raum zusammengedrängt sind, dass ohne eine minimale Anzahl von Beobachtungsmöglichkeiten und Messungen kaum eindeutige Folgerungen gezogen werden können. Eine weitere Erschwerung in unsrer Gegend sind die Bewegungen der Kruste, die nach dem unruhigen Pliozän im Quartär noch weitergewirkt haben. Damit war lokal oder ziemlich weiträumig verstärkte Erosion oder Akkumulation verbunden, welche nicht ohne Schwierigkeiten mit den Eisbewegungen in Einklang gebracht werden können.

Trotz allem wollen wir uns nun mit den Begriffen und Elementen der Eiszeiten vertraut machen.

Element Nummer eins ist das Eis. Es ist ein «Gestein» besonderer Art. Noch heute können wir in der Antarktis, in der Arktis und im Hochgebirge die Auswirkungen grosser Eismassen auf den Untergrund und ihre seitliche Umgebung studieren. Neben den ausgesprochenen Grossformen unterscheiden die Glaziologen auch in diesem Wissensgebiet eine ungeheure Vielfalt von Details. Da in unserm Kanton das Eis gegenwärtig keine Rolle mehr spielt (mit Ausnahme desjenigen, das unsere Kinder lutschen), müssen wir uns in erster Linie mit dem befassen, was die Gletscher hertransportiert haben und wie das geschehen ist. Auch die fluvioglazialen Ablagerungen sind zu berücksichtigen. Zu ihnen zählen wir z.B. Schotter, welche die Schmelzflüsse ausgebreitet haben. Das Gletschereis ist eine bewegliche Masse, die vom Nährgebiet (Firn, ewiger Schnee) zum Zehrgebiet (Gletscherzunge) unter Umständen eine sehr grosse Distanz zurückzulegen vermag. Dazu kommt, dass das strömende Eis Gesteine und Schutt mit sich fortschleppen kann und zwar auf seinem Rücken so gut als in seinem Innern und auf seinem Grunde. Dieses Frachtgut bezeichnet man gesamthaft als Moränen. Im Zehrgebiet häuft es

sich an und hinterlässt uns nach dem Abschmelzen des Eises wichtige Spuren. Diese sind die verlässlichsten Zeugen zum Nachweis der Gletschertätigkeit. Von den Felsen, an denen das Eis vorbeifloss, fielen oft gewaltige Brocken auf den Gletscher und wurden von ihm als Findlinge (erratische Blöcke) manchmal bis zum äussersten Saum seiner Erstreckung getragen. Eckige Trümmer von verschiedener Grösse bis hinunter zum zähen Lehm oft vollständig durcheinander gemischt kennzeichnen eine Moränenablagerung. Ferner trifft man darin Geschiebe mit Kratzern und Schliffen an. Gekritzte, nicht oder kaum gerundete, nicht sortierte Steine deuten auf Eistransport hin.

Einst wurde in der Fachwelt heftig darüber diskutiert, ob den Gletschern eine grosse oder kleine Erosionskraft zugebilligt werden müsse. Heute neigt man eher dazu, dass ein Gletscher kaum in der Lage ist beträchtliche Höhenunterschiede durch Erosion zu schaffen. Ein Gletscher verhält sich eher wie ein Hobel, denn als Stechbeitel. Das Eis vermag keine Hügel auf einmal wegzuschieben. Rodenberg und Kohlfirst sind uns z.B. erhalten geblieben. Es fliesst aber in den durch Gewässer (Stechbeitel) vorgearbeiteten Tälern und Rinnen, vertieft und verbreitert sie in geringem Umfange und schleift sie aus. In diesem Sinne muss ein Gletscher als Faktor bei der Abtragung in Rechnung gestellt werden, besonders über lange Zeiträume und vermehrt im Zehrgebiet, wo die Schmelzwässer unter dem Eis in Erscheinung treten. Gerade hier können die ursprünglich eckigen Moränenbruchstücke abgerundete Kanten erhalten, können vom Wasser sortierte Gerölle auftreten, umso mehr als unsere Gletscher im Gebiet der tertiären Nagelfluh und der andern Molassegesteine schon gerolltes und vorsortiertes Geschiebe aufgeladen bekamen und verfrachteten. Unter dem Gletschereis wurde also die Moräne bereits bearbeitet. Das feinste Material wurde als Gletschermilch fortgeschwemmt und das gröbere sortiert, so dass wir von der verwaschenen Moräne bis zu reinen Kiesablagerungen alle Uebergänge finden, wenn das Eis abgeschmolzen ist. Manchmal trifft man in verlassenen Zungenbecken ganze Schwärme von solchen Kiesbuckeln (Drumlins). Wir kennen sie aus der Zürcher Nachbarschaft von Stammheim und Andelfingen her.

Bei den Moränenablagerungen unterscheidet man vorzugsweise drei Typen: Grund-, Seiten- und End- oder Stirnmoränen. Auch bei den Gletschern gibt es verschiedene Typen: Inlandeis (Grönland, Antarktis), Plateaugletscher (Norwegen), Vorlandgletscher (Alaska) und Zungengletscher (Alpen). Während der Eiszeit herrschte im Alpengebiet der Vorlandtypus vor. Das Nährgebiet war das Hochgebirge mit seinen aus dem Eis herausragenden Gipfeln (Nunatakker). Bis zum Zehrgebiet flossen Gletscherströme, die meist bereits bestehende Flusstäler benützten, sich aber keineswegs scheuten, einmal über eine Wasserscheide zu kriechen, um sich mit dem Eis im Nachbartal zu vereinigen. Die Teilung des Rheingletschers bei Sargans und der Abfluss eines Teils ins Linthgebiet sind ein prachtvolles Bei-

spiel. Im Zehrgebiet nun bildeten die Eismassen einen grossen Kuchen. Die einzelnen Gletscherströme vereinigten sich zu einer Eismasse, welche das Gebirgsvorland überflutete. Beim Rückzug löste sich dann der Kuchen in einzelne Lappen und diese in einzelne Zungen auf. Man versteht deshalb, dass beim Vorlandtyp eher Grund- und Endmoränen dominieren, während beim Zungengletscher die Seitenmoränen zu ihrem Rechte kommen. Die Endmoränen sind besonders gut ausgebildet, wenn der Gletscher über längere Zeit am gleichen Ort verweilte. Man kennt verschiedene in der Landschaft deutlich in Erscheinung tretende Moränenkränze. Als Beispiele seien erwähnt derjenige von Langwiesen — Buchthalen — Solenberg — Wegenbach — Rauhenberg und derjenige von Neuhausen — Jestetten — Lottstetten — Nack — Steinenkreuz — Irchel; ferner diejenigen von Andelfingen und Stammheim. Die Grundmoränen hingegen überkleistern mehr oder weniger stark das ganze ehemalige Ausdehnungsgebiet des Eises. Die Mächtigkeit ist äusserst schwankend, wenige Zentimeter bis mehrere Meter. Sie bilden das Ausgangsmaterial für die meisten Böden des schweizerischen Mittellandes. Ob viel Feinmaterial (Lehm) oder ob bereits leicht aufgearbeitete kiesige Moräne den Boden ergeben haben, vermögen unsere Bauern aus Erfahrung schnell herauszubringen. Aber auch der Laie lernt bald Schlüsse auf den Untergrund zu ziehen, wenn er die Vegetation betrachtet. In den Lehmmulden haben wir oft Tümpel mit sauren Gräsern, auf den kiesigen Buckeln dagegen trockenheitliebende Pflanzen. Wir halten in diesem Zusammenhang fest, dass eine Vielfalt des Untergrundes zur Vielfalt an der Oberfläche Wesentliches beitragen kann. Die scheinbar geringfügigen Unterschiede im eiszeitgeformten Mittelland prägen weitgehend unsere schweizerische Kulturlandschaft.

Noch ein weiteres Geschenk verdanken wir den Ablagerungen der Eiszeiten. Es sind dies die Schotterfelder. Wie wir beim Tertiär gesehen haben, sind die Alpenflüsse nur ausnahmsweise in der Lage gewesen, grobes Geröll bis in unsere Gegenden zu verfrachten. Die Gletscher haben sie nun dazu in vermehrterem Masse befähigt, indem sie den Schutt weit ins Vorland hinaustrugen, wo ihn die Schmelzwässer übernehmen konnten. Noch heute kann man in stark vergletscherten Gebieten — sehr schön in Island — grosse Schwemmlandebenen antreffen, die von unzähligen Wasserläufen durchzogen sind. Auch bei uns sind solche Ebenen vorhanden, die im Anschluss an eine Moräne aufgeschwemmt worden sind: Rafz-zerfeld, Feld zwischen St. Katharinental und Station Schlatt. Aeltere Schotterfelder, deren Verknüpfung mit Moränen bei uns nicht mehr so augenfällig ist, prägen das Gesicht unsrer Landschaft weit mehr, als man glaubt. Wenn wir von Schaffhausen aus den Irchel betrachten, so fällt uns sofort seine ebene Begrenzung auf. Beim Kohlfirst, Rauhenberg, Stammerberg, Hasenberg zwischen Neunkirch und Wilchingen und beim Buechberg nordöstlich von Thayngen stellen wir das gleiche fest. Alle diese Höhen sind ebenfalls Bestandteile einer ehemaligen Schot-

