

Zeitschrift: Jahrbuch der Sekundarlehrerkonferenz des Kantons Zürich
Herausgeber: Sekundarlehrerkonferenz des Kantons Zürich
Band: - (1931)

Artikel: Der Hegau : landschaftskundliche Skizze
Autor: Leutenegger, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-819452>

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: 05.02.2026

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

Der Hegau.

Landschaftskundliche Skizze.

Von *Ad. Leutenegger*, Schaffhausen.

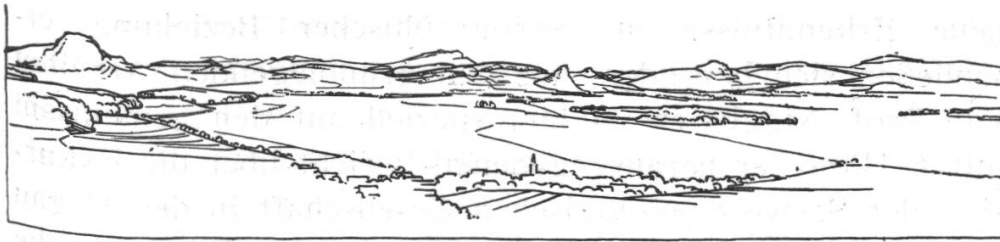
Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung zwei heimatkundlichen Hegaufahrten, in denen der Verfasser im Sommer 1929 bzw. 1930 die Sekundarlehrerkonferenzen der Kantone Schaffhausen und Thurgau in die Eigenart des lieblichen, an interessanten Naturgegebenheiten reichen Nachbargebietes einzuführen die Ehre hatte. Wunschgemäß als Kommentar zu diesen Exkursionen gedacht, versuchte sie — soweit dies im gegebenen Rahmen möglich ist — den Exkursionsbereich überschreitend ein Gesamtbild der als natürliche Einheit erscheinenden Landschaft zu entwerfen, indem sie unter bewußtem Verzicht auf den Anspruch der Vollständigkeit die spezifischen Wesenszüge hervorzuheben trachtet und Einzelheiten nur insofern berücksichtigt, als ihnen diesbezüglich illustrativer Wert zukommt. Dieser umfassenden Zielsetzung gliedern sich die geologisch-morphologischen, natur- und kulturgeographischen Erörterungen der Arbeit, schließlich auch die geschichtlich-geographischen Hinweise lediglich dienend ein. Das Hauptgewicht entfällt auf die Darlegung der innern Zusammenhänge, der genetischen Verknüpfungen, der einst und heute wirksamen latenten und kinetischen Kräfte, der durch die tellurischen Einflüsse bewirkten Bewegungen und durch sie modifizierten Verläufe, die der Hegaulandschaft ihren räumlich-zeitlichen Inhalt und ihr heutiges Gepräge gegeben haben. Möge die starke sprachliche Konzentration, die sich aus der Stofffülle und Raumbeschränkung ergibt, die Lesbarkeit nicht zu sehr beein-

trächtigen. Es ist dem Verfasser Bedürfnis, allen, die anregend und fördernd auf das Zustandekommen der Arbeit gewirkt haben, seinen Dank zu erstatten; er verdankt insbesondere auch seinem Freunde Hans Wagner-St. Gallen die beigesteuerte Auswahl landschaftlicher Skizzen, die auf einer gemeinsamen Hegauwanderfahrt zustande kamen.

Der Hegau als landschaftlicher Begriff.

Es ist ein stattlicher Kranz blühender Gebiete, den der alte Bodensee im nördlichen Alpenvorland mit patriarchalischer Kraft in festem Familienverband vereinigt. Sie alle, diese Tochterlandschaften, Thurgau, Allgäu, Linzgau, Hegau und wie sie heißen mögen, können nach Wuchs und Gehaben ihre Familienzugehörigkeit nicht verleugnen. Sie reden dasselbe Sprachidiom, und haben auch die Wechselfälle der Geschichte sie in politisch verschiedene Ehe gebracht, dringt doch heute im Fühlen, Denken und Tun alte Gemeinschaftlichkeit immer wieder lebendig und sieghaft durch. Bei aller Familienähnlichkeit treten indes im Wesensbild dieser Töchter des Bodensees Sonderzüge heraus, die jede einzelne Landschaft zu einer Individualität von geschlossener Eigenart stempeln.

Der stille Hegau mag sich hinter den selbstbewußten Geschwistern zurückstellen, er mag noch so bescheiden und in sich gekehrt in seinen Lebensäußerungen sein, wir erkennen doch aus seinem besonnenen, abgeklärten Antlitz jenen romantischen Zug, den Schimmer verhaltener Leidenschaft, der sein Bild verschönt. Zwar ist dieser Schimmer überschattet von vielen Kämpfen, vom Dulden und Überwinden einer schicksalhaften Vergangenheit. Aber sein Zauber zieht den aufmerksamen Beschauer unmittelbar in seinen Bann.



Das Hegauer Vulkangebiet, vom Friedinger Schlößchen gesehen (oder): von Osten gesehen.

Der Hegau stellt sich als eine natürliche Landschaftseinheit dar, in deren Bild, deutlicher als in andern, das Walten bestimmender Kräfte derart beherrschend in Erscheinung tritt, daß sie als Typus einer dynamischen Landschaft begriffen werden kann und zum Versuch einer entsprechenden Betrachtungsweise reizt.

Eine umfassende Gesamtdarstellung des Hegauergebiets aus neuester Zeit fehlt leider; ebenso liegen keine das gesamte Gebiet auf einem Blatt fassenden topographischen und geologischen Übersichtskarten größeren Maßstabs vor. Dagegen läßt sich aus einem ausgedehnten Schrifttum neuern Datums eine Fülle von Material gewinnen, das eine weitgehende Durchforschung der Landschaft von einzelnen Wissensgebieten aus verrät. Einläßliche, wenn auch zumeist nicht das ganze Gebiet gleichmäßig erfassende Bearbeitung haben besonders die geologischen Verhältnisse erfahren. Die in der ältern Literatur niedergelegten Forschungsergebnisse nach dieser Hinsicht sind in neuerer Zeit besonders durch die Arbeiten von Schalch, Deecke, Schmidle u. a. ausgebaut worden. An geologischen Spezialkarten im Maßstab 1 : 25 000 liegen erst die von Schalch vorzüglich bearbeiteten Blätter Wiechs, Blumberg und Geisingen vor. Die weitem, von verschiedenen Autoren zum Teil schon ausgearbeiteten Blätter Hilzingen, Engen Immendingen, Gailingen, Radolfzell, Eigeltingen, Emmingen usw. sind leider noch nicht publiziert. Die speziell den Hegauer Vulkanismus betreffenden, gesteinskundlichen Arbeiten von Grubenmann, Buri, Erb, Cushing und Weinschenk werden teilweise in H. Recks ausgedehnter Studie „Die Hegauvulkane“ kurz zusammenfassend diskutiert. Wichtige

neue Erkenntnisse in petrographischer Beziehung erschließen sich besonders aus den grundlegenden Arbeiten von Prof. Niggli; es sei hier speziell auf den gemeinsam mit J. Hübscher herausgegebenen Bericht über die Exkursion der Schweiz. geologischen Gesellschaft in den Hegau und den Randen 1922 hingewiesen. Schöne Teilüberblicke mit wertvollen Details bieten Deecke: Geologie von Baden, Alb. Heim: Geologie der Schweiz, Hennig: Geologie von Württemberg, sodann, die Beziehungen zwischen Geologie und Oberflächengestaltung betreffend, Deecke: Morphologie von Baden, schließlich die zahlreichen Arbeiten Schmidles, des trefflichen Kenners der Hegaugeologie, von denen „Die diluviale Geologie des Bodenseegebiets“ besonders hervorzuheben ist. Hinsichtlich der neuerdings sehr rühmlichen pflanzen- und tiergeographischen Forschung, sowie der ausgedehnten anthropogeographischen prähistorischen und historischen Literatur muß hier auf die im Literaturverzeichnis getroffene, stark beschränkte Auswahl von Namen verwiesen werden. Hübsche historische, wirtschaftsgeographische und volkskundliche Aperçus enthalten „Aus unserer Heimat“, herausgegeben von der Freien Lehrerkonferenz Radolfzell-Singen, sowie „Singen und der Hegau 1930“, herausgegeben von Hermann Eris Busse, Freiburg i. Br.

Einen schönen Überblick über die geologischen Lagebeziehungen des Hegaugebietes vermittelt die geologische Übersichtskarte von Württemberg und Baden (Maßstab 1 : 600 000) von C. und K. Regelman. Dem Exkursionisten sind die badischen Meßtischblätter 1 : 25 000, für das schweizerische Grenzgebiet ebenso die einschlägigen Siegfriedkarten gleichen Maßstabs verlässliche Wegweiser. Als zweckdienlich seien ferner die größere Teilgebiete des Hegaus umfassenden Karten des badischen Schwarzwaldvereins, 1 : 50 000 (Blatt 11: Hegau, Blatt 12: Konstanz), die Touristenkarte von Schaffhausen und den angrenzenden Gebieten 1 : 50 000 (Verlag Meili Schaffhausen), für bescheidenere Bedürfnisse Lorenz, Schwarzwaldkarte 1 : 150 000, Blatt 4: Donautal-Bodensee, genannt.

Die Bezeichnung *H e g a u* erscheint in Urkunden erstmals in der zweiten Hälfte des 8. Jahrhunderts als *Pagus Hegauensis*, *Hegowa*, *Hegow*, später als *Hegoia*, *Hegouve*, *Hegöw* etc. Sie hat sich heute im Kampf gegenüber der im letzten Jahrhundert üblich gewordenen Schreibweise *Höhgau* oder *Högau*, die im Terminus *Högaui* (für den Natolith des Hohentwils) eine bezeichnende Weiterentwicklung fand, erfolgreich durchgesetzt. Ob die Namengebung, die auf die keltische Wortwurzel *ceb* (= Bergrücken) zurückgeführt wird, von dem einzelnen, beherrschend hervortretenden Vulkanberg *Hohenhöwen*, oder aber von der Gesamtheit der ähnlich gestalteten, in der lokalidiomatischen Ausdrucksweise gemeinhin als „Hewen“ bezeichneten Vulkanhügel ausging (*Neuhöwen* und *Höwenegg* haben ihre Namen als Filalschlösser von *Hohenhöwen*), ist ungewiß und unwesentlich. In beiden Fällen steht die namengebende Kraft der Vulkanbildungen in der Landschaft fest. Die fremdartigen, einprägsamen Formen der dunkel und schroff aus der Ebene aufstrebenden Hügel, auf die das übersteigerte Sicherheitsbedürfnis früherer Zeiten ein besonderes Interesse konzentrierte, erscheinen a priori als die Träger der wesentlichsten Eigenart des Gebiets.