terebene. Man nennt sie, weil sie Decken über den Molassehügeln bilden und diese schützen, Deckenschotter. Es sei gerade hier erwähnt, dass die relativ leicht durchlässigen Geröllmassen vorzügliche Wassersammler und Filter darstellen, an deren Untergrenze über der lehmigen Molasse oft bedeutende Quellen austreten (Kohlfirst). Nicht immer sind aber die Schotterflächen schön eben. Manche eiszeitlichen Kiese und umgelagerten Moränen gelangten in Talböden früherer Täler zur Ablagerung und füllten zum Teil sehr enge Rinnen auf. Wieder andere sind heute auf den Kalkschichten des Reiats anzutreffen und begleiten die Flanken unsrer heutigen Täler. Manche füllen zwar einen breiten Talboden, bilden aber nur teilweise ebene Flächen aus (Klettgau). Die schönsten Ueberreste eiszeitlicher Schotter sind doch wohl die Terrassen in der näheren und weiteren Umgebung der Stadt (Herblingen, Ebnat, Breite u. a.). Ihre Entstehung haben sie vielfach dem Umstand zu verdanken, dass ein Fluss in die Aufschüttungsebene seines Vorgängers ein Tal eingefressen hat. Mit der Zeit erweiterte er den Talboden und legte so eine weitere Ebene in der früheren an; worauf das Spiel von neuem beginnen konnte. Ineinander geschachtelt liegen so die Schottermassen verschiedenen Alters da; in verkehrter Reihenfolge, versteht sich: die jüngsten liegen zutiefst, nicht wie es in der Geologie sonst üblich ist.

Auf zwei weitere Eigentümlichkeiten aus der Eiszeit sei hier hingewiesen. Beim Vorstossen des Gletschers aus dem Osten traf er auf den Kalk des Reiats bei Thayngen und hinterliess dort schöne Gletscherschliffe in der Gegend des Wippels, der Zement- und der Kalkfabrik. Leider sind die abgedeckten Schliffe nicht so lange haltbar, sondern verlieren relativ rasch ihre Politur. Wie die Unmasse von Findlingen im Fulachtal, so legen auch sie eindrücklich Zeugnis ab von der Anwesenheit der Gletscher. Eine andere glaziale Erscheinung ist der Egelsee bei Thayngen. Hier handelt es sich um ein Söll — der Ausdruck stammt aus Norddeutschland — eine Vertiefung im Gelände, die dadurch entstanden ist, dass beim Abschmelzen des Eises und der Aufschüttung im Vorgelände ein Eisklotz noch längere Zeit unter dem Schotter überlebt hat. Wie er dann selber das Zeitliche segnete, entstand natürlich an seiner Stelle eine Vertiefung. Wir merken uns bei dieser Gelegenheit, dass das Eis nicht nur Material heranführte, es verhinderte auch oft dessen Ablagerung an der Stelle, wo es als Toteis lange liegen blieb. Viele unsrer Mittellandseen dürften ihre Existenz dem Umstand verdanken, dass das Eis des Gletschers das Tal vor allzu massiver Zuschüttung bewahrte.

Bevor wir nun zur Herkunft der glazialen Ablagerungen und zum zeitlichen Ablauf der Ereignisse vordringen, wollen wir kurz Umschau halten, was in andern Teilen der Nordhalbkugel passierte. Während unsere Alpen in viel grösserem Umfange als heute (150 000 Quadratkilometer früher gegen 3 800 heute) vergletschert waren, bedeckte ein grosses Inlandeis Skandinavien, Südengland, Holland, Norddeutschland bis zu den Mittelgebirgen und die russische Tafel bis zur untern

Wolga. In Nordamerika war der kanadische Schild überflutet. Das Eis reichte südlicher als die grossen Seen. Selbst der Schwarzwald trug seinen lokalen Gletscher. Zwischen ihm und dem Thüringischen erstreckte sich ein eisfreies Gebiet, eine arktische Steppe, in die sich Pflanzen und Tiere und Menschen vor dem herannahenden Eis zurückziehen konnten, sofern sie sich dem rauen Klima anzupassen vermochten.

In bezug auf die Ablagerungen hatten natürlich die nordeuropäischen Eismassen keinen Einfluss auf unsere Gegend. In zeitlicher Hinsicht hat man jedoch für die Erforschung der Eiszeiten von den andern Gebieten einiges lernen können, was für den Ablauf bei uns wertvoll war.

So hat sich im Verlaufe der Forschung ein Schema für das Diluvium ergeben, das zwar nicht unbestritten ist, das aber doch Ordnung in die Fülle von Tatsachen bringt, die gerade in unserm Kanton in reichlichem Masse zutage treten. Es sind noch einige Untersuchungen nötig, bis wir ein lückenloses Bild all der eiszeitlichen Ereignisse besitzen. Manches wird mit neuen Daten anders ausgelegt werden können. Der Ablauf ist zusammengefasst folgender: Beim Vorstoss des Gletschers bilden sich ausserhalb des Eises Schotterablagerungen mit darin eingegrabenen Betten der Schmelzwässer. Beim Rückzug der Gletscher wird auch das vorher vom Eis bedeckte Gelände von den Schmelzwässern bearbeitet, sei es durch Abtragung (Erosion), sei es durch Aufschüttung (Akkumulation). Bei erneutem Vorstoss werden die fluvioglazialen (Schmelzwässer-) Ablagerungen durch Moränen überdeckt, welche nachher durch die Schotter wiederum überlagert oder durch die Gewässer wiederum abgetragen werden können. Der Rückzug des letzten Gletschers erfolgte etappenweise, d. h. mit markanten Stillständen. Rechnet man zu diesem Hin und Her noch ein paar Hebungen und Senkungen des Untergrundes (Gefällsveränderungen), dann ist leicht zu ersehen, wie schwierig es ist, mit ungünstigen Angaben einen lückenlosen Ablauf der Ereignisse zu rekonstruieren. Eine vorhandene Ablagerung lässt sich nach verschiedenen Gesichtspunkten beurteilen. Bei einer fehlenden weiß man nie, ob sie immer gefehlt hat oder ob sie vorübergehend vorhanden war und nur für den heutigen Beobachter als fehlend zu gelten hat.

Die Herkunft des Materials zu bestimmen, bietet keine unüberwindbaren Schwierigkeiten. Gewisse Findlinge oder Gerölle lassen sich einem relativ eng begrenzten Herkunftsgebiet zuweisen. Auf Grund der Leitgesteine — d. s. solche, die sowohl für das Nähr- als auch für das Zehrgebiet charakteristisch sind — hat man nach den heutigen Gewässern die Gletscherströme benannt. Man spricht u. a. vom Rhein-, Linth-, Reuss- und Rhonegletscher. Unser Kantsgebiet liegt im Bereich des ehemaligen Rheingletschers. Das Material, das er herangeschafft hat, können wir als Findlinge oder in Kiesgruben genauer studieren. Neben vielen hellen bis ganz dunklen Kalken, neben hellen Dolomiten, neben bräunlich-gelben

Sandsteinen und rötlichen Konglomeraten treten kristalline Gesteine auf, denen eine bestimmte Heimat zugewiesen werden kann. Sie sind zwar gegenüber den andern stark in der Minderzahl dafür umso auffallender: Grünliche Juliergranite (eigentlich streng petrographisch kein Granit), gesprengelte Diorite, Puntagliasgranite mit grossen Feldspäten vom internen Tödi, Porphyre, blaugrüne dunkle Gabbros, Gneise, Schiefer und dunkle gestreifte Amphibolite. Ausser den Bündnern haben auch noch einige Gesteine aus dem St. Galler-, Glarner- und Appenzellerland den Weg zu uns gefunden. Speziell erwähnt sei der konglomeratische Rote Ackerstein (Verrukano, Sernifit), der, aus den permischen Schichten des Glarnerlandes stammend, überall gefunden werden kann. Die Kalksteine aus den Alpen sind von den Kalksteinen des Randens leicht zu unterscheiden. Beide brausen zwar mit Salzsäure auf, das tun alle Kalke; aber in der Farbe ist meist ein merklicher Unterschied, desgleichen im Grad der Abrollung. Ferner sind die Alpenkalke mit weissen Adern und Sprüngen durchzogen, die ihr Muttergestein einst bei der Alpenfaltung erhalten hat.

Beim zeitlichen Ablauf unterscheiden manche Forscher fünf und mehr Eiszeiten bis ins obere Tertiär zurück. Wir begnügen uns mit den klassischen vier. Darnach sind also bei uns die Gletscher viermal aus den Alpen vorgestossen. Zwischen den Vorstössen müssen wärmere Zwischeneiszeiten (Interglazialzeiten) eine nicht unbedeutende Vegetation ermöglicht haben, wie auf Grund von Kohlefunden geschlossen werden kann.

Auf eine präglaziale, von Flüssen geprägte Molassehochfläche stiess also zur ersten oder *Günzeiszeit* das Eis übers Mittelland vor. Die Schotter sind uns als Aeltere Deckenschotter von der Schrotzburg, vom Neuhauserwald, vom Irchel und von den Höhen südlich und südwestlich von Kaiserstuhl (AG) bekannt. Die Gerölle dieser Nagelfluh entstammen vorwiegend den ostalpinen Decken der Alpen. Die darauffolgende Zwischeneiszeit führte zu einer breiten Durchtalung der Schotterebene. An ihrem Rande gegen den Randen zu dürfte ein Schmelzwasserstrom die Anfänge des Klettgaus geschaffen haben. Die härteren Schichten des oberen Malms gestatteten nur eine enge Durchbruchsschlucht (heute unter dem Engwald zugedeckt), die mergeligen Schichten führten aber zu einer beträchtlichen Ausweitung, so dass das Klettgautal heute im Verhältnis zu seinen Gewässern ein viel zu breites Ausmass aufweist.

In der zweiten Glazialzeit, der *Mindeleiszeit*, wurden in die flachen Talsohlen erneut Geröllmassen abgelagert. Sie liegen durchwegs tiefer als der Aeltere Deckenschotter und werden unter dem Namen Jüngerer Deckenschotter zusammengefasst. Seine Gerölle umfassen einen etwas grösseren Bereich alpiner Gesteine, als dies bei seinem Vorgänger der Fall war. In unserm Kanton und seiner Umgebung sind noch grössere Reste vorhanden: Wolkensteinerberg, Hohenklingen, Rauhenberg, Stammerberg, Kohlfirst, Heilsberg bei Gottmadingen, Buechberg nordöst-

lich und Berg südlich von Thayngen, Hohberg bei Herblingen, Dachsenbühl, Rundbuck, Oelberg, Hohfluh, Galgenbuck, Hasenberg bei Neunkirch und Flühe bei Osterfingen. Älterer und jüngerer Deckenschotter werden zum älteren Pleistozän gerechnet im Gegensatz zu dem nun folgenden jüngeren Pleistozän. Beide erscheinen in der Landschaft als ebene Deckflächen auf den Molassehügeln. Ihre Steilwände bilden Nagelfluhen ähnlich derjenigen im Tertiär. Sie sind jedoch weniger stark verbacken und weisen Hohlräume auf. Man stellt sie deshalb als löcherige Nagelfluh der tertiären gegenüber.

An die Mindeleiszeit schloss sich eine weitere Interglazialzeit an, die Große, wie sie genannt wird. Man schätzt ihre Dauer auf 150 000 Jahre. Während dieser Zeit erfolgte erneut eine gewaltige Durchtalung der Schotterdecke des Jüngeren Deckenschotters. Der Klettgau wurde ausgeräumt. Der Hasenberg zwischen Neunkirch und Wilchingen, die Flühe bei Osterfingen und noch weiter unten im badiischen Klettgau der letzte Ausläufer des Hallauerberges lagen auf der Gleithangseite und blieben so erhalten. In einem späteren Zeitpunkt verlegte sich der Rheinlauf bei Schaffhausen in südlicher Richtung ähnlich dem heutigen, vermutlich weil der Oberrhein-Graben durch erneutes Absinken oder der Schwarzwald (inkl. Randen) durch sein Emporsteigen neue Gefällsverhältnisse geschaffen haben. Eine andere Auffassung, dass zuerst eine Auffüllung des Klettgaus stattgefunden habe und erst nach einem erneuten Gletschervorstoß die Ablenkung des Rheintales, lässt sich ebenfalls vertreten. Eine endgültige Abklärung könnten nur Bohrungen im Gebiete der Enge herbeiführen. Auf alle Fälle steht fest, dass das Eintiefen des Ur-Rheins zur Großen Interglazialzeit tiefer reichte als die Sohle des heutigen Rheinstromes (ca. 20 Meter im Rheinfallbecken). Selbst die damaligen Randentäler mussten sich der neuen Situation anpassen. Sie bekamen ein stärkeres Gefälle und frasssen sich dementsprechend in die Randentafel ein. In dieser Zeit dürften also die Anfänge der starken Durchtalung unseres Randens zu suchen sein.

Auf die grösste Zwischeneiszeit folgte die grösste Eiszeit, die *Risseiszeit*. Damals erreichte der Eiskuchen bei uns die grösste Ausdehnung. Noch bevor das Eis seinen Maximalstand erreicht hatte, wurden alle Rinnen beim Vorstoß des Gletschers mit Schottern zugeschüttet. Auf breiter Basis wurde das Klettgautal aufgefüllt (über 50 Meter mächtige Kiesmassen), ebenso der Hegau und der «Schaffhauser Trichter» zwischen Fulach und Rhein. Bis hinauf zum Lahnbuck wurden die Kiese abgelagert. Der Unterlauf der Randentäler wurde verstopft; die Bäche büssten ihr Gefälle ein. Alles war durch die gewaltige Aufschotterung eingeebnet worden. Diese Rinnen- und Hochterrassenschotter haben für uns heute eine grosse wirtschaftliche Bedeutung. Erstens fliessen in den kiesgefüllten Rinnen die Grundwasserströme, zweitens liefert die Hochterrasse Kies fürs Baugewerbe und drittens verdankt der Rheinfall seine Anlage ebenfalls dem Umstand, dass eine frühere Rinne angelegt worden ist. Das Material, der Riss-Schotter, ist vorwiegend Kies

und Sand. Zu Nagelfluh verkittete Geröllmassen treten hauptsächlich an den Stellen auf, wo diese Schotter die Talkanten bilden oder wo sonstwie durch die Atmosphäre oder das Grundwasser spezielle Verhältnisse zur Nagelfluhbildung gegeben waren. Der Anteil der kristallinen Gesteine aus den Alpen steigt ganz wenig an und zum ersten Mal tauchen Phonolithe und Basalte des Hegau als Gerölle auf. Die Hegauberge waren also schon zum Teil ihrer Molasseumhüllung verlustig gegangen. Die Moränen der Risseiszeit zeigen keine markanten Formen. Sie sind auch arealmässig nicht sehr ausgedehnt und zum grössten Teil durch jüngere Ablagerungen verdeckt. Wir treffen sie an der Südwestseite des Kohlfirsts, an der Südwestecke des Wolfsbuckes (Ostseite des Eschheimertales), auf der Reiat-südflanke zwischen Stetten und dem Herblinger Schloss, desgleichen am Bütten-hardter Buck, im Gebiet von Opfertshofen und Altdorf auf der Juranagelfluh und auf der Molasse der Südostabdachung des Südrandens. Im Raume von Begglingen und Schleitheim dürften die alpinen Eismassen auf den Schwarzwaldgletscher gestossen sein. Im Gündistel nordwestlich von Schleitheim fanden erratische Blöcke aus dem Bündnerland ihre Ruhestätte. Von den Moränen sind allerdings in dieser Gegend nur wenige Spuren vorhanden, was auf einen sehr kurzen Aufenthalt des Gletschers schliessen lässt. Die Distanz von Graubünden bis zum Wutachtal ist weiter nicht erstaunlich, wenn man bedenkt, dass der Rheingletscher bei Sigmaringen die Donau überschritt, dass der Rhonegletscher den Jura überflutete und seinen Kuchen von Lyon bis nach Säckingen ausbreitete. Als Nunatakker ragten Teile der Randenhochfläche (was heute über 700 Meter Meereshöhe liegt) über die Eisfläche des Maximalstandes hinaus, sonst war der übrige Kanton unter den Eismassen verborgen.

In der letzten Interglazialzeit wurden Moränen und Schotter der Riss-Eiszeit abermals durchtalt und weggeräumt, bei Flurlingen bis auf 400 Meter hinunter. Zum letzten Male — sofern wir heute nicht in einer Zwischeneiszeit leben — rückten alsdann die Gletscher aus den Alpen heran.

Sie erreichten aber in der letzten oder *Würmeiszeit* den Maximalstand der vorhergehenden Eiszeit nicht mehr. Ihre Endmoränenkränze haben wir bereits früher einmal erwähnt. Sie sind relativ gut erhalten und treten in der Landschaft formgebend in Erscheinung. Ausgedehnt sind die Grundmoränen dieser Zeit und die Schotter, die man als Niederterrassenschotter bezeichnet. Unter diesen Schottern liegen in der Umgebung von Paradies und Basadingen zum Teil mächtige graublaue Tone, welche von den Ziegeleien ausgebeutet werden. In der Vorrückungsphase des Würmgletschers lieferte in der Nähe der Bindfadenfabrik eine Quelle Kalktuff, worin Blattabdrücke und ein Teil eines Rhinoceroskiefers gefunden wurden, der eindeutig für Riss-Würm Interglazial spricht. Die Stelle ist abgebaut.

Aufs neue wurden durch die heranrückenden Schuttmassen die während der letzten Interglazialzeit entstandenen Täler mit Moränen und Schottern bis auf

fast 500 Meter hinauf aufgefüllt. Von der Linie des Maximalstandes des Würmgletschers, die von Engen über Hofen, über den Wippel, das Spiegelgut zum Hohlenbaum und von Neuhausen über Jestetten-Nack-Rüdlingen bis zum Nordfuss des Irchels zu verfolgen ist, bahnten sich die Schmelzwasserströme den Weg entlang der Reiattafel, bei der Enge in den Klettgau, bei Jestetten durchs Wangental und weiter südlich übers Rafzerfeld und Richtung Tössegg. Zwischen der Enge und Beringen wurde bei diesem Eisstand eine Terrasse aufgeschüttet und die Hochterrassenschotter des Klettgaus zwischen Schmerlat und Wannenberg durchbrochen. Das war so ziemlich das Letzte, was die Gletscherwässer im Klettgau verrichteten. Die Ablagerung von Löss auf der Nordwestseite des Schmerlats und auf der Hochterrasse des Unterklettgaus sind Beweise, dass im eisfreien Gebiet die Schmelzwässer diese Windablagerungen kaum mehr beeinflusst haben. Der Löss liefert sehr fruchtbare Böden. Durch Auflösen des Kalkes in den Oberschichten entsteht Lösslehm, was wiederum lokal zur Ansiedlung von kalkfliedenden Pflanzen führen kann (Heidelbeeren, Heidekraut).