Offenbar schon in vorfränkischer Zeit als Gebietsbezeichnung vorgebildet, wurde der Terminus *Hegau* durch die karolingische Gaueinteilung offiziell definierter, politischer Begriff und blieb es mit allmählich sich verschärfender Begrenzung und wechselnder politischer Kraft das Mittelalter hindurch. Es kann hier nicht der Ort sein, den komplizierten Grenzverlauf in alle Details zu verfolgen. Im allgemeinen war die Grenze nur an der See- und Rheinflanke gegen den Thurgau linear bestimmt und bezog auch die Bodanhalbinsel ins Gaugebiet ein. Gegen die übrigen Nachbargaue — *Klettgau*, *Baar* und *Linzgau* — verlief sie in siedlungsarmen Waldgürteln (*Randen*, *Länge*, *Alb*) zonar, nur an den wichtigen Talpforten auf Punkte zusammenlaufend. Die größte Ausdehnung des mittelalterlichen *Hegaugebiets* wird durch die Verbindung der Punkte *Schaff-*

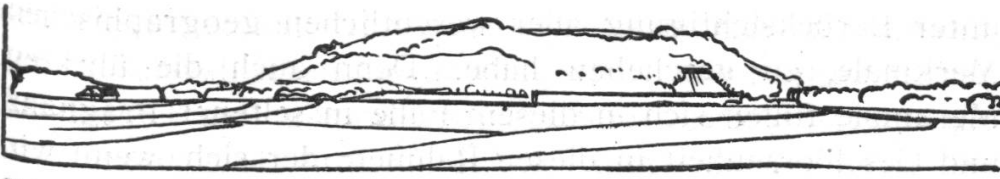
hausen (Urwerf), Goldbach am Überlingersee, Möhringen und Pfohren im Donautal gekennzeichnet. Früh jedoch begannen mit der mittelalterlichen Ausgestaltung der politischen Besitzverhältnisse Energieverlust und Zersetzung über den Hegau hereinzubrechen.

In seiner „Chronik der Stadt und Landschaft Schaffhausen“ schildert 1606 der Schaffhauser Chronist Joh. Jak. Rüeger den Hegau unter Bezugnahme auf den in Sebastian Münsters „Cosmographie“ niedergelegten Wortlaut in anschaulicher Weise:

„Das Hegöw liegt im Schwabenland zwüschen dem Celler oder Undersee, dem Rhin und der Donow, soll sechs mil wegs wit und breit sin. Also zirklets und mist Sebastian Münster us. . . .“

Das Hegöw ist zwar, wie Munsterus anzeigt, ein klein, aber über die maass ein wol erbuwen und fruchtbar lendlin von win, wiß und rot, korn und obs. Man findt ouch darin guot fisch, vögel und wildprät. Es hat vil schöner stättlin, darunder Stockach die fürnembst ist, vil schöner, lustiger flecken und in die 46 weerhafter schlösser, deren etliche nit nun von menschlicher fürsichtigkeit, sonder von natur wol bewaret, dermaßen daß etliche als vil als starke bolwerk und vorwerinen des ganzen Schwabenlands werind, als Hohen Twiel, so dem herzog von Württemberg gehört, Hohen Kräyen, so den edlen von Bodmann gehört, Hewen, so eigne friherren des namens von Hewen erhalten, von denen kam es uf die grafen von Lupfen, nach deren abgang besitzends die friherren und marschalken von Bappenheim, und andere vil mer schlösser, so hierin zuverzellen unvonnöten. Daher folget, daß in disem land vil adels und ein merkliche ritterschaft wonet. . . .“

In den alten Gaubereich, der einst als Zentralgebiet des Herzogtums Alemannien die Klimax seiner Kraftentfaltung erlebte und in dem später die Landgrafschaft Nellenburg den größten Gebietsteil einnahm, hat das politische Schicksal in der Folge fortdauernd energievermindernd und aufteilend eingewirkt und schließlich einen Grenzverlauf fi-



Tuffhügel des Rosenegg

von Süden

xiert, der nicht nur einzelne heute schweizerische Gebiete, darunter den schaffhauserischen Bezirk Hegau, sondern auch periphere Anteile auf heute badischem Gebiet, so die Bodanhalbinsel, Stockach, das fürstenbergische Donau- und Aitrachtal, ferner die württembergischen Enklaven Hohen- tiel und Bruderhof vom ursprünglichen Hegauareal ab- getrennt hat. Was in der heutigen Begriffsbeschränkung unter dem Hegau ortsüblich verstanden wird, beschränkt sich auf das Gebiet der badischen Amtsbezirke Engen und Konstanz (wobei von letzterm die seenahen Gebiete nicht einbezogen sind), auf einen Torso also, der ein bemerkens- wertes Abbild des passiv erdulenden Geschicks darstellt, das dem Hegau im Wandel der politischen Konstellationen beschieden gewesen ist. Erst in neuerer Zeit mehrten sich unter dem Einfluß naturwissenschaftlicher und landschafts- kundlicher Betrachtungsweise die Versuche, dem Begriff Hegau seinen natürlichen, vom Banne politischer Grenz- ziehung losgelösten Inhalt zurückzugeben.

Die in der modernen Landschaftskunde vertretenen An- schauungen sehen in einer natürlichen Landschaft einen natürlich abgegrenzten Raum der Erdoberfläche, der sich durch ausgeprägte Eigenart — eine individuelle Physiogno- mie — von andern Erdräumen abhebt (Gradmann, Lauten- sach). Unter diesem Gesichtspunkt erhält die ausgeprägte Vulkanlandschaft des Hegaus ihren natürlichen Rahmen. Wenn im vorliegenden Versuch der Bereich der genetisch verwandten vulkanisch-tektonischen Bildungen, auch wo sie nicht reliefgestaltend hervortreten, zur Begrenzungs- grundlage genommen wird, widerspricht dies keineswegs der Forderung, daß die Umgrenzung der Landschafts- einheit nicht künstlich oder willkürlich, sondern natürlich,

unter Berücksichtigung aller wesentlichen geographischen Merkmale, zu geschehen habe. Denn auch die übrigen Merkmale fügen sich in diesem Falle in seltener Prägnanz und Geschlossenheit in diesen Rahmen, der sich, wenn wir von den auszuschließenden Gebieten von Schaffhausen und der Bodanhalbinsel absehen, mit demjenigen des historischen Hegaus der Pipinidenzeit nahezu deckt.

Damit ergeben sich für den Hegau wichtige Lagebeziehungen. In der Gestalt eines unregelmäßigen, in der Nordwestachse gestreckten Sechsecks lagert sich der Hegau dem in 3 Buchten rachenartig auseinanderklaffenden Westende des Bodensees vor, dessen herzynisch gerichtete Längsachse nordwestlich in der Richtung gegen den nördlichen Schwarzwald unmittelbar fortsetzend. Als Vorland des „alemannischen Meeres“ Partialgebiet der größeren Landschaftseinheit des Bodenseeumlandes, teilt der Hegau naturgemäß mit seinen Schwesterlandschaften am See eine große Reihe grundlegender Wesenszüge, die die ruhige Freundlichkeit seines Grundcharakters aufs nachhaltigste bestimmen. In den Grundformen der Bodengestaltung, in Klima, Naturbild und Siedlung entspricht der Hegau dem Gesamtbild der Bodenseerandlandschaft. Der Hegau ist Zwischenstromland zwischen Rhein und Donau, diesen zwei bedeutendsten Völkerstraßen Europas, im Gebiet von deren größter Näherung und intensivster Kontaktbeziehung. Erdgeschichtlich begriffen, ist der Hegau das Land am Südostfuß der Schwarzwaldabdachung, nördliches Randgebiet des alpinen Orogens, also Schwarzwald- und Alpenvorland zugleich, als Kontakt- und Kampfgebiet zwischen altem Horst und jungem Faltengebirge Schauplatz katastrophalen Geschehens. Der Hegau ist Jura- und Molasseland, die tektonisch stark beanspruchte Übergangszone, in der die südöstlich mit verstärkter Neigung untertauchende Juratafel des Südwestendes der Rauhen Alb mit ihrer charakteristischen Molassebildung, der Juranagelfluh, auf die mächtigen, von

den Alpen her angetragenen Molasseschichten der schweizerisch-schwäbischen Hochebene trifft. Als nordwestliches Randgebiet der alpinen Vergletscherung zur Eiszeit stellt der Hegau z. T. eine durch die diluvialen Vorstöße des Rheingletschers aufs intensivste beeinflusste Glaziallandschaft dar. Durch die historische Verlagerung der politischen Kraftzentren ist der Hegau schließlich in passivem politischem Schicksal zum angenähert zentral gelagerten deutsch-schweizerischen Grenzland von skurrilem Grenzzug geworden.

Aus diesen vielseitigen Lagebeziehungen erklärt sich die erstaunliche Mannigfaltigkeit der morphologischen Formgestaltung wie die Bewegtheit des naturgeschichtlichen und historischen Geschehens, die diese Landschaft auszeichnen. Im Oberflächenbild des Hegaugebiets tritt der Reichtum der Formelemente des Tafeljuras mit dem des Molasselandes zu einem ruhigen, weichen Grundakkord von sonorer Tongebung zusammen. Aus diesen klingenden Mollakkorden erhebt sich in verhaltener Leidenschaft romantisch, als ein sieghaft beherrschendes Motiv in Dur, die finster schroffe Geschlossenheit der durch Vulkanismus, Tektonik und Eiszeitwirkung geprägten Formen.

Auf diesen naturgegebenen Grundlagen fußt die natürliche Einteilung des Gebiets.

Das geologisch-morphologische Bild der Landschaft.

Der südliche Molasserand.

Jenseits der südlich in EW-Richtung verlaufenden, übrigens noch heute durch die Erosionskraft des Rheins und die Widerstandskraft der bei Schaffhausen („Lächen“) und am Rheinfall anstehenden Jurakalkriegel (siehe Alb. Heim, „Geologie des Rheinfalls, 1931) dynamisch bedingten Untersee-Rheinlinie erhebt sich aus 400 m Meereshöhe der südliche Molasserand mit einer Reliefenergie von

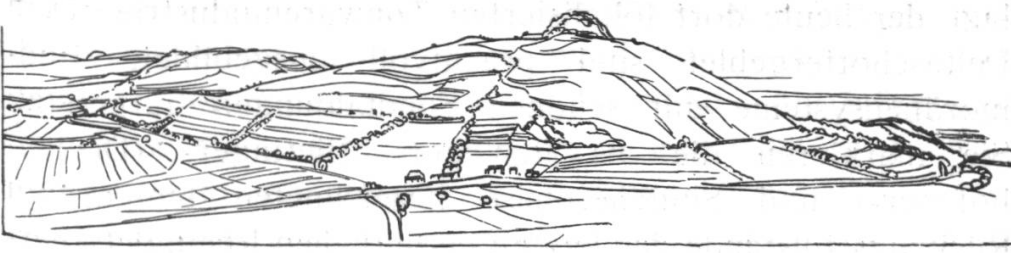
nahezu 300 m zu seiner Kulmination bei der Schrotzburg (693 m). Nördlich des Einbruchgrabens der Steiner Bucht die mächtigen Schichten der obern Süßwassermolasse des thurgauischen Seerückens fortsetzend und wie jener überdeckt mit altdiluvialen Schottern (Deckenschotter, „löcherige Nagelfluh“), zieht er sich vom Schienerberg über die Bibertallücke hinweg im Rauhen Berg mit abnehmender Erhebung westwärts und taucht unter die jungdiluvialen Moränenbildungen, die nordöstlich von Schaffhausen gegen die Randentafel vorstoßen. Vereinzelte Schmitzen von tertiärer Nagelfluh am Schienerberg belegen die Tatsache, daß die Alpenflüsse der Molassezeit, die die sich allmählich vertiefende nordalpine Molassemulde auffüllten, mit ihren Deltabildungen bis in den Hegau vorzudringen vermochten. Die am Südhang des Schienerberges zerstreut in der Molasse eingelagerten Vorkommen von vulkanischem Auswurfmaterial, die sich bis auf 620 m (beim Oberwaldhof, auf Schweizergebiet) verfolgen lassen, der vulkanische Tuff vom Karolihof oberhalb der Bibernmündung, sowie ein durch Glazial verdecktes Basaltvorkommen am Rauhen Berg bei Ramsen rechtfertigen, wenn sie auch nicht reliefgestaltend hervortreten, den Einbezug dieses südlichen Molasserandes in die natürliche Landschaft des Hegaugebietes. In enger Vergesellschaftung mit vulkanischen Tuffen und deshalb für die Altersbestimmung des Hegauer Vulkanismus in seiner ältesten Phase von grundlegender Bedeutung, finden sich am Schienerberg oberhalb des Dorfes Wangen die altberühmten, heute leider überwachsenen und unergiebig gewordenen Fundstellen der „Öhninger Kalkmergel“ im Süßwasserkalk, deren einzigartige Reichhaltigkeit die wissenschaftliche Welt einst lange Zeit in Atem gehalten hat. Bekannt ist der beim damaligen Stand der Forschung begreifliche Irrtum des Zürcher Arztes Johann Jakob Scheuchzer, der das in den Öhninger Süßwasserkalken aufgefundene Skelett des Riesensalamanders Andrias Scheuchzeri als einen „homo diluvii testis“, als das „Bein-