Bald begann aber der endgültige Rückzug der Eismassen bis auf den rudimentären heutigen Zustand. Er vollzog sich keineswegs gleichmäßig. Er verlief in Etappen, was die Endmoränenkränze innerhalb der Zungenbecken andeuten. Jede Etappe entspricht einem Stillstand des Gletschers und vermehrter Anhäufung von Moränenmaterial, welches seinerseits verfrachtet wurde und zur Bildung neuer Schotterebenen im Vorfeld Anlass gab. Die Schmelzwässer gruben sich Rinnen im Kalkfels des südöstlichen Reiats, als sie sich den Weg nach Schaffhausen bahnten. Sehr schön sind sie im Kurz- und Langloch, ferner unterhalb des Herblinger Schlosses und von da bis zum Schweizersbild-Dachsenbühl ausgebildet. Bei einem späteren Eisstand wurde das Fulachtal als Abflussrinne benutzt. Noch später ergossen sich die Schmelzwässer vom Ueberlinger- und Zellersee durch das Quertal bei Ramsen in den Abfluss des Untersees. Deutliche Eisstillstände sind durch Moränen in der Umgebung von Langwiesen, Diessenhofen, Stein, Andelfingen und Stammheim markiert. Auf Stadtgebiet folgen zeitlich auf die Terrasse in der Enge, die dem Maximalstand des Würmgletschers entspricht, die Terrassen der Rückzugsphasen, nämlich: Breite-, Stokarberg-, Munot/Ebnat- und Fulachterrasse. Die drei letzteren sind sehr schön südlich und westlich von Herblingen sichtbar. Durch die Schmelzwasserströme des sich zurückziehenden Gletschers wurden also die Auffüllungen der Würmeiszeit ausgeräumt. In den zum Teil gut erhaltenen Terrassenstücken, die den Resten ehemaliger Talböden entsprechen, sind uns Zeugen dieser Eintiefungsarbeit überliefert worden. Ohne sich um die in der Tiefe des Schuttens liegenden früheren Rinnen zu kümmern, suchte sich der Rhein ein neues Bett. Das gleiche taten die Randenbäche auch. Sie wurden zu neuem Leben erweckt, nachdem die Schmelzwässer ihnen eine tiefere Erosionsbasis verschafft hat-

ten. Allein in vielen Fällen fanden auch sie ihren alten Talweg nicht mehr und suchten sich einen neuen. Sehr oft durchbrachen sie in mühsamer Kleinarbeit den Kalk und liessen die früher gegrabenen und mit Schottern gefüllten Rinnen auf der Seite liegen. Im Felsentäli, im Mühlental, in der Klus, bei der Südspitze des Kleinen Buchberges, beim Pantli, beim Zementwerk Thayngen, südwestlich Hofen haben wir prächtige schluchtartige Durchbrüche, die ihren eigenen landschaftlichen Reiz besitzen. Man nennt solche von einem früheren Talweg abweichende Fortsetzungen epigenetische Talstücke. Ein Musterbeispiel im kleinen, wie ein ehemaliger Fluss seinen alten Talweg nicht mehr gefunden hat, haben wir durch den Bau der neuen Strasse von Schaffhausen nach Thayngen zu Gesicht bekommen. Das epigenetische Stück des Fulachtales führt beim Hasligraben um die mächtige Kalknase herum. Ihm folgen Bahn und Autostrasse. Der frühere Talweg ist vollständig mit Kies aufgefüllt. Er wurde angeschnitten und als Kiesgrube beim Strassenbau ausgebeutet. Dieser ehemalige Talverlauf war kürzer als der heutige. Prächtige Beispiele im grossen stellen die epigenetischen Durchbrüche des Rheines bei Schaffhausen und Neuhausen dar. Auf sie ist die Entstehung von Wasserfällen zurückzuführen. Die ursprüngliche Rinne in der Tiefe kam vom Lindli, verließ vom Obertor gegen das Urwerf und schwenkte dort nach Flurlingen ab. Bei der SBB-Station Neuhausen schwenkte sie unter dem Dorf durch gegen das Rheinfallbecken ab und verließ von dort Richtung Rheinau-Thurmündung, wo sie abermals nach rechts abbog. Die epigenetischen Talstücke sind klar ersichtlich. Es sind dies: das Stück Badanstalt-Kreuz, untere Brücke Flurlingen/Neuhausen-Rheinfall, die Schleife von Rheinau und der Durchbruch Rüdlingen-Tössegg. Auf den übrigen Teilstücken verläuft das heutige Rheinbett über dem ehemaligen. Dort, wo die epigenetischen Stücke auf die Ufer der alten Rinnen auftreffen, können sich Komplikationen ergeben, wenn die Beschaffenheit des jüngeren Flussbettes eine andere ist als diejenige der alten Rinne. An zwei Orten ist dies der Fall: bei den Schaffhauser Lächen und beim Schloss Laufen. Der nacheiszeitliche Rhein begann hier den Kalk zu durchsägen, der unter der weichen Molasse zum Vorschein kam. Aber der harte Kalk wischte nicht so schnell wie das Kiesmaterial, das er bei seinem weiteren Eindringen aus der alten Rinne ausräumen konnte. So ergaben sich an diesen beiden Stellen notgedrungen bald Gefällsstufen, indem der «weiche» Schotter ein Eingraben schneller zuließ als der «harte» Kalk. Die obere Stufe, die Schaffhauser Lächen, bilden heute einen bescheidenen Wasserfall, die untere Stufe ist als Rheinfall bei Neuhausen weltbekannt. Beide werden heute industriell genutzt. Die Lächen werden in Kürze mitsamt dem Moserdamm gesprengt werden und ein neues Elektrizitätswerk wird die Gefällsstufe ausnützen. Der Rheinfall wird zu einem Achtel zur Stromgewinnung herangezogen, die übrigen sieben Achtel dienen der Fremdenindustrie. Sie werden hoffentlich als prächtiges Naturdenkmal unserer Heimat nicht noch mehr geshmälert werden!

Der Rheinfall ist noch nicht alt. Erst als sich die Bewohner der prähistorischen Wohnstätten im Fulachtal niederlassen konnten, nachdem durch den Rückzug des Eises zum Untersee die Schmelzwässer einen andern Lauf genommen hatten, fingen diese mit der Bearbeitung der Felsriegel bei Schaffhausen und Neuhausen an. So ist es dank der zeitlich bestimmbaren Ueberreste aus dem Kesslerloch möglich geworden, die Entstehung des Rheinfalles in die letzten 10000 Jahre einzureihen. Der Massenkalk beim Schloss Laufen dürfte am stärksten erodiert worden sein zu einer Zeit, als der Bodensee noch nicht existierte, als die Gletscher noch Flüsse mit viel Geschiebe entsandten. Heute ist die Abnützung ja gering. Das Geschiebe des Rheins bleibt im Bodensee liegen und ein Algenpolster schützt die Kalkfelsen.

Zum Abschluss der Entstehungsgeschichte des Rheinfalles sei noch kurz auf die interessante Parallelität der beiden Fälle, Lächen und Rheinfall, in ihrer landschaftlichen Erscheinung hingewiesen. Beidemal stürzen sich die Wassermassen, von Osten kommend, über eine Kalkschwelle, ihr ehemals linkes Ufer hinunter in die Rinne ihres Vorläufers. Beidemal sind die Becken durch Rückwärtserosion ausgeweitet worden, das Rheinfallbecken weniger, das Urwerf ein bisschen mehr. In beide Becken hat ein bescheidener Bach von Nordwesten her seinen Weg gefunden.

Dem Kalkriegel beim Schloss Laufen haben also die Neuhauser den Wasserfall zu verdanken. Wäre dieser Riegel nicht vorhanden gewesen, hätten die Schaffhauser einen umso höheren Fall erhalten.

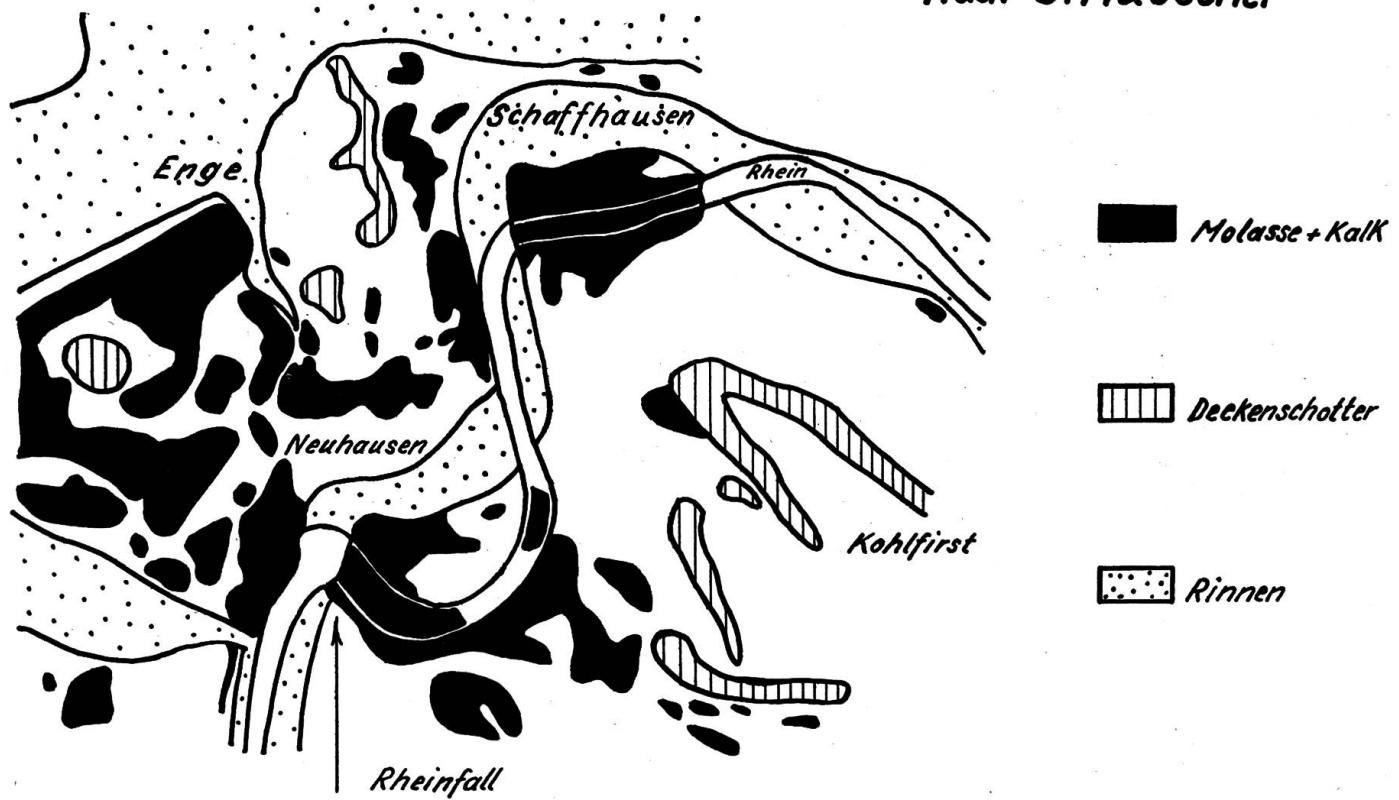
Das Alluvium

Der Altmeister der Geologie, *Albert Heim*, schreibt, dass es eine Ermessensfrage sei, wo wir in unsrer Gegend die Eiszeit ausklingen lassen und mit dem Alluvium beginnen. Meines Erachtens ist der Moment der günstigste, wo mit dem Rückzug der Eismassen ins St. Galler Rheintal der Bodensee uns vom direkten Einfluss des Eises trennte und die Gewässer allein die Oberhand gewannen. Es bildeten sich langsam die Talböden der Gegenwart mit den Schuttkegeln aus den Seitentälern. Wohl der prächtigste Schuttfächer des Kantons breitete sich von Sibblingen gegen Neunkirch aus. Die Randenbäche brachten aus dem Kurz- und Langtal eckigen Randenschutt, Grie genannt, und überschütteten damit den Klettgau. Sanft steigt der sehr flache Fächer von Neunkirch gegen Gählingen und den Randen an. Er ist vor allem zur Erntezeit eine Zierde der Landschaft.

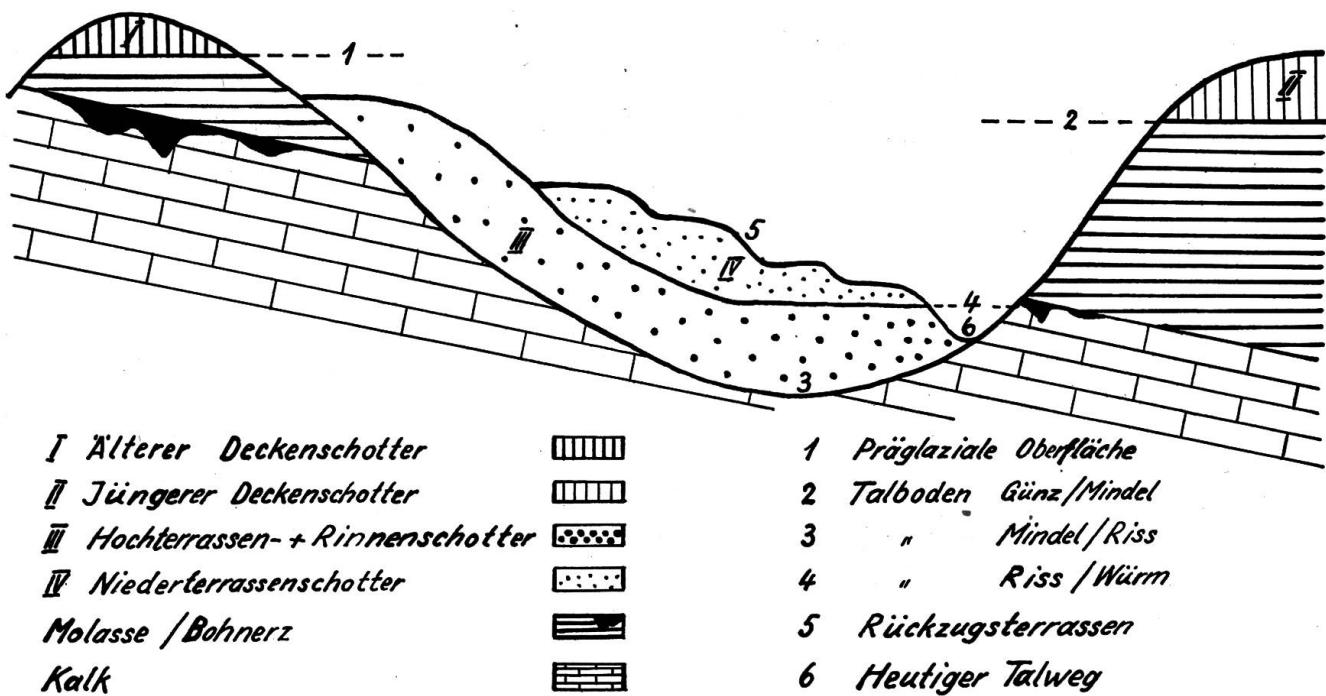
Von den Hängen kriechen die Gehängelehme (Eschheimertal) zu Tal. In Vertiefungen sammeln sich Beckentone an. Torfböden und Sumpfgebiete treten auf. Quellen, deren Wasser beim Durchsickern des durchlässigen Kalkes viel Kalk ge-

Die Rinnen im Gebiet des Rheinfalls

nach J. Hübscher



Quartär im Rheinfallgebiet



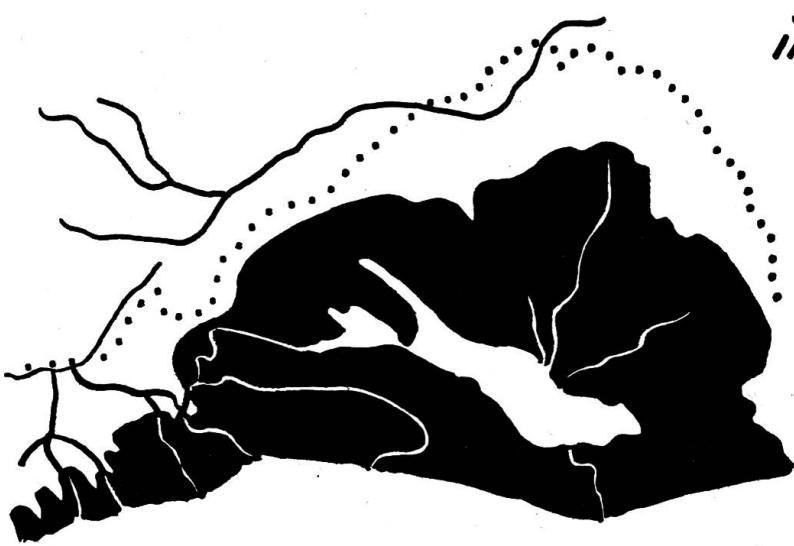
Eisstände des Rheingletschers

im Bodenseeraum

nach G. Wagner

Maxima von

Riss - und Würmgletscher

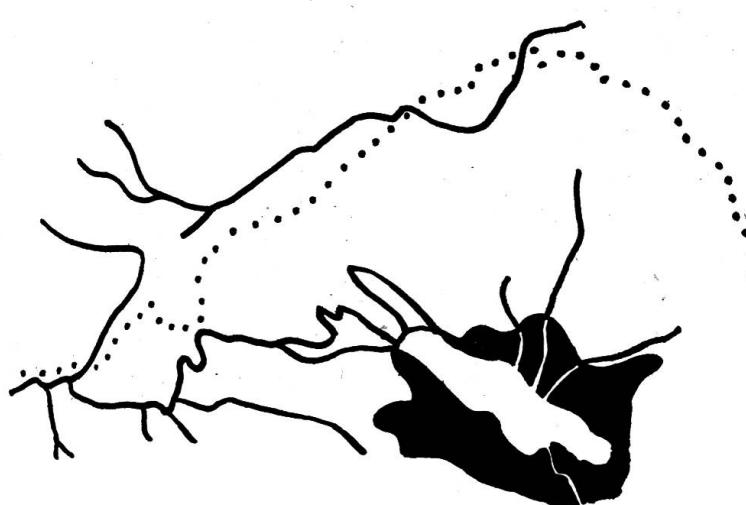


Singener - Stadium

Rückzug des

Würmglaciers

Konstanzer - Stadium



löst hat, setzen ihn beim Austritt wieder ab. Es entsteht Kalktuff. Die Randentäler und die Hänge bedecken sich mit Gehängeschutt; an einzelnen Stellen treten Rutschungen auf, manchmal kleinere Bergstürze (Siblingen, Beringen u. a.). Die Vorgänge des Alluviums sind für uns von grösster Wichtigkeit. Wir geben ungeheure Summen aus, um die Böden, unser Kulturland, zu erhalten und zu mehren. Der bodengebundene Verkehr ist eng mit der Landschaftsgestalt und der Beschaffenheit des Untergrundes verbunden, auch er strapaziert je nach Umständen den Steuerzahler. Und doch! In ergeschichtlicher Sicht verblasst das noch so teuere Geschehen der Gegenwart und der letzten rund 20000 Jahre seit dem Rückzug der Gletscher.