gerüst von einem armen Sünder“ ansah. Aus der Tertiärflora und -fauna von Öhningen, die im Glarner Oswald Heer ihren klassischen Bearbeiter gefunden hat, sind 475 Pflanzen- und 922 Tierarten bekannt; womit der tatsächliche Artenreichtum wohl bei weitem nicht erschöpfend gekennzeichnet ist. Neben jetzt noch bei uns heimischen Pflanzenarten treten in der Mischflora mit Zimtbäumen, Taxodien, Kampherbäumen, Lauraceen, Tulpenbäumen, Sequoien usw. zahlreiche heute exotische, für Japan, Australien, Kleinasien, insbesondere für Amerika charakteristische Typen auf, die auf ein subtropisches Klima und einen den „Everglades“ in Florida vergleichbaren Landschaftscharakter hinweisen. Die im Übergang zur Diluvialzeit eingetretene Klimaverschlechterung hat diesen wärmeliebenden Gewächsen den Verbleib am bisherigen Standort verunmöglicht; zugleich hat ihnen der inzwischen, zur Molassezeit, sich auftürmende Alpenwall (im Gegensatz zu den meridional verlaufenden Appalachen und Cordilleren Nordamerikas) durch seine Querstellung das elastische Ausweichen gegen Süden und Zurückstrahlen an ihre frühern Standorte verwehrt, sodaß ihr seitheriges Erlöschen bei uns begreiflich erscheint. Auch die Tierwelt, in der mit 826 Arten die Insekten vertreten waren, ist einem ähnlichen Geschick verfallen. Heute beherrscht der lichte Buchenwald, spärlich untermischt mit Nadelholzbeständen, die ausgedehnte Sandstufe und die eiszeitliche Schotterdecke des südlichen Molasserandes. Die Hofsiedlung, die im übrigen Hegau auffallend spärlich vertreten ist, wird am Südhang des Schienerbergs begünstigt durch die Wasserführung der obern Mergelstufen. Doch konzentriert sich die größere Siedlungsdichte in einem Kranz blühender Ortschaften auf den moränenüberdeckten Fuß der Höhen, insbesondere auf die Seelinie, wo eine Mehrzahl begünstigender Klimafaktoren — Schutz vor Nordwind, Südexposition, Seenähe, die auf der Reflexion des Sees beruhende „Unterstrahlung“ — einer Reihe von Pflanzen mit höhern Wärmeansprüchen, u. a. auch der Rebe, Refugien gewahrt haben.

Der auf das badische Gebiet des Schienerbergs beschränkte Name „H ö r i“ geht auf die ehemals dominierende Zugehörigkeit zum Bistum Konstanz zurück. Die wichtige Brückenlage am untern Seende und der wohl durch eine alte NS-Verwerfungslinie vorbedingte Durchbruch des untern Bibertales haben die Entstehung der einzigen größeren Siedlung im Gebiete, des Städtchens Stein, bestimmt.

Die Hegausenke.

In einem charakteristischen Steilabfall geht der südliche Molasserand im N in die H e g a u s e n k e über. Hier zieht eine der bedeutendsten Bruchlinien Süddeutschlands, der H e g a u g r a b e n b r u c h oder die R a n d e n v e r w e r f u n g, auch als Bonndorfer Graben bekannt, durch. Wohl schon gegen Ende der Molassezeit angelegt, doch erst während der Diluvialzeit zur vollen Auswirkung gekommen, verläuft sie vom Untersee aus erst westwärts, dann, den Jura-Triasmantel des Schwarzwaldes quer durchschneidend, längs des Randens und des Wutachtals nordwestlich gegen den Titisee und wird über das Höllental bis zum vulkanischen Kaiserstuhlgebirge in der Rheinebene verfolgt. Mit einer Sprunghöhe von über 200 m setzen Molasse- und Deckenschotterreste am Galgenberg nahe der Aachmündung gegen die entsprechenden Horizonte am Schienerberg ab und kennzeichnen die Hegausenke als eine Einbruchswanne von beträchtlicher Tiefe der Absenkung. Ihrer Tiefenlinie folgt die im Juranagelfluhgehänge, bei Watterdingen, entspringende B i b e r; durch ein anderes, quer gelegtes Verwerfungssystem zunächst südwestlich gerichtet, fließt dieser Bach der erhöhten Randentafel entlang bis Thayngen, dann weiter südöstlich-östlich auf der Hauptverwerfung bis Ramsen, wo sie in das von einem diluvialen Rhein-Aachlauf verlassene Durchbruchstal südwärts zum Rhein abbiegt, während kaum 3 km weiter östlich die H e g a u e r A a c h ihren bisherigen Nordsüdlauf bei Arlen plötzlich aufgibt, um in der Fortsetzung des



Der Hohentwiel

von Südwest

eigentlich der Biber vorgezeichneten Tals schließlich in stark mäandrierendem Lauf den Untersee zu erreichen. Die Hegausenke, die in ihren heutigen Neigungsverhältnissen durch Biber und Aach, sowie durch deren Zuflüsse See-graben, Riederbach und Hepbach gekennzeichnet ist, dehnt sich nordwärts bis an den deutlich markierten Südrand der über Engen, Aach, Schloß Langenstein vordringenden Alb-
tafel, die in südöstlichem Fallen, z. T. mit Schichtabbiegungen (Flexuren), unter die Aufschüttungen der Eiszeit taucht. Gegen Nordosten bilden die schon ersichtlich unter dem Einfluß der spezielleren Bodenseetektonik stehenden Hügel des östlichen Molasserandes einen klaren Abschluß. Im Bilde der Hegausenke zeichnen sich, durch Verwerfungs-
linien abgesetzt, zwei Niveaustufen von deutlich verschiedenem Gepräge ab. Gegenüber dem westlichen Gebietsteil erscheint der östliche tiefer abgesenkt. Von kleinen Hügeln durchsetzt, aus denen nur der kegelförmige, Decken-
schotter tragende Molassehügel des Friedinger Schlößchens schollenartig heraustritt, dehnt sich ein flaches, auf große Erstreckung mit Wald bestandenes Gelände, in dem ge-
waltige fluvioglaziale Auflagerungen die besondern Ver-
hältnisse des Untergrundes verhüllen, gegen den See aus. Die große Zahl deutlich erhaltener, durch Eisrandströme während des Gletscherrückzugs gebildeter Erosionsrinnen deutet auf eine intensive, glaziale (wohl auch tektonische) Beeinflussung des Gebiets während der Rückzugsstadien der letzten Vergletscherung hin. Bändertone weisen auf eine zeitweise Erstreckung des Radolfzeller Seearms bis gegen Arlen, wie auf die Existenz größerer Staubecken im untern Bibertal bis gegen Thayngen und ergeben die Grund-

lage der heute dort lokalisierten Tonwarenindustrie. Dem Deltaschottergebiet sind prachtvoll ausgebildete Endmoränensysteme mit schönen Sandbildungen aufgesetzt. Sie markieren die als Thaynger-, Bietinger- (Dießenhofener-) und Singenerphase bezeichneten temporären Rückzugsstillstände des letzten eiszeitlichen Rheingletschervorstoßes („Würm“-Vergletscherung). Der Umstand, daß diese stationären Gletscherenden mehrheitlich auf tektonischen Linien liegen, läßt deren Mitbeteiligung bei der Lokalisierung der Moränen vermuten. Ein weiteres, charakteristisches Merkmal dieser Glaziallandschaft bilden die „Sölle“, isolierte, rundliche Vertiefungen von 50 und mehr Metern Durchmesser, meist wassererfüllt oder vermoort; Schmidle hält dafür, „daß beim Gletscherabschmelzen hier Eisklötze liegen blieben, welche von Kiesen um- und überspült wurden und dann erst abschmolzen“. Eine söllartige Bildung ist auch der kleine „Egelsee“ bei Thayngen. Von den vulkanischen Bildungen, die in größerer Zahl in diesem Teilgebiet vermutet werden müssen, liegen wohl die meisten unter der Glazialaufschüttung versenkt; nur im Süden, auf der den Bibertalgraben nördlich begrenzenden Molassescholle, tritt die westöstlich verlaufende Tuffhügelreihe Rosenegg - Junkernbühl - Hardberg - Galgenberg mit wechselnder Reliefenergie heraus. Die großen Tuffbrüche am Rosenegg lieferten einen früher geschätzten Baustein, der sich indes zufolge seiner geringen Wetterbeständigkeit nur für wettergeschützte Bauteile mit Vorteil verwenden ließ.

Durch den gehobenen Molassesockel gegenüber der Schwemmlandfläche deutlich abgesetzt, stellt sich der Nordwestteil der Hegau senke blickbeherrschend als das Zentralgebiet der Hegauer Vulkanlandschaft dar. Hier recken sich gleich an der verworfenen Ostflanke des leicht gewellten, aus vulkanischem Auswurfsmaterial aufgebauten Deckentuffrückens die 6 an ihrer Spitze freigelegten Phonolithstiele des Vulkanzentrums, alle, wenn auch mit sehr verschiedener Reliefenergie, leidenschaftlich die

Vertikale betonend, aus ihrer Tuffumhüllung empor, die vier markantesten unter ihnen auf die dunklen Ruinen des Gesteins malerische Burgruinen türmend. Als mächtiger Südpfeiler die andern an Massigkeit und Höhe weit überragend, steht gebieterisch in wuchtiger Formgebung der *Hohentwiel* (688 m), in dessen Nordwestbereich der tuffumgürtete *Staufen* (595 m) und besonders der winzige *Gönnersbohl* (510 m) als unbedeutende Trabanten

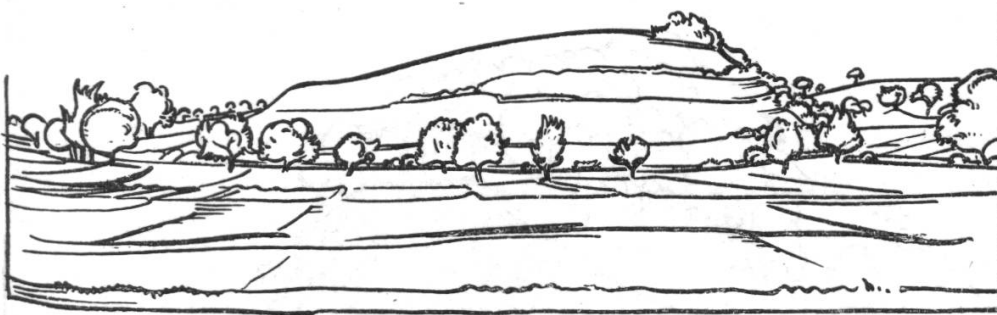


Fig. 1. Der Gönnersbohl bei Hilzingen, als vulkanische Kleinform Typus der tuffumgürteten Phonolithhügel, deren Gesteinskern von den Kräften der Eiszeit aus ihrer Tuffhülle geschält wurde.