Auf zwei weitbekannte hydrologische Besonderheiten sei noch aufmerksam gemacht, die sich zwar nicht auf Kantonsgebiet abspielen, aber trotzdem unsere Aufmerksamkeit beanspruchen. Im Rahmen des Kampfes um die Wasserscheide zwischen Rhein und Donau müssen wir unbedingt die Ablenkung der Wutach und die Donauversickerung erwähnen.

Noch in die Eiszeit dürfte der Beginn des Dramas zurückreichen, das sich nahe unserer Nordgrenze abgespielt hat und bis in die Gegenwart fortsetzt. Floss da vom Feldberg herunter zur jüngeren Pliozänzeit ein munterer Bach Richtung Blumberg-Immendingen. Ohne Bedenken darf man ihn als den Quellfluss der Donau bezeichnen. Diese Urdonau führte Geröll des Schwarzwald-Urgebirges an unserer Nordgrenze vorbei durchs heutige Aitachtal. Der Fluss durchnagte die Trias- und Juraschichten und entwässerte einen Teil des südöstlichen Schwarzwaldes dem Schwarzen Meere zu, nicht ahnend, dass die Nebenflüsse des Rheins, deren Erosionsbasis viel tiefer lag, ihm seinen «Jagdgrund» streitig machten. Besonders einer dieser Zuflüsse zeichnete sich durch grosse Aktivität aus. Es gelang ihm in einem gewissen Augenblick in das Flusstal der Urdonau einzudringen und den Oberlauf des Urdonautales in sein eigenes Bett überzuleiten. Ob der Schwarzwaldgletscher ihm dabei durch Verstopfung des Tales geholfen, oder ob eine Bewegung der Kruste eine Ablenkung begünstigt hat, bleibe dahingestellt. Wir stellen lediglich fest, dass der sehr aktive Zufluss des Rheins seinen Lauf mit einem Schlag gewaltig verlängert hat. Er entspringt heute noch am Feldberg und heisst zuerst Seebach, dann Gutach und zuletzt Wutach. Die Urdonau hatte plötzlich ihren Quellfluss verloren, sie ist geköpft worden und musste sich nach andern Quellflüssen (Brigach und Breg) umsehen. Die Wutach aber verstärkte ihre Anstrengungen und tiefte sich dermassen ein, dass der Donau ein für allemal die Lust an der Rückeroberung ihres ehemaligen Quellflusses vergehen dürfte. Der Höhenunterschied beträgt heute an der Zapfstelle zwischen Achdorf und Blumberg 170 Meter. Ein schäbiges Bächlein, die Aitrach, entwässert nun das breite Tal, das zwischen Blumberg und dem jetzigen Donautal einst die Feldberggewässer gegraben haben.

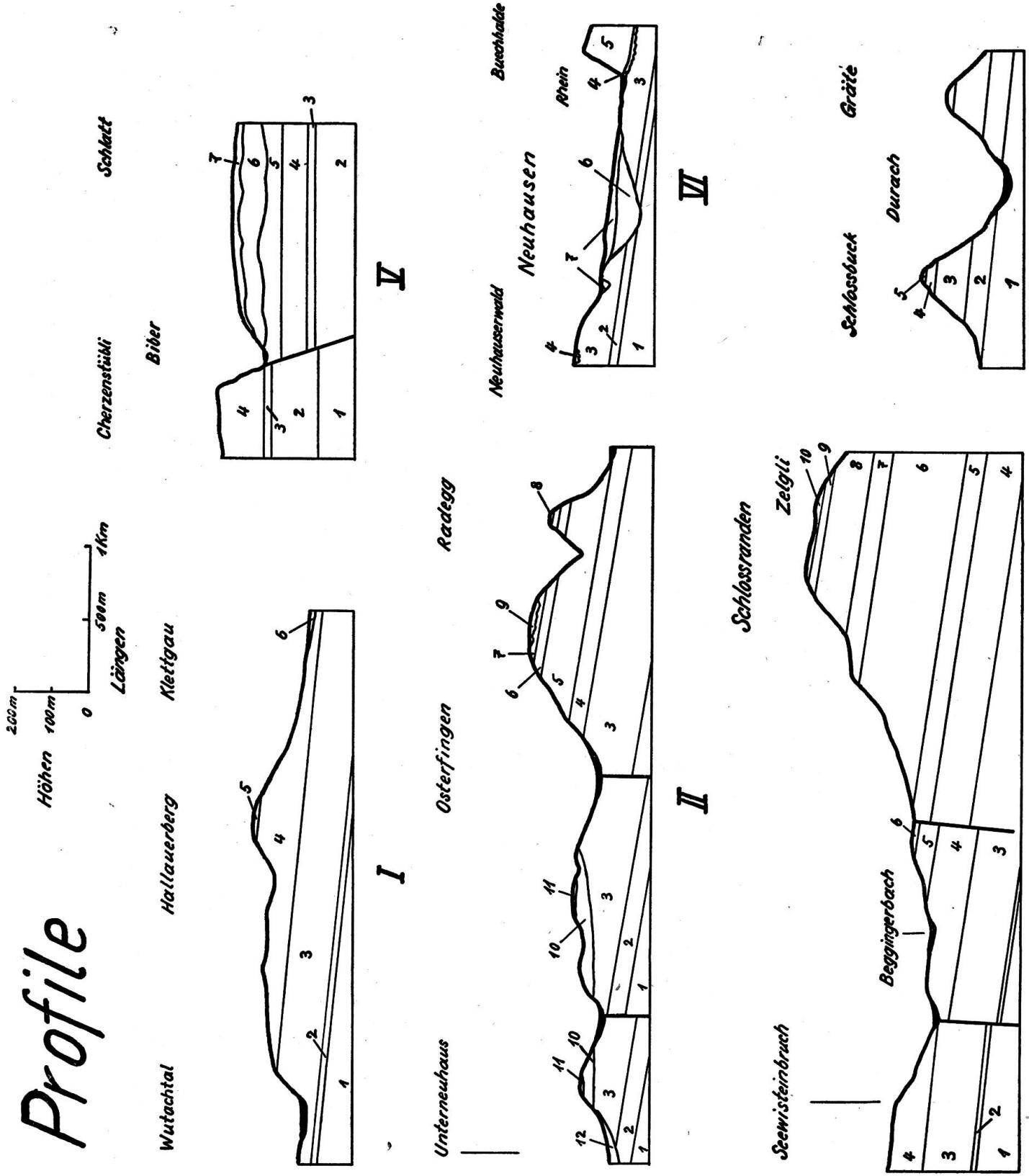
Nachdem sich die Donau andere Quellflüsse zugelegt hatte, drohte ihr bereits ein neues Verhängnis, d. h. es schwebt noch ständig über ihr. Sie traf bei ihrer Durchbruchsarbeit durch den Jura in der Gegend von Immendingen, Möhringen und Fridingen auf stark durchlässige Weissjurakalke. Ein kräftiger Aderlass war die Folge. Die Anzapfung, die sich heute noch vollzieht, geschieht unterirdisch. Das Donauwasser versickert im Flussbett je nach Jahreszeit vollständig und fliesst im Berginnern trichterförmig auf einen Punkt zu, wo es in einem riesigen Quelltopf als Deutschlands grösste Quelle wieder ans Tageslicht sprudelt. Es ist die Aachquelle östlich von Engen. Die 10000 Liter pro Sekunde ergeben einen anständigen Fluss, die Aach, welche sich über Singen gegen den Zellersee wendet, wo sie dem Rhein eine neue Beute aus dem Jagdgrund der Donau zuführt. Wutach und Aach, die beiden Räuber, reichen ganz nahe an unser Kantonsgebiet heran, und es rechtfertigt sich in jeder Beziehung, dass man diese draufgängerischen Nachbarn etwas näher unter die Lupe nimmt.

Mit dem Ende des Tertiärs ist der Mensch in der Erdgeschichte aufgetaucht. Aber erst während und nach dem Diluvium sind auch bei uns zahlreiche Spuren seiner Tätigkeit gefunden worden. Im Laufe der Zeit hat er langsam gelernt, Werkzeuge und Kunstwerke zu schaffen. Es gelang ihm auch mit Hilfe der Schrift Tatsachen festzuhalten und sie der Nachwelt zu überliefern. Immer grossartiger wurden seine Einrichtungen und Maschinen, mit denen er in gewaltigem Ausmass selbst die Erdoberfläche zu verändern vermochte. Ein Ende dieser Entwicklung ist nicht abzusehen. Wir wissen nicht, ob das Quartär dereinst durch die Selbstvernichtung der Menschheit abgeschlossen werden wird.

Vorläufig stehen wir noch immer mitten im Leben drin und lieben dieses Leben.

Wir freuen uns, dass wir der Natur täglich noch weitere Geheimnisse entlocken können. Wir wollen fortfahren, sie zu erforschen, nicht allein um sie materiell vermehrt ausbeuten zu können, sondern um sie zu bewahren, damit wir durch ehrfürchtige Bewunderung ihrer Grösse selber jenem fernen Ziel näher kommen, das jenseits jeder Wissenschaft liegt.

Profile



Hörnigklingen

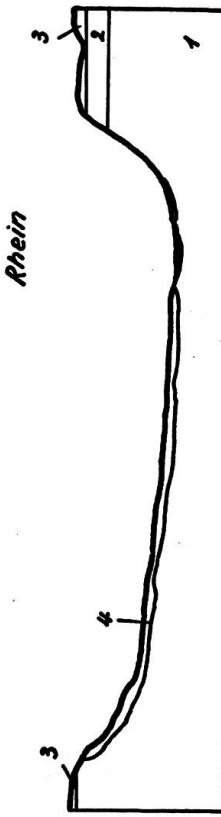
Stammerberg

Irchel

Hörnig



IV



VII

I Von Eberfingen nach Hallau. Richtung NW-SO. Basis 300 Meter ü. Meer.
1 Grundgebirge, 2 Buntsandstein, 3 Muschelkalk, 4 Keuper, 5 Lias, 6 Rinnenschotter.

II Von Unterneuhaus über Osterfingen ins Wangental. Richtung NW-SO. Basis 300 Meter ü. Meer.
1 Keuper, 2 Lias, 3 Dogger, 4-8 Malm (4 Impressatone, 5 Wohlgeschichtete Kalke, 6 Gammamergel, 7 Quaderkalk, 8 Massenkalk), 9 Bohnerz, 10 Jüngerer Deckenschotter, 11 Löss, 12 Rinnenschotter.

III Vom Seewisteinbruch über den Beggingerbach zum Schleitheimer Schlossränden — Zeigli. Richtung NW-SO. Basis 300 Meter ü. Meer.
1 Grundgebirge, 2 Buntsandstein, 3 Muschelkalk, 4 Keuper, 5 Lias, 6 Dogger, 7-10 Malm (7 Impressatone, 8 Wohlgeschichtete Kalke, 9 Gammamergel, 10 Quaderkalk).

IV Vom Hurbig zur Hochwacht am Irchel. Richtung an nähernd NW-SO. Basis 300 Meter ü. Meer.
1 Untere Süßwassermolasse (Aquitianstufe), 2 u. 3 Meeressmolasse (Burdigalien u. Helfétien), 4 Obere Süßwassermolasse (Tortonstufe), 5 Aelterer Deckenschotter.

V Vom Kerzenbülli übers Bibertal nach Schlatt am Randen. Richtung SW-NO im Streichen der Schichten. Basis 200 Meter ü. Meer.
1 Dogger, 2 Unterer Malm, 3 Mirtillerer Malm = Gammamergel, 4 Oberer Malm = Quader-, Massen- und Plattenkalk, 5 Molasse (Tortonstufe der OSM), 6 Aeltere Schotter, wahrscheinlich Risseiszeit, 7 Grundmoräne der Würmeiszeit.

VI Vom Neuhauserwald zur Buechhalde. Richtung NW-SO. Basis 300 Meter ü. Meer.
1 Unterer Malm, 2 Mirtillerer Malm, 3 Oberer Malm, 4 Bohnerz, 5 Molasse (USM Aquitanstufe), 6 Rinnen- schotter, 7 Sande u. Lehne der Würmgrundmoräne.
VII Vom Schlossbuck durchs Durachatal zur Gräte. Richtung WNW-OSO. Basis 500 Meter ü. Meer.
1 Dogger, 2-5 Malm (2 Impressatone, 3 Wohlgeschichtete Kalke, 4 Quaderkalk, 5 Massenkalk).

VIII Vom Stammerberg über Wagenhausen zum Hohenklingen. Richtung SW-NO. Basis 300 Meter ü. Meer.
1 Obere Süßwassermolasse (Steinbalmensande), 2 Oehninger Schichten (Mergel), 3 Jüngerer Deckenschotter, 4 Würmmoräne. Zwischen Schienerberg und Stammerberg wird eine Verwerfung vermutet.

Orts- und Flurnamenregister

- Aach 75
 Aachquelle 75
 Achdorf 74
 Aitrach 74
 Aitrachtal 74
 Alb 37, 53, 58
 Altdorf 52, 68
 Andelfingen 62, 63, 69
 Babental 38
 Balm 51
 Baltersweil 51, 53
 Bargen 38, 54, 56
 Bargemersteig 53
 Basadingen 68
 Beggingen 23, 28, 32, 37, 38, 41, 68
 Benken 52
 Berg ('Thayngen) 67
 Beringen 69, 74
 Beringer Teufelsküche 41, 42, 44
 Biber 57
 Bibertal 21, 42, 56
 Bindfadenfabrik 51, 68
 Birbistel 32
 Blumberg 39, 74
 Blumegg 28
 Bocksriet 43
 Bodensee 12, 71
 Bohlinger Schlucht 54
 Bonndorf 23, 56
 Bonndorfergraben 56
 Breite 64, 69
 Breitelen 32
 Buchberg (Gemeinde) 8, 52, 53
 Buchberg 54, 70
 Buechberg ('Thayngen) 54, 66
 Buchhalde 51
 Buchthalen 63
 Büttenhardt 52
 Büttenhardterbuck 68
 Dachsenbühl 67, 69
 Dettighofen 51, 53
 Diessenhofen 69
 Donau 74, 75
 Donauversickerung 74
 Ebnat 64, 69
 Egelsee 64
 Eglisau 51
 Emmingen ab Egg 54
 Enge 67, 69
 Engen 69, 75
 Engwald 66
 Epfenhofen 52
 Ergoltingertal 41
 Erzingen 38
 Eschheimertal 68, 71
 Färberwiesli 47
 Fäsenstaub 43
 Feldberg 15, 74
 Felsentäli 42, 43, 70
 Flühe (Osterfingen) 67
 Flurlingen 51, 68, 70
 Freudental 42
 Fridingen 75
 Fützen 52
 Fulachtal 43, 64, 67, 69, 70, 71
 Gächlingen 37, 38, 71
 Gailingerberg 57
 Galgenbuck 67
 Göschenweiler 28
 Gottmadingen 51
 Griesbach 47
 Grimmelshofen 28
 Guntmadingen 41
 Haldenhof 54
 Hallau 32, 38
 Hallauerberg 15, 28, 30, 32, 37, 38, 67
 Hardfluh 42
 Hasenberg 63, 67
 Hasligraben 70
 Hattingen 54
 Hegau 8, 9, 47, 53, 54, 56, 57, 58, 67, 68
 Heilsberg 66
 Hemmental 41
 Hemming 39, 47
 Herblingen 64, 69
 Herblingen Schloss 43, 68, 69
 Herrentisch 8, 57, 58
 Hochstaufen 15
 Höwenegg 54, 57
 Hofen 69, 70
 Hofstetten 43
 Hohberg 67
 Hohenegg 53
 Hohenhöwen 57
 Hohenklingen 53, 66
 Hohenkrähen 57
 Hohenstoffel 54, 57, 58
 Hohentwiel 57
 Hohfluh 67
 Hohlenbaum 69
 Hurbig 53
 Immendingen 74, 75
 Irchel 63, 66, 69
 Jakobsfelsen 42
 Jestetten 63, 69
 Jungkernbühl 54
 Kalter Wangen 53
 Karolihof 57
 Kerzenbülli 42, 51
 Kesslerloch 42, 43, 71
 Kirchenzelg 38
 Klettgau 8, 41, 64, 66, 67, 69, 71
 Klosterfeld 41
 Klus 70
 Kohlfirst 51, 52, 53, 62, 63, 64, 66, 68