ten im Relief zurücktreten. In 4 km Entfernung genau nördlich schwingt sich in kühner Eleganz der scharf herauspräparierte Felskegel des *Hohenkrähen* in 644 m Höhe auf. Mit dem wieder breiter angelegten Phonolithkopf des 2 km weiter nordwestlich aufsteigenden *Mägdeberges* (665 m), dem als parasitärer Phonolithstiel der kleine *Schwindel* (629 m) unmittelbar vorgelagert ist, schließt der Bereich des phonolithischen Erstarrungsgesteins gegen Norden ab, indes sich im Sickerberg und Philippsberg die von einer Molasseschicht durchschossene Tuffdecke nordwestlich fortsetzt. Diese *Tuffdecke*, die über die Einsenkung von Duchtlingen—Hilzingen hinweg bis auf ca. 600 m Höhe gegen den Hohenstoffel ansteigt, gewinnt südwestlich des Hohentwiels im Plören und am Heilsberg bei Gottmadingen mächtige Entfaltung, setzt aber am Heilsberg plötzlich aus, sodaß die von Deckenschotter überlagerten Molassehöhen des westlichen Heilsbergs und des Buch-

bergs bei Thayngen von primär gelagerten Vulkaniten frei erscheinen. Im Nordwesten des Teilgebiets aber baut sich aus der durch Eiszeitwirkungen gestalteten Niederung der imposante *Hohenstoffeln* (846 m) auf, ein mächtiger, mit Basaltblöcken überstreuter Molassekegel, in dem die obere Süßwassermolasse bis auf 720 m emporreicht, dem aber gleichwohl, wenn auch an Masse stark zurücktretend, die vulkanischen Bildungen kraft ihrer Anordnung die cha-



Fig. 2. Hohenstoffeln. Basaltbruch auf der Nordseite (heutiger Stand).
Schöne Säulenfächerung.

rakteristische Prägung geben. Hier sind es die Eruptionsbrekzien und besonders die in schönen Säulenbildungen massig entwickelten Gesteinskörper des dunklen Melilith-Nephelinbasaltes, die, an zahlreichen Stellen die Molasseunterlage durchdringend, in der kühn aufragenden, nach der Nordsüdachse langgestreckten Gipfelentwicklung in 846 m Höhe kulminieren und als Härtlinge für die abrasive Herausmodellierung der Kegelform verantwortlich sind. Die Betonung einer meridionalen Hauptachse, die sich in der Reihung der wichtigsten Ausbruchspunkte, speziell auch in der interessanten Spaltenausfüllung „am grauen Stein“ oberhalb des Dorfes Riedheim ausprägt, legt hier besonders eindrucksvoll die Wirksamkeit einer N—S verlaufenden Verwerfungsspalte zur Zeit des Ausbruchs nahe. Die her-

vorrangende Eignung des Basaltes als Straßenbaumaterial hat am Nordabsturz des Hohenstoffeln zur Entstehung der großen, einschneidenden Abbauscharte geführt, die rapid und bedrohlich gegen den ruinegekrönten Nordgipfel vorrückt. So aufschlußreich die Einblicke sind, die die fortschreitende Entblößung des Basaltkörpers mit seinen wundervollen Säulenflächen und ausgedehnten Molasseapophysen dem Auge des Forschers bietet, so tief bedauerlich wäre es im Interesse des Landschaftsbildes, wenn der beherrschende Gipfel dem Abtrag zum Opfer fallen und in seiner irreparablen Deformation zum Denkmal der heute dominierenden Zeitkräfte werden müßte. An der Ostseite des Homboll, eines kleinen, parasitären Basaltkegels am Hohenstoffeln, deuten interessante, in Opal- und Menilitbildungen ausgeprägte Verkieselungserscheinungen auf die zeitweilige Wirkung heißer Wässer als ausklingender Phase des Vulkanismus und stehen in Parallele zu ähnlichen Bildungen an der Westflanke des Hohentwiel (unterhalb des Eselsbrunnens) wie auch an der Südseite des Rosenegghügels. Waldbewachsung unterstreicht den düsterernsten Charakter der vulkanischen Höhen. Die Tuff- und Jura- und Nagelfluhpartien des Gebietes sind, wo sie entblößt in Südexposition anstehen, zufolge ihrer Trockenheit vegetationsarm, nicht unter Kultur und bieten mannigfachen xerophitischen Pflanzenrelikten Zuflucht; wo sie aber — und dies ist auf weite Erstreckung bis auf die Vorhöhen des Hohenstoffeln der Fall — von reichlich mit vulkanischem Trümmaterial durchsetzten Moränen überfahren sind, stehen sie als besonders fruchtbares Ackergelände unter dem Pflug. Insbesondere im Frühling, wenn die frisch gewendeten Furchenzüge in abgestufter Färbung den wechselnden Charakter des Untergrundes hervortreten lassen, bietet die bunte Musterung der gedehnten Ackerbreiten ein ansprechendes, einprägsames Bild. Für die Besiedelung der Hegausenke ist die Ballung in großen Haufendörfern inmitten der Gewanne charakteristisch. Die Lokalisierung und Anlage dieser Bauerndörfer erscheint in mannigfach abgestufter Kraft der Einwirkung wechselseitig durch Quell-

horizonte, Bachläufe und Straßendurchzüge bestimmt. Dem vorherrschenden Kleinbauerntum gegenüber tritt der Großgrundbesitz stark zurück. Als kleine Siedlungszentren sind Radolfzell und Aach an die Peripherie gerückt. Erst in neuester Zeit hat sich der Eisenbahnknotenpunkt Singen mit amerikanischer Rapidität zum industriebedingten Wirtschaftszentrum mit 15 000 Einwohnern entwickelt.

Das Juranagelfluhgehänge.

Am Rande der Hegausenke markiert der wuchtige **H o h e n h ö w e n** (848 m) mit stärkster Reliefenergie den Übergang zum **J u r a n a g e l f l u h g e h ä n g e**, das sich aus 500 m Meereshöhe über die Talungen der obern Biber und ihrer Seitenbäche hinweg nordwestlich zum flachen, vom Dorf Randen über den Neuhöwen zum Höwenegg in durchschnittlich 800 m nordöstlich ziehenden Kulminationsrücken emporhebt, um schließlich mit erst geringem, dann entschiedenerem Gefälle gegen das Aitrach-Donautal auf 700 m abzusinken. Der mit ca. 7° gegen die Hegausenke geneigten Juratafel, die in den tiefen Taleinschnitten mehrfach zutage tritt, lagern über den Bohnerzbildungen zunächst in 4—12 m Mächtigkeit die als **R a n d e n g r o b k a l k** bezeichneten Schichten der obern Meeresmolasse auf. Ihr Reichtum an Muschelschalentrümmern, unter denen Austern, Kamm- und Herzmuscheln besonders häufig vertreten sind, kennzeichnet sie als typische Strandbildungen des zur Vindobonzeit nordwärts transgredierenden Molassemeeres, dessen Vorrücken in 6 Strandzonen Vogelgesang verfolgt hat. Große, bei Wiechs, Tengen und Zimmerholz betriebene Steinbrüche zeugen von der Wertschätzung, die der Randengrobkalk vermöge seiner Wetterfestigkeit und seiner warmen, gelben Farbtönung noch heute als Baustein wie als in gemahlenem Zustand dem Mörtel zugesetzte Naturfarbe genießt. Das Hervortreten dieses warmen, auf das Auge angenehm wirkenden Farbtons macht sich an vielen neueren Bauobjekten des Hegaus (z. B. an den Neubauten der Maggiwerke in Singen) in charakteristischer Weise geltend.

Die wenig mächtigen Brackwasserbildungen der Congerenschichten und Graupensande, deren Südwestdurchzug durch den Hegau Schalch nachgewiesen hat, erhalten insofern erhöhtes Interesse, als nach neuern Ansichten (Kiderlen) darin die Spur eines von Ulm bis zur Meeresstrandzone von Benken (Kt. Zürich) verlaufenden, miocänen Stromes zu erblicken ist. Auf dieser Unterlage erst setzen die ausgedehnten Juranagelfluhbildungen auf, die hier nordöstlich der Randenverwerfung ihre größte Entfaltung überhaupt erreichen und das Relief des nordwestlichen Hegauanstiegs recht eigentlich gestalten. Auch sie sind als riesige Deltaanlagerungen Zeugen strömenden Wassers, das jedoch aus anderer Richtung, vom Schwarzwald und dem Schweizerjura her in verschiedenen, die Urdonau bildenden Wasserläufen seine Geschiebe in das nunmehr ausgesüßte Molassebecken eintrug. Die vielfach durch die charakteristischen Lösungseindrücke ausgezeichneten Gerölle der Juranagelfluh deuten in ihrer die Trias-Jura-Serien der Schwarzwalddecke in umgekehrter Lagerungsfolge repräsentierenden Aufschichtung auf die fortschreitende Abschälung des den Schwarzwald ursprünglich überkleidenden Sedimentmantels und dessen von Westen erfolgende Verfrachtung in die Molassemulde zur nämlichen Zeit, als wasserreiche Alpenflüsse dieselbe von Süden her mit den mächtigen Schotterlagen der alpinen Nagelfluh auffüllten. Auf einer lehmigen Unterschicht (Helizitenmergel) aufsetzend und vielfach von sandigen und mergeligen Zwischenlagen durchschossen, erscheint die Juranagelfluhtafel heute durch abrasive bzw. erosive Kräfte weitgehend abgetragen und in weich konturierten Rücken, Kegelbergen, Mulden und scharfen Talrissen von deutlich tektonisch bedingtem Linienzug modelliert. Aufgelagerte Süßwasserkalke, die mit ihren zeitlichen Äquivalenten von Öhningen und Hohenkrähen letzte Zeugen der hier mit Ablagerungen untiefer Seen abschließenden Sedimentationsperiode (Sarmatikum) der Tertiärzeit darstellen, sowie die in weiter Streuung durchbrechenden Eruptiv-

vorkommnisse haben als Härtinge an der Herauspräparierung isolierter Höhen in diesem Gebiet wesentlichen Anteil. Die interessante Kegelform des Wannenbergs bei Tengen mit ihrer kraterähnlichen Gipfelbildung aus stark mit Pflanzenresten durchsetztem Süßwasserkalk tritt wie diejenige des benachbarten Bisbergs als Abrasionsrelikt kennzeichnend aus der Landschaft hervor. Die Vermutung Recks*, daß es sich im Wannenberg um einen vulkanischen



Fig 3. Wannenberg bei Tengen, von Norden gesehen mit kraterring-ähnlicher Gipfelbildung aus Süßwasserkalk.

Ausbruchspunkt handelt, erscheint glaubhaft, ist jedoch bis jetzt nicht durch sichere Funde gestützt; andererseits wirkt die Deutung der Gipsvorkommnisse am Hohenhöwen als Solfatarenbildungen überzeugend. Recht bezeichnend für die erhöhte Nordwestpartie des Juranagelfluhgebietes ist das auffallende Zurücktreten der mannigfachen Eruptivvorkommen im morphologischen Bild der Landschaft. Während gegen die Hegausenke der 848 m aufragende H o h e n h ö w e n die durch Verstürzung prächtig entblößte Ostflanke des mauerähnlich nordsüdlich gestreckten Eruptivkerns mit einer Reliefenergie von ca. 250 m in eindruckskräftigster, den eruptiven Massenanteil allerdings stark überbetonender Wucht zur Geltung bringt, heben sich 5 km nordwestlich bzw. 8 km nördlich die nächstmächtigsten,

* H. Reck, Die Hegauvulkane, Berlin 1923.

bewaldeten Basaltköpfe des Neu hö wen und des Hö wen e gg mit 40 m Kuppenhöhe und sanft gerundeten Konturen nur beinahe unmerklich von der Juranagelfluhkulmination, der sie entsteigen, ab. Im Burghügel des Neu hö wen („Stettemer Schloßchen“) erreicht der Basalt im Hegau mit 869 m die größte Gipfelhöhe. Noch viel weniger reliefkräftig setzen sich die Basalte und Eruptivbrekzien des Hasler hofs und des Osterbü hls bei Leipfer-

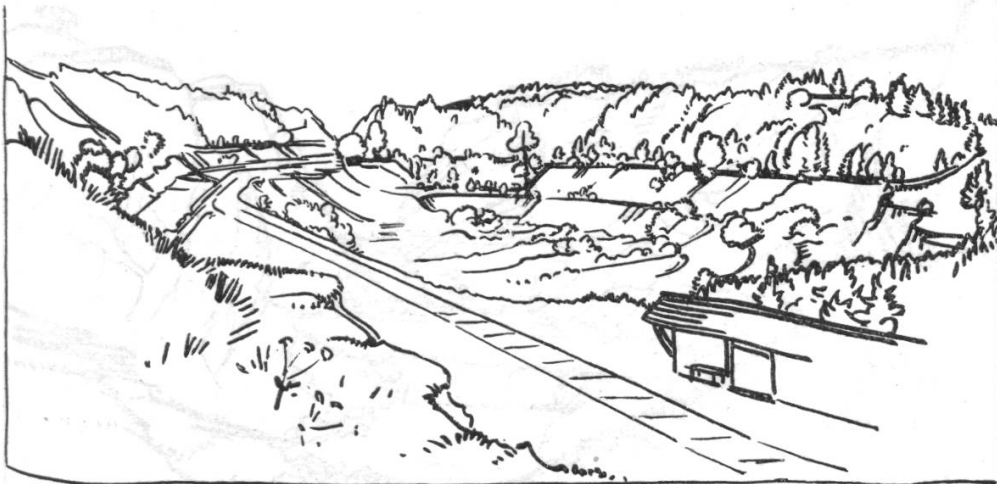


Fig. 4. Höwenegg. Durch die Basaltausbeutung freigelegte Krater-tuffmulde, die vordem mit kompaktem Basalt angefüllt war.¹

dingen, sowie in der Nähe der Westgrenze des Gebiets, im Walde östlich des Dorfes Randen, die teilweise abgebauten Basalt- und Tuffvorkommnisse der „Steinröhren“ mit schönen Basaltsäulen der Juranagelfluh auf. Vereinzelt, kleine Basaltgänge, die in der Jurakalkunterlage austreten, können hier nur summarisch erwähnt werden. Den wunder-vollsten Einblick in den vielgestaltigen, mannigfach kompli-zierten Bau eines basaltischen Eruptionszentrums gewährt der in einer fortgeschrittenen Phase des Abbaus befindliche Hö wen e gg vulkan in 814 m Höhe 2½ km südlich Immendingen. Der Abbruch des zu Pflastersteinen und Straßenschotter verarbeiteten, kompakten Basaltmaterials hat hier in den entleerten Mulden und Einschnitten prach-tvolle Übersichten und Profile geschaffen, die ein wechsel-volles Bild der mannigfaltigen Zusammensetzung, Lagerung und Verlagerung der hier u. a. besonders viel Juranagelfluh-

material führenden Eruptivbrekzien und deren schwer entwirrbarer Durchsetzung und Verstrickung mit Basaltkörpern und -gängen von vielfach modifizierter Dichte und Erstarrungsform darboten. Schöne Basaltsäulenfächer, vor allem auch Zeolithstufen mit wohlausgebildeten Natrolith-, Mesolith-, Thomsonit-, Phillipsit- und Apophyllitkristallen

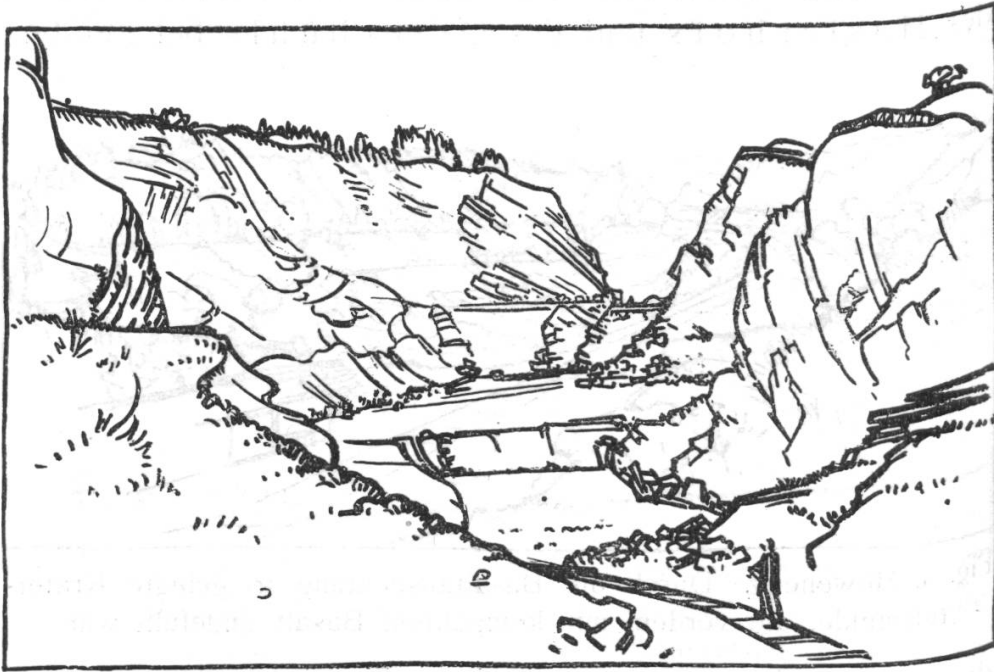
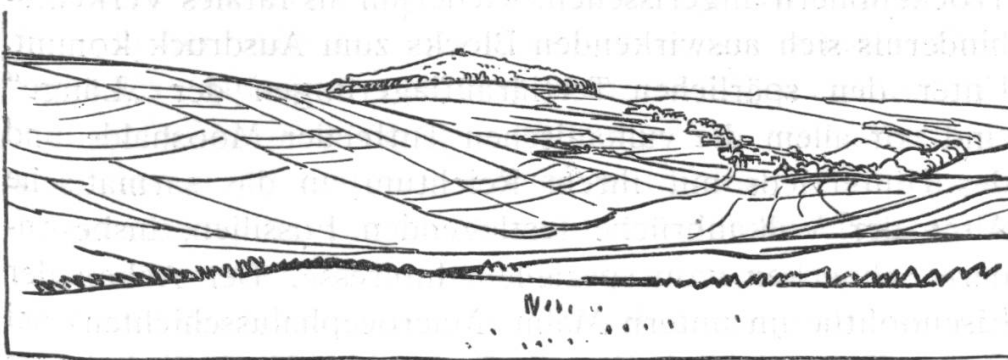


Fig. 5. Höweneggvulkan; Südostbruch. Links von der Durchbruchslücke Reste des Basaltsäulenfächers. In der Tiefe der Eruptivschlot.

in Spalten und Blasen Hohlräumen des Gesteins, Zeugen der Lösungswirkung heißer vulkanischer Wässer, sind insbesondere am heute stark abgeteufte Südostbruch, der offenbar den Hauptförderschlot der aufdringenden Basaltlava darstellt, dem Abtrag zum Opfer gefallen. Das kompakte Eruptivgestein des Höweneggvulkans, wie dasjenige der übrigen Basaltvorkommnisse des Hegaus ein typischer alkalireicher Melilith-Nephelinbasalt, zeigt in hellern, melilithreichen Partien und zahlreichen, teilweise resorbierten Kalkeinschlüssen den Einfluß des Deckgebirgs, in dessen Schichten das flüssige Magma beim Durchbruch zeitweise verweilt zu haben scheint. Der Fernblick nach Süden, der

hinter dem scharfen Visier des Hohenhöwen vom Hohenstoffeln nur die Ost- und Westflanke hervortreten läßt, erweist die genaue Orientierung des Höweneggvulkans auf der alten, rheinisch gerichteten Verwerfungsspalte, deren Reaktivierung zur Zeit der Eruptivtätigkeit als für die Nord-Südreihung der basaltischen Hauptausbruchspunkte bestimmend angenommen werden muß, wogegen in der scheinbar regellosen Anordnung der übrigen Basaltausbrüche des Juranagelfluhgebietes eher eine gestaffelte Ostwestreihung hervortritt. Ein gewaltiger Rutschungsabriß, der an der Südseite des Höweneggvulkans einen Teil der mächtigen Schuttanhäufung auf der wasserdurchtränkten Molasselehmunterlage zur Tiefe abgleiten ließ, liefert zusammen mit dem analogen Abriß an der Nordseite des Hohenstoffeln eine neuzeitliche Illustration für die wichtige Rolle, die im Hegau von altersher derartigen Rutschungen belastender Blockhäufungen bei der Herausarbeitung der Gehängekleinformen zukommt. Die trockenen Höhen und Steilhänge des Jurakalknagelfluhgebietes sind in der Regel waldbewachsen. Dagegen stehen die sanfteren Neigungen mit stärker befeuchteter Mergelunterlage, die Mulden und Talsohlen, unter intensiver Ackerkultur, die hier wie überall im Hegau den Wiesenbau zurückgesetzt erscheinen läßt. Auffällig ist speziell auf der Nordabdachung die Armut weiter Flächen an Obstbäumen; sie mag von dem von der Baar her spürbaren, kontinentalen Klimaeinschlag mit bedingt sein. Die im ganzen spärliche Besiedlung, die nur in den von Eiszeitalagerungen erreichten Gebieten dichter wird, konzentriert sich auch hier, wofern nicht gute Quellenverhältnisse die Einzelhofanlage begünstigen, in geschlossenen Gewanndörfern (Watterdingen bezeichnet besonders klar den Typus), die sich in die bachdurchflossenen Mulden und Täler ducken. Einzig das mit 830 m höchstgelegene Dörfchen Randen an der alten Verkehrsachse Schaffhausen—Donaueschingen ist ein ausgeprägtes Höhendorf. Freundlich aus dichtem Obstbaumwuchs blickt das Dorf Tengen in dessen Talmulde die zweitletzte Eis-

zeit tiefgründigen Moränenboden gelagert hat. Das fast ungestört bäuerliche Gepräge der Juranagelfluhtafel mit ihrer stagnierenden, vielfach sogar retrograden Volksentwicklung erscheint heute insbesondere als Abbild des verkehrshemmenden Prinzips, das in der Struktur des Gebiets begründet liegt. Das Fehlen einer durchgreifenden Nordsüddurchtalung, das zur Überwindung einer Elevation von 300 m oder aber zur Durchtunnelierung des breiten Hohenrückens auf beiläufig 3 bis 4 km zwingt, hat bisher alle Bahnbauprojekte vor unübersteigbare, finanztechnische Schwierigkeiten gestellt und so die Gegend, die auf dem geringsten Abstand zwischen Donau und Rhein größte Entwicklungsaussichten haben müßte, der modernen, wirtschaftlichen Impulse beraubt. Daß die verkehrsfeindliche Natur der Juranagelfluhplatte in frühern Zeiten, als die Straßenführung noch die freien Höhen bevorzugte, kaum merklich in die Erscheinung trat, ist ersichtlich aus dem Reichtum des Gebiets an alten Straßenzügen, vor allem auch aus der Situierung der drei in Riegelstellung angelegten, alten Städte Engen, Tengen und Blumenfeld, die diese Straßen beherrschten. Diese drei „schönsten Städt' der Welt“, mit dem Raffinement des Mittelalters in die Landschaft hineinkomponiert, verdanken ihrer Schutzlage auf isoliert in die Täler vorspringenden Jurakalkfelsen nicht nur die unvergleichlich malerische Wirkung des geschlossenen Stadtbildes, sie verdanken ihr auch die entwicklungsfeindliche Raumbeschränkung und die heutige Ungunst der Verkehrslage, die sie der Gefahr aussetzen, im liliputanischen Zwergwuchs ländlich verträumter Hügelstädtchen zu erstarren. Nun ist Engen bereits, begünstigt durch seine Lage am Hauptschienenstrang des Hegaugebiets, zu neuem Wachstum von seinem Malmfelsen in den Talgrund hinabgestiegen. Blumenfeld (1925: 46 Wohnhäuser mit 391 Einwohnern) und Tengen-Stadt (1816: 23 Gebäude mit 154 Einwohnern) jedoch, die unter den sechs kleinsten Städten Deutschlands rangieren, harren noch des erlösenden Dornröschenprinzen.



Neuhöwen

von Südwest

Die Hegualb. Karsterscheinungen.

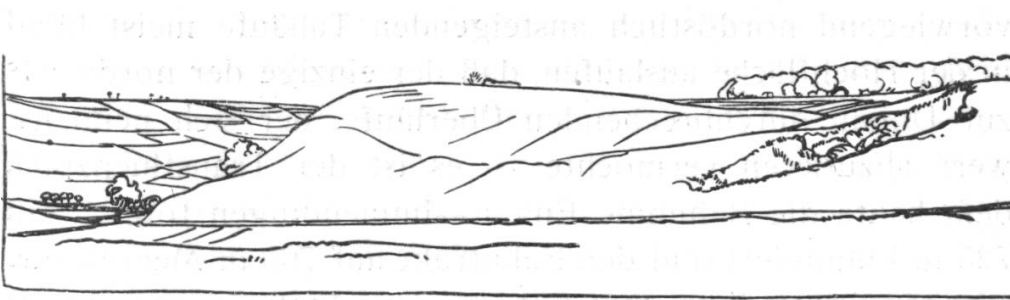
Den nördlichen Abschluß der Hegaulandschaft bildet der südliche Albrand, die *Hegualb*, die in der nördlichen Talflanke des Donaudurchbruchs zwischen Pfohren und Tuttlingen ihre natürliche Abgrenzung findet. Hier tritt die Juratafel, als oberes Schichtenpaket des mesozoischen Schwarzwaldmantels in nordwestlichem Anstieg aus der Molassemulde empor, teilweise unverhüllt, teilweise noch von känozoischen Lagen überdeckt, überall in das morphologische Bild der Landschaft beherrschender Kraft zutage, um in nordöstlichem Streichen als Rauhe Alb ihren Part am Aufbau der schwäbisch-fränkischen Stufenlandschaft zu übernehmen. Zu beiden Seiten des durch die Juranagelfluhdecke auf das Donautal eingeengten Mittelteils schiebt sich die Hegualb mit starken Flanken gegen Süden vor. Im Westen lagert sich, über die Störungszone des Bonndorfer Grabens hinweg den Schaffhauser Randen in die Schwäbische Alb überleitend, zwischen Aitrach und Donau als massiger Jurakalkkrücken die „*Länge*“ vor, die in Schichtstufen nordwestlich gegen die Triasmulde der Baar absinkt. In der „*Länge*“ erreicht der Hegau mit 924 m seine maximale Erhebung. Die wohlgeschichteten Kalke (β) des untern Malm, die auf weiteste Erstreckung anstehen, bedingen mit ihrer Wasserdurchlässigkeit die geringe Eignung des extrem trockenen Gebietes für die Bodenkultur, die in der fast ausschließlichen Waldbedeckung und im völligen Fehlen von Siedlungen innerhalb des vielfach von

Trockentälern angerissenen, wiederum als fatales Verkehrshindernis sich auswirkenden Blocks zum Ausdruck kommt. Unter den spärlichen Tertiärauflagerungen der „Länge“ sind vor allem die vulkanischen Tuffe der Mooshalde und des Hinterrieds mit ihrem Reichtum an das sarmatische Alter der Vulkanbrüche festlegenden Fossilien, insbesondere Schnecken, von speziellem Interesse. Der Abbau der Eisenooolithe im untern Malm (Macrocephalusschichten) bei Gutmadingen ist seit dem Auflassen des Hochofenbetriebs von Bachzimmern 1860 zum Stillstand gekommen. Während der am Westende der Länge isoliert in Vulkankuppenform aus Dogger und Malm herausmodellerte Fürstenberg (920 m) bisher keinerlei Zeugen vulkanischer Bedingtheit hat auffinden lassen, erweist sich der ähnlich gebaute, nördlich der „Länge“ prachtvoll in die Geisinger Donaupforte gestellte Wartenberg (818 m) mit seiner zentralen, tuffumkränzten Basaltkuppe und den fünf seitlichen Eruptivpunkten als ein typischer Basaltvulkankegel, der, wenn auch auf tiefern Sedimentschichten aufgesetzt, in der Zusammensetzung des Eruptivmaterials wie in der äußern Formgestaltung den übrigen Basaltvulkanen des Hegaus durchaus entspricht. Am Wartenberg, diesem zu äußerst nach NW vorgeschobenen Vertreter des Hegauer Vulkanismus, tritt u. a. die Bedeutung des Abgleitens blockbelasteter Gehängepartien bei der Herauspräparierung der abrasiven Kegelform besonders schön hervor. Der Siedlungs- und Verkehrsraum der Hegaualb konzentriert sich nahezu vollständig auf die hochgelegenen Sohlen der Täler, hauptsächlich auf die breiten, schottererfüllten Talgründe der Donau und ihres rechtsseitigen Zuflusses, der Aitrach, die in ihrem ostwärts, bzw. nordwärts gerichteten, sehr flach geneigten Verlauf die Morphologie des Gebietsteils grundlegend bestimmen. Beide, Donau- und Aitrachtal, werden durch Schotterreste als altangelegte Urdonautäler gekennzeichnet, die, zur Eiszeit als Abflurrinnen starker Schwarzwaldgewässer ausgetieft, in den heutigen Wasserläufen nur noch energiearme Überreste der

einstigen Wasserführung aufzeigen. Das Hin- und Herpendeln der mäandrierenden Donau in wechselnden Etappen des Aufschotterns und Einschneidens deutet auf mannigfache, nachträgliche Störung des scheinbar ausgeglichenen Stromlaufs durch neuzeitliche Erdkrustenbewegungen, die von G. Wagner neuerdings eingehender verfolgt worden sind. In besonders interessanter Weise erscheint der Hegau schon hier im Gebiet der Wasserscheide, beim Zollhaus Blumberg, in den Bereich des Kampfs zwischen der alten Donau und dem jungen Rhein um die östlichen Schwarzwaldgewässer einbezogen. Das Aichtal, durch seine Richtung, wie auch durch eingelagerte Wutachschotter als die einstige, natürliche Fortsetzung des obern Wutachlaufs charakterisiert, sticht dort als „geköpftes Tal“ blind in die Luft aus, während die von Süden her im Störungsgebiet der Randenverwerfung angezapfte Wutach in schluchtartig um 160 m abgetieftem Lauf jetzt südlich abbiegt und südwestlich dem Rhein zueilt. Und bereits ist das südwestlich von Blumberg zur Wutach abstürzende Schleifebächle am Werk, der wehrlosen Aitrach weiteres Einzugsgebiet streitig zu machen. Im flachen Ried beim Blumberger Zollhaus „genügt eine bloße Verstellung der für die Wiesenbewässerung angelegten Sperrfallen, das von Riedböhringen herkommende Wasser des Mühlgrabens entweder der Wutach zuzuführen oder mit demselben die Aitrach entspringen zu lassen“ (Schalch). Somit liegt schon im Kampf um die Blumberger Wasserscheide der Stichentscheid beim Menschen. Daß übrigens der Wasserverlust von Donau und Aitrach in der westlichen Hegualb, der nach der Seite der 200 m tiefer liegenden Hegausenke auf unterirdischem Wege ein beträchtlicher sein könnte, hier kaum merklich in Erscheinung tritt (der mögliche Zusammenhang zwischen der Gutmadinger Versinkung und den unterirdischen Quellen des Binningersees ist noch nicht genauer untersucht), beruht wohl zur Hauptsache auf dem kompakten, durch Verwerfungen weniger gestörten Bau der Jurascholle,

sowie auf dem Umstand, daß die Erosionsbasis der beiden Wasserläufe auf weite Erstreckung in den mergelig-tonigen, wasserundurchlässigen Grenzsichten zwischen Dogger und Malm liegt. Die Tieferlegung der Erosionsbasis, die sich aus dem Unterbleiben der Wutachablenkung ergeben hätte, könnte in diesem Gebiet immerhin stark veränderte hydrographische Bedingungen geschaffen haben. So aber zwingen die Mergelschichten die in den klüftigen Kalken versunkenen Wasser vielerorts zum Austritt und begünstigen durch Bachbildung die Anlage von größeren Siedlungen.

In weit stärkerem Maße kommen dagegen die Karsterscheinungen im ausgedehnten Ostflügel der Hegaualb zur Ausbildung. Hier stößt die Albtafel mit schwachem, südöstlichem Schichtenfallen, östlich der Linie Immendingen—Hohenhöwen aus der Juranagelfluhüberdeckung wieder in selbständiger, den Landschaftscharakter prägender Kraft hervortretend, in stärkster Flächenerstreckung (15 km) über die Donaulinie gegen Süden vor und taucht längs der durch stärkere Schichtenabiegung (Flexur) charakterisierten Linie Engen—Ach—Eigeltingen—Reuthe unter die Molasse- und Diluvialauflagerungen der östlichen Hegausenke, bei Schloß Langenstein einen interessanten spornartigen Ausläufer gegen den nordöstlichen Molasserand vortreibend. Diese östliche Hegaualbplatte setzt in gleichgerichtetem Schichtenstreichen die im Hegaeinbruch versenkte Randentafel nordostwärts fort und leitet sie in die Rauhe Alb über. Wie jene baut sie sich — mit geringerer Reliefenergie, doch größerer Schichtenmächtigkeit (nach Deecke ca. 400 m) — vorwiegend aus Malm auf, als dessen oberste Schichten die Plattenkalke (Portland) und Massenkalk (Kimmeridge) besonders weitreichend entwickelt sind. Die einstige Molasseüberdeckung (Meeresmolasse, brackische Schichten, Juranagelfluh) ist hier nur noch in vereinzelten, unbedeutenden Fetzen erhalten, die indes vermöge ihrer vorzüglichen Wasserhaltung die Bodenkultur begünstigen und auf den Karten als Siedlunginseln hervortreten



Osterbühl

von Westen

(Bittelbrunn, Eckartsbrunn). Größere Ausdehnung zeigt einzig die durch Taleinschnitte vielfach gelappte Juranagelfluhpartie des W i t t h o h, in der die östliche Hegualb mit 858 m kulminiert. Die stattlichen Gewanddörfer Emmingen ab Egg, Hattingen und Biesendorf, sowie eine Anzahl von Einzelhöfen in guter Quellenlage stellen dieses Gebiet in auffälligen Gegensatz zur siedlungslosen Waldeinöde des eigentlichen Malmkalkgebiets und illustrieren in typischer Evidenz die siedlungsgeographische Bedeutung des Wasserhaushalts der geologischen Unterlage. Im südlichen Gebiets- teil werden in ähnlicher Weise durch Felder und Siedlungen Glazialdeposita der beiden letzten Vergletscherungen indiziert. Reißmoräne z. B. stößt bis zur Talmühle vor. Ungleich deutlicher jedoch sind dem Bilde der östlichen Hegualb die abtragenden Einwirkungen der Diluvialzeit aufgeprägt in seinem merkwürdigen System wasserarmer oder g ä n z l i c h t r o c k e n l i e g e n d e r F l u ß r i n n e n, das übrigens im syngenetischen Rinnensystem der Randentafel sein modifiziertes Gegenstück findet. Als in den beiden letzten großen Vorstößen der Rheingletscher seine Eisränder auf bzw. an die Albplatte legte, suchten sich die rückwärtig gestauten Schmelzwässer ihren Weg längs des Eisrandes über die Malmtafel hinweg und schnitten Rinnen in die Unterlage. Die mannigfachen Veränderungen der Eisrandlage und die Wiederholung des Vorstoßes erklären die häufigen Richtungswechsel, den verschiedenen Grad der Aus- tiefung dieser Schmelzwasserrinnen zur Genüge. So ent- standen das Kriegertal, das Brudertal, das Wasserburgertal, um nur die bekanntesten zu nennen. Der Umstand, daß diese

vorwiegend nordöstlich ansteigenden Talläufe meist blind in der Hochfläche auslaufen, daß der einzige der nordwärts zur Donau durchbrechenden Überläufe, der sich nennenswert abzutiefen vermochte — es ist der Transfluenzpaß, dem heute die Bahnlinie Engen—Immendingen folgt — in 725 m kulminiert und den Bahntrakt auf 700 m Meereshöhe emporzwingt, diese mangelhafte Durchtalung charakterisiert die schwerwiegende negative Bedeutung auch dieses Gebiets als eines zwischen Rhein und Donau ungünstig gelagerten Verkehrshindernisses. Diese verkehrsgeographisch negative Wertung wird im Zeitalter der Flußschiffahrtsbestrebungen noch unterstrichen durch die ausgeprägte Ungunst der hydrographischen Verhältnisse des Gebiets im Hinblick auf den Flußverkehr. Die hydrologische Eigenart der östlichen Hegaualb erscheint in hohem Grade als eine Funktion der tektonischen Beeinflussungen, die zur Hauptsache ebenfalls in die Diluvialzeit entfallen. Zwar scheint schon zur Zeit der vulkanischen Ausbrüche die Jurakalkplatte stark in Mitleidenschaft gezogen worden zu sein. Die beginnende Lockerung des Gesteinszusammenhangs durch Zerklüftung verrät sich in einer Anzahl gangartiger Basaltvorkommnisse, die zumeist in der Nähe des Höweneggvulkans, vereinzelt jedoch weitab bei Tuttlingen und bei der Tudoburg nördlich Eigeltingen in Klüften des Kalkgesteins zutage treten. Die hochgradige Zerrüttung des Kalkgesteins, die überall in der östlichen Hegaualb auffällt und sich stellenweise in der Bildung eigentlicher Ruschelzonen (z. B. bei der Talmühle) ausprägt, steht jedoch offenbar im Zusammenhang mit jener Serie neuzeitlicher Erdkrustenbewegungen, die insbesondere während des Diluviums, im Gefolge einer Hebung des Schwarzwaldes und seines Sedimentrandes und des weitem Einsackens der Alpenränder, durch das Absinken der Hegauscholle längs der Randenverwerfung und durch den tektonischen Einbruch des Bodenseebeckens gekennzeichnet ist, und die, wie die Erdbebenhäufigkeit in diesem Gebiet dartut, ihren Abschluß heute noch nicht erreicht haben.

Daß die bei diesen Bewegungen gewissermaßen als Scharnier beanspruchte Hegaulbtafel unmittelbar östlich der Linie Immendingen—Hohenhöwen besonders stark bewegt erscheint, erklärt sich wohl aus der Widerlagernatur der durch die in der Tiefe erstarrten Eruptiva versteiften Westscholle der Albtafel. Aus diesen speziellen Verhältnissen des Untergrundes ergibt sich als weitere Haupteigenart der Hegaulandschaft die *verdeckte Wasserführung*. Die östliche Hegaulb stellt sich als eine *Karstlandschaft par excellence*, ja in gewissem Betracht als das merkwürdigste Karstgebiet der Erde dar. Schon die Oberfläche zeigt Karstphänomene in bemerkenswerter Mannigfaltigkeit. Als solche sind im Grunde schon die Bohnerztafeln, bohnerzerfüllte Karrenbildungen der Kreide- und Eozänzeit, deren Erzinhalt früher besonders auf der Hochfläche von Emmingen eifrig gewonnen und in den Schmelzwerken von Völkertshausen verhüttet wurde, zu betrachten; die Bohnerz- (Siderolith-)bildungen sind erbsen- bis nußgroße Limonitkonkretionen, deren Eisengehalt, in Gelform aus dem eisen-schüssigen Verwitterungston eingewandert, sich auf 30 bis 45% anreichert. Ferner ist wie in den Poljen des Karsts das Versickern der Tagewässer fast im gesamten Gebiet zu beobachten. Die Bäche der Molasse- und Tuffgebiete, der alten Schmelzwasserrinnen verfallen in Trockenperioden unmittelbar bei ihrem Übertritt auf die klüftige Kalkunterlage. Andererseits können bei starken Regenfällen Überschußquellen normal trockene Rinnsale mit enormen Wassermassen überfluten. Die Dolinen bei Hattingen und Aach deuten auf eingebrochene Innenhöhlräume, wenn auch eigentliche Höhlen nur im Massenkalk des Wasserburger- und des Brudertals verhältnismäßig spärlich entwickelt zutage treten. In einer derselben, dem „Petersfels“ bei Bittelbrunn, ist unlängst eine paläolithische Kulturstätte aus der Magdalénienstufe, deren Fundmaterial demjenigen des Keßlerlochs und des Schweizersbildes weitgehend entspricht, erforscht worden. Auch wurde beim Bau des Hattinger Tun-

nels ein unterirdischer Hohlraum angebrochen. Da in dem für den unterirdischen Wasserdurchlauf in Frage kommenden, 300 m mächtigen Schichtenkomplex nur die ca. 60 m mächtigen Massen- und Quaderkalke zur Höhlenbildung neigen, ist immerhin die Ausbildung zusammenhängender, auf viele km verfolgbare Karsthöhlensysteme,

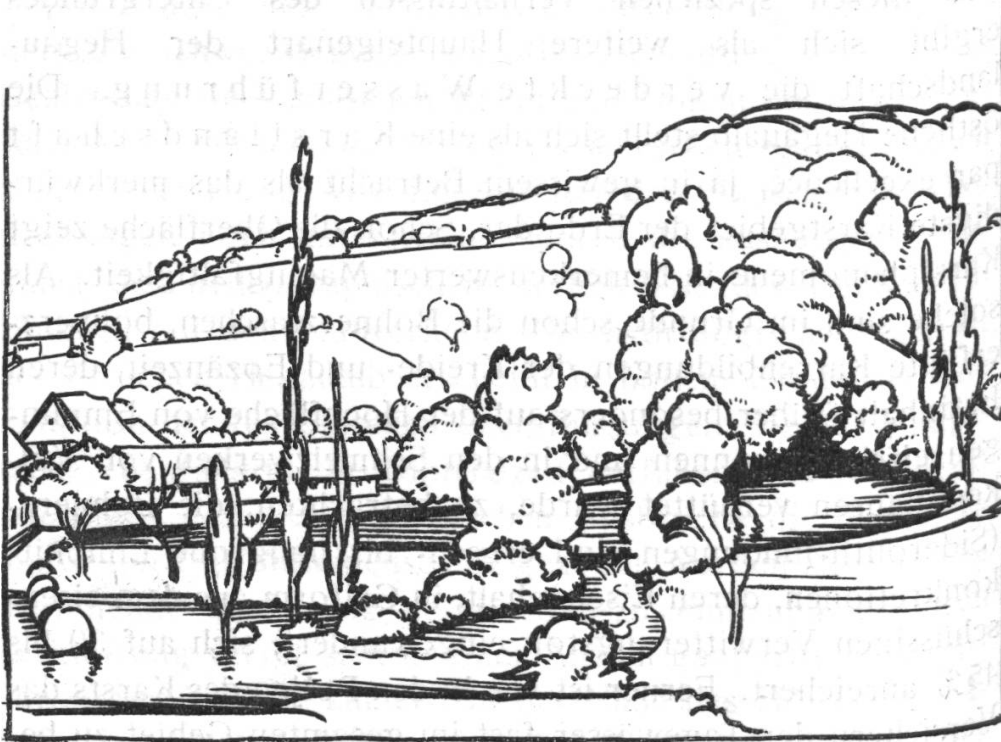


Fig. 6. Die Aachquelle.

wie sie für das eigentliche Karstgebiet charakteristisch sind, für die Hegauallplatte kaum anzunehmen. Die klüftigen, wohlgeschichteten Betakalke, die vermutlich noch in höherem Maße an der verdeckten Wasserführung teilhaben, weisen vielmehr auf einen weitverteilt durch die Schichtfugenwirrnis sich drängenden Wasserdurchgang, der die Vorstellung eines in Kluftanastomosen zusammenhängenden unterirdischen Wasserkörpers nahelegt, dessen Karstwasserspiegel je nach der Stärke des oberirdischen Zustroms Schwankungen unterworfen ist, wodurch sich die Überflußquellen bei Hochwasser erklären. Das Karstwasser tritt in verschiedenen Resurgenzquellen bei Welschingen

und Ehingen zutage. Diese treten jedoch zurück hinter der gewaltigen *Vauclusequelle* der *Hegauer Aach*, die hinter dem Städtchen Aach Spalten des Massenkalks entströmt und mit ihren durchschnittlich 9000 Sekundenlitern die größte Quelle Deutschlands darstellt. Auf diese bezieht sich offenkundig die Angabe des römischen Schriftstellers Strabo*, wenn er in seinen „Geographica“ bei der Schilderung der im Bodenseegebiet sich abspielenden militärischen Aktion des römischen Feldherrn und nachmaligen Kaisers Tiberius (15 v. Chr.) berichtet: „Als Tiberius eine Tagereise vom See vorgerückt war, sah er die Quellen des Ister“. Zweifellos lagen bei den damaligen Wegverhältnissen Brigach und Brege und auch die „offizielle Donauquelle“, die noch nicht so pompös wie heute vor den übrigen Quelltöpfen des Donaueschinger Riedes ausgezeichnet war, für einen Tagesmarsch zu sehr fernab und hätten wohl kaum einen der Aufzeichnung wert erachteten Eindruck zu machen vermocht. Heute aber berichtigt sich die falsche Information Strabos in paradox bestätigendem Sinne dahin, daß Tiberius nicht die Quellen des Ister, wohl aber die mächtige Resurgenzquelle des im Karstgebiet versunkenen Ister gesehen hat (wobei allerdings die Möglichkeit besteht, daß er noch den frühern, weiter hinten im Eigeltingertal liegenden Aachtopf, der heute versiegt ist, in Tätigkeit vorfand). Denn heute sind die seit Jahrhunderten vermuteten Beziehungen zwischen der in der Hegaualb versinkenden Donau und der Aachquelle durch genaue Ermittlungen geklärt: nur ca. $\frac{1}{3}$ der Wassermenge der Aachquelle ist Sickerwasser des südlich der Donau liegenden Einzugsgebiets; ca. $\frac{2}{3}$, also durchschnittlich 6000 Sekundenliter, entstammen der Donau selbst. Die Wasserverluste der Donau, die im Sommer bekanntlich zeitweise zu gänzlicher Trockenlegung des Bettes auf kürzere oder längere Strecken führen können, erklären sich aus den speziellen Verhältnissen der Unterlage. Das in 670—640 m Meereshöhe schwach ost-

* Nicht zu verwechseln mit dem berühmten Reichenauer Mönch Walafried Strabo († 849).

wärts geneigte Donautal, in dem die Donau bald über bis 30 m mächtige Schotter, bald über die anstehenden Juraschichten mäandrierend dahinfließt, schneidet in seinem Westostverlaufe die wechselweise aus Mergel und Kalken aufgebauten, südöstlich geneigten Dogger-Malmschichten der Albtafel an. Während die tonigen Mergelhorizonte allgemein abdichtend wirken, schlucken die angeschnittenen Schichtköpfe der klüftigen Kalke — bei Immendingen sind es die wohlgeschichteten Kalke (β , Sequan), bei Fridingen die Quaderkalke (δ , Kimmeridge) —, wofern sie im Strombett oder im Grundwasserbereich des Schotterbettes anstehen, das Wasser und füllen damit ihr Kluftsystem auf. Solange dieses Kluftwasser, nach Art der artesischen Wässer ober- und unterseits durch Mergelschichten abdichtet, ohne Abzug lagert, sind keine merklichen Verluste zu befürchten. Sowie aber, wie das in der südöstlich auf 500 m Niveau unter die Hegauniederung absinkenden Hegauplatte zutrifft, der Abfluß des Kluftwassers durch Undichtigkeit der Mergelzwischenschicht und durch ein Gefälle von rund 180 m ermöglicht und begünstigt ist, sinkt der Kluftwasserspiegel. Das Flußwasser dringt, ihn auffüllend, durch die Spalten nach. Die unterirdische Donau-Aachverbindung ist also nicht nur durch das Vorhandensein von Versickerungsstellen, sondern ebenso sehr durch die Existenz von Durchbruchs- und Abflußmöglichkeiten für das Sickerwasser bedingt. Diese letztern scheinen durch die tektonische Beanspruchung der Albplatte und durch die relativ leichte Löslichkeit des Zementmergels gegeben zu sein. — Verluststellen sind im Donautal schon bei Gutmadingen, dann bei Hausen, Zimmern, beim Immendinger Wehr, bei Tuttlingen, ja sogar bei Fridingen nachgewiesen. Der bekannteste, stärkste Versickerungsbereich findet sich jedoch im „Brühl“ unterhalb Immendingen, wo die Donau, östlich der Immendinger Flexur einer südwärts gerichteten Schichtmulde (Synklinale) folgend, stark nach Süden abbiegt und, auf weite Erstreckung über stark zerschrundeten Betakalken

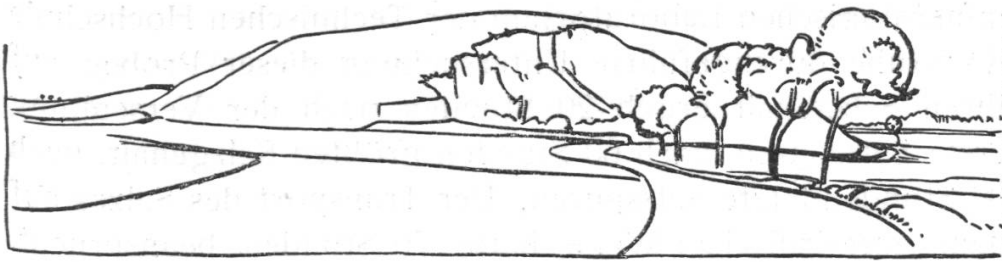


Fig. 7. Profil durch die Albplatte zwischen dem „Brühl“ bei Immendingen und der Aachquelle. Die wasserhaltenden Mergelschichten sind schwarz eingezeichnet.

laufend, besonders ungehemmt verfällt. Im Spätsommer kann man den Rest des Donauwassers in mächtig schlukenden Spalten verschwinden sehen und kilometerweit (bei geringer Wasserführung des bei Möhringen mündenden Krähenbachs bis Tuttlingen) trockenen Fußes das wasserlose Strombett abschreiten. In sehr trockenen Sommern rückt die Vollversickerung bis zum Immendinger Wehr vor, wo sich unter dem Einfluß der Immendinger Flexur eine starke Versickerungsstelle ausgebildet hat. Bemerkenswert ist der Umstand, daß alle diese versunkenen Wässer trichterartig auf einen Hauptausflußpunkt zusammenlaufen, der damit einen Flußknoten analog denjenigen von Schaffhausen und Waldshut darstellt.

Der Zusammenhang zwischen Donauversickerung im Brühl und der Aachquelle wird bereits 1719 von F. W. Breuninger in seinem Buch „De Fons Danubii primus et naturalis“ diskutiert. Ein zu Anfang des 18. Jahrhunderts gemachter Versuch zur Verlegung der Donau „auf festern Grund“ durch Abgrabung soll „einen zihmlichen Abgang bey dieser Quelle“ (Aachtopf) haben vermerken lassen. In früherer Zeit sollen nach Endriß die Interessenten am Versinkungsgebiet der Donau dem Versiegen vielfach dadurch vorgebeugt haben, daß sie durch Reisig, Schilf, Kies und Schlamm die Versickerungstrichter verstopften und durch Ziehen von Längsgräben im Flußbett dem Wasser bessern Abfluß verschafften. Derartige Hilfsmaßnahmen, die bis 1881 fortgesetzt wurden, veranlaßten die Industrielten an der Aach zu rechtlichen Schritten zwecks Wahrung ihrer Interessen. Ein erster, von Fabrikant C. ten Brink in Volkertshausen 1869 mit 14 kg Anilinrot ausgeführter Färbungsversuch verlief ergebnislos. Im Verlaufe der entstandenen Prozesse wurde Prof. A. Knop in Karlsruhe mit der Untersuchung der zwischen Donauversickerung und Aachquelle bestehenden Zusammenhänge beauftragt.

Schon der zweite qualitative Versuch vom 22. September 1877, bei dem Fabrikant C. ten Brink 12 q rohes, stark riechendes Schieferöl durch einen langen Schlauch in den



Osterbühl bei Leipferdingen

von Norden

Hauptversickerungstrichter einführen ließ, ergab, vorerst undeutlich, ein positives Resultat. Die an der Aachquelle postierten Wachen nahmen, allerdings erst nach 3 Tagen, einen schwachen, aber entschieden kreosotartigen Geruch wahr, der 6 Stunden anhielt. Die starke Absorption des Schieferöls durch das Gestein ließ das angewandte Verfahren als unzureichend erscheinen.

Beim dritten qualitativen Versuch vom 9. Oktober 1877 wurden durch C. ten Brink 10 kg Fluoreszein, das dem Wasser in vierzigmillionenfacher Verdünnung noch eine deutliche Grünfärbung verleiht, in einer Versickerungsspalte versenkt. Der Versuch war die Erstanwendung des kurz zuvor entdeckten Teerfarbstoffs im Großen. Nach 60 Stunden setzte die Grünfärbung im Wasser der Aachquelle ein und blieb während 36 Stunden bestehen. Es ergab sich, daß damals die Donau $1,7 \text{ m}^3\text{-sec}$, die Aach die doppelte Wassermenge führte. Ein weiterer, quantitativer Versuch war in der Zwischenzeit in die Wege geleitet worden. Am 24. September 1877 wurden 200 q Kochsalz, die vom badischen Handelsministerium für den Zweck zur Verfügung gestellt worden waren, unter zollamtlicher Aufsicht vom Ufer aus über eine Rutschbahn in einer breiten Spalte versenkt. Die Prozedur nahm eine Stunde in Anspruch. Noch vom gleichen Tag ab wurden, anfänglich in regelmäßigen Intervallen von $1\frac{1}{2}$ Stunden, später stündlich, Wasserproben aus der Aachquelle in Flaschen gefaßt, die dann sorgfältig verschlossen und etikettiert wurden. In der Zeit vom 24. September abends 4 Uhr bis 28. September abends 8 Uhr wurden 83 Proben entnommen. Die im

mineralogischen Laboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe durchgeführte Untersuchung dieser Proben auf ihren Salzgehalt ergab 20 Stunden nach der Versenkung erste Salzspuren, nach 60 Stunden größten Salzgehalt, nach 90 Stunden letzte Salzspuren. Der Transport des Salzes auf dem unterirdischen Wege hatte 70 Stunden beansprucht. Der Richterspruch entschied damals zugunsten der Aachindustriellen, indem er die Forderungen der württembergischen Industriellen abwies und das Verstopfen der auf badischem Gebiet liegenden Versickerungsstellen verbot.

Seitdem ist das Problem der Donauversickerung, wie kaum ein zweites, dauernd in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses gerückt und verfügt bereits über eine reiche Literatur. Zuzufolge der stetigen Zunahme des Wasserverlusts im Donauegebiet ist die Rechtsfrage wieder aufgelebt und harret vor dem Reichsgericht in Leipzig der Entscheidung. Die Hauptergebnisse der durch die Rechtsstreitigkeiten intensivierten Forschung der letzten Jahre seien hier kurz angeführt. Das negative Resultat der 1904 von Endriß mit unzureichenden Mitteln (je 5 kg Fluoreszein) bei Tuttlingen angestellten Färbungsversuche läßt die sehr wahrscheinliche Verbindung der Tuttlinger Versinkungen mit der Aachquelle noch unabgeklärt; offenbar ist hier das Grundwasser des Donaulaufs mitbeteiligt. Dagegen haben die im August 1907 auf Veranlassung der württembergischen Regierung bei Fridingen mit 20 kg Uraninkali bzw. 250 q Viehsalz vorgenommenen Färbungs- und Salzungsversuche die Vermutung, die Fridinger Donauwasserverfälle könnten der Aach tributär sein, glänzend bestätigt. Der unterirdische Durchfluß der Donauwasser, der auf der 12 km langen Strecke Brühl-Aachquelle bei 81 m Gefälle auf durchschnittlich ca. 60 Stunden festgestellt wurde, nahm auf der 20 km langen Strecke Fridingen-Aachquelle bei 133 m Gefälle 200—280 Stunden in Anspruch. Die Fridinger Donauversinkung ist heute durch Verfügung der württembergischen Regierung verstopft und außer Aktion gesetzt.

Die rapide Zunahme des Verfalls der Donau an die Aach seit der Einstellung der Verstopfungsversuche läßt sich aus der durch Schaufelberger angestellten Mittelberechnung deutlich ersehen:

Mittelwerte von:	Totalversickerung der Donau:	Mittlere Regenmenge:
1884—1905	76,3 Tage	713,6 mm
1906—1925	133,7 Tage	801,8 mm

Es zeigt sich also trotz größerer Regenmenge eine bedeutend stärkere Versinkung. Damit im Einklang steht die bedeutend verstärkte Wasserförderung der Aachquelle, die sich aus dem vom gleichen Autor pro 1925 berechneten Jahresdurchschnitt — $9,6 \text{ m}^3\text{-sec}$ — gegenüber dem bisher angegebenen Durchschnitt von $7 \text{ m}^3\text{-sec}$ ergibt. Sie bedingt eine vermehrte Hochwassergefährdung des Aachgebiets, da die Aach, der Hochwasserböschung entbehrend, meist ufervoll fließt. Über die spezielle Art des unterirdischen Wasserdurchlaufs bestehen gelehrte Meinungsdivergenzen. Das Donauwasser versickert im Brühl in den Betakalken des Malm, die im Schichtenpaket zwischen zwei Mergelschichten (Malm α und γ) eingeschlossen und abgedichtet, südöstlich unter der Hegauniederung untertauchen. Es muß also nach längerem, geteiltem Lauf durch die Kluftanastomosen der Betakalke an irgend einer Stelle — oder an verschiedenen Stellen, die vermutlich durch die tektonische Beanspruchung und durch die Löslichkeit des Zementmergels vorgezeichnet waren — die relativ wasserdurchlässigen, 20 m mächtigen Gammamergel durchdringen und sich im klüftigen Quaderkalk (S) zum Massenkalkhorizont emporarbeiten, aus dem es im Aachtopf zutage tritt. Karsthöhlenbildung in diesem unterirdischen Donau-Aachlauf ist nur im Massenkalk zu vermuten und wird durch zwei große Dolinen nördlich des Aachtopfs bestätigt. Schaufelberger berechnet die durch die Donau- und Sickerwässer jährlich aus dem