- Kommingerwald 58
 Kurzloch 69
 Kurztal 71
 Lächen 70, 71
 Lahnbuck 67
 Langer Randen 15, 38
 Langloch 69
 Langtal 71
 Langwiesen 63, 69
 Lauferberg 47
 Lindli 70
 Löffingen 28
 Lohn 51, 52
 Lottstetten 63
 Mägdeberg 57
 Mauchen 18
 Merenbachtal 18, 23
 Merishausen 38, 39
 Möhringen 75
 Mühlental 43, 70
 Mühlital 39
 Munot 43, 69
 Murkathof 53
 Nack 63, 69
 Neuhausen a. Rhf. 47, 63, 69, 70, 71
 Neuhauserwald 51, 66
 Neuhöwen 57
 Neunkirch 63, 67, 71
 Oberbargen 52, 56
 Obereggingen 18
 Oberhallauerberg 37
 Oberwiesen 28
 Oelberg 67
 Opfertshofen 68
 Osterfingen 39, 67
 Pantli 70
 Paradies 68
 Plören 56
 Rafzerfeld 63, 69
 Ramsen 69
 Randen 8, 9, 15, 21, 34, 35, 38, 39, 41, 42, 44, 52, 53, 54, 66, 67, 69, 71
 Rauhenberg 53, 57, 63, 66
 Reiat 8, 41, 47, 52, 53, 54, 56, 64, 68, 69
 Rhein 21, 67, 69, 70, 71, 74, 75
 Rheinau 70
 Rheinfall 41, 42, 43, 48, 67, 70, 71
 Rielasingen 54
 Rodenberg 53, 62
 Rosenegg 56
 Rossberg 44, 47
 Rüdlingen 8, 9, 51, 53, 69
 Rundbuck 67
 Schaffhausen 8, 41, 53, 61, 64, 67, 69, 70, 71
 Schienerberg 49, 53, 54, 56, 57
 Schlatt 63
 Schleitheim 18, 21, 23, 28, 32, 37, 68
 Schliffenhalde 54
 Schloss Laufen 51, 70, 71
 Schlossranden 15, 38
 Schmerlat 69
 Schrotzburg 66
 Schwaningen 18, 23
 Schwarzwald 9, 12, 15, 17, 18, 21, 24, 34, 48, 51, 53, 56, 65, 67, 74
 Schwedenschanze 15
 Schweizersbild 42, 69
 Seerücken 49, 57
 Seewibruch 32
 Seldengraben 28
 Siblingen 23, 28, 41, 71, 74
 Siblingerhöhe 38
 Sigmaringen 53, 68
 Singen 51, 75
 Solenberg 63
 Solnhofen 43
 Sommerhalde 41
 Spiegelgut 69
 Spitzfluh 42
 Stammerberg 53, 63, 66
 Stammheim 62, 63, 69
 Stein am Rhein 8, 9, 53, 69
 Steinatal 18
 Steinenkreuz 63
 Stetten 52, 68
 St. Katharinental 63
 Stokarberg 69
 Stühlingen 23, 28
 Südranden 48, 51, 53, 68
 Tengen 52
 Thayngen 63, 64, 70
 Thur 70
 Tössegg 53, 69, 70
 Ueberlingersee 69
 Unterklettgau 37, 69
 Untersee 69
 Urwerf 70, 71
 Vogesen 21, 51, 56
 Wangen 54, 57
 Wangental 41, 69
 Wannenberg 39, 47, 69
 Wartenberg 58
 Wegenbach 63
 Weizen 23
 Wellendingen 28
 Wiechs 52
 Wiesholz 53
 Wilchingen 28, 63, 67
 Wildensbuch 52
 Wippel 43, 64, 69
 Wirbelberg 42
 Witthoh 54
 Wolfsbuck 68
 Wolkensteinerberg 53, 66
 Wunderklingen 28
 Wutach 9, 28, 74, 75
 Wutachtal 23, 28, 56, 68
 Zellersee 54, 69, 75

Literaturhinweise

Hier sind ein paar empfehlenswerte Bücher und Publikationen für das weitere Studium der Geologie im allgemeinen und der Erdgeschichte des Kantons Schaffhausen im besonderen aufgeführt. In den einzelnen Werken, die in dieser unvollständigen Liste figurieren, sind jeweils weitere Literaturangaben zu finden.

Allgemeine Geologie

- Beurlen, Karl.* Welche Versteinerung ist das? Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1951.
- Börner, Rudolf.* Welcher Stein ist das? Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde. Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart 1952.
- Brinkmann, Roland.* Emanuel Kayser's Abriss der Geologie. Ferd. Enke Verlag, Stuttgart 1948.
- Bülow, Kurd von.* Geologie für Jedermann. Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1947.
- Cloos, Hans.* Einführung in die Geologie. Gebr. Bornträger, Berlin 1936.
- Cloos, Hans.* Gespräch mit der Erde. R. Piper Verlag, München 1947.
- Gagnebin, Elie.* Geschichte der Erde. Büchergilde Gutenberg, Zürich 1951.
- Gurtner, Othmar.* Sprechende Landschaft. Verlag Emil Frei AG, Zürich 1960.
- Heim, Albert.* Geologie der Schweiz. H. Tauchnitz Verlag, Leipzig 1922.
- Liniger, Hans.* Vom Bau der Alpen. Ott Verlag, Thun/München 1958.
- Peyer, Bernhard.* Geschichte der Tierwelt. Büchergilde Gutenberg, Zürich 1950.
- Wagner, Georg.* Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte. F. Rau, Oehringen, 3. Auflage 1960.

Geologie des Kantons Schaffhausen und Umgebung

- Cloos, Hans.* Der Schwarzwald. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen, Band XXIV 1951/52.
- Geologische Gesellschaft Zürich.* Geologische Exkursionen in der Umgebung von Zürich. Gebr. Leemann & Co. Zürich 1946.
- Geiger, Ernst.* Untersuchungen über den Geröllbestand im Rheingletschergebiet. Schweiz. Min.- und Petrogr. Mitteilungen Band XXVIII, 1, 1948.
- Hofmann, Franz.* Das moderne geologische Bild des Hegau-Vulkanismus. Hegau: Zeitschrift für Geschichte, Volkskunde und Naturgeschichte des Gebietes zwischen Rhein, Donau und Bodensee Heft 2, 1960.

- Huber, Robert.* Ablagerungen aus der Würmeiszeit zwischen Bodensee und Aare. Viertel-jahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 101, 1956.
- Hübscher, Jakob.* Ueber Quellen, Grundwasserläufe und Wasserversorgungen im Kanton Schaffhausen. Neujahrsblatt Nr. 3 der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen 1951.
- Kelhofer, Ernst.* Gliederung des Deckgebirges der Umgebung von Schaffhausen. Beilage zum Jahresbericht der Kantonsschule 1913.
- Leutenegger, Adolf.* Der Hegau. Jahrbuch der ostschweizerischen Sekundarlehrerkonferenzen 1931.
- Rutte, Erwin.* Zur Geologie des westlichen Schienerberges zwischen Herrentisch und Stein am Rhein. Eclogae Geologicae Helvetiae Vol. 49, Nr. 1, 1956.
- Weber, Julius.* Geologische Wanderungen durch die Schweiz. Clubführer des Schweiz. Alpen-Club 1911.

Karten und Erläuterungen zu Karten

- Schweiz. Geolog. Kommission.* Geologische Generalkarte der Schweiz, Blatt 3 Zürich-Glarus.
- Erb, Ludwig.* Blatt Hilzingen.
- Göhringer, August.* Blatt Lienheim.
- Heim, Albert* und *Hübscher, Jakob.* Geologie des Rheinfalles. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen, Band X 1931.
- Hübscher, Jakob.* Blatt Diessenhofen. Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000 (im Druck).
- Schalch, Ferdinand.* Blatt Blumberg.
Blatt Bonndorf.
Blatt Griessen.
Blatt Jestetten.
Blatt Stühlingen.
Blatt Wiechs-Schaffhausen.
- Suter, Hans.* Geologie von Zürich. Gebr. Leemann & Co., Zürich 1939.

Früher erschienene Neujahrsblätter

- Nr. 1/1949 : KUMMER, BERNHARD : «Schaffhauser Volks-Tierkunde» 1. Teil : *Haustiere*. 47 S. (vergriffen).
- Nr. 2/1950 : KUMMER, BERNHARD : «Schaffhauser Volks-Tierkunde» 2. Teil : *Tiere im Feld, Wald und Wasser*. 82 S. (vergriffen).
- Nr. 3/1951 : HÜBSCHER, JAKOB : Über Quellen, Grundwasserläufe und Wasserversorgungen im Kanton Schaffhausen. 52 S. Preis Fr. 3.90.
- Nr. 4/1952 : BOESCH, HANS : Die Unternehmungen von Johann Conrad Fischer. 84 S. Preis Fr. 4.70.
- Nr. 5/1953 : KUMMER, GEORG : «Schaffhauser Volksbotanik» 1. Lieferung : *Die wildwachsenden Pflanzen*. 130 S. (vergriffen).
- Nr. 6/1954 : KUMMER, GEORG : «Schaffhauser Volksbotanik» 2. Lieferung : *Die Kulturpflanzen* (1. Teil). 142 S. (vergriffen).
- Nr. 7/1955 : KUMMER, GEORG : «Schaffhauser Volksbotanik» 3. Lieferung : *Die Kulturpflanzen* (2. Teil). 113 S. mit Lebensbild Dr. h. c. Georg Kummer 1885 bis 1954 (27 S.). Preis Fr. 6.—.
- Nr. 8/1956 : BLUM, RUTH und UEHLINGER, OTTO : «Schaffhauser Heimat» *Aus dem Klettgau*. 51 S. Preis Fr. 3.80.
- Nr. 9/1957 : EGGER, FRITZ : Wir betrachten den Sternenhimmel. Wegleitung für den Besucher der Schul- und Volkssternwarte. 47 S. Preis Fr. 4.50.
- Nr. 10/1958 : Verschiedene Autoren : «Schaffhauser Heimat» *Vom Reiat*. 53 S. Preis Fr. 4.—.
- Nr. 11/1959 : WALTER, HANS : «Das Schaffhauser Bauernjahr» (1. Teil), Photoheft. 32 S. Preis Fr. 4.80.
- Nr. 12/1960 : BRUNNER-HAUSER, SYLVA : Der Rheinfall durch die Jahrhunderte in Wort und Bild. 38 S. Preis Fr. 5.—.
- Nr. 13/1961 : WITZIG, EMIL : Von den naturwissenschaftlichen Werken der Eisen-Bibliothek. 44 S. Preis Fr. 4.—.

Die Neujahrsblätter können bezogen werden bei B. Kummer, Rigistrasse 10, Schaffhausen 3 sowie bei den Schaffhauser Buchhandlungen.

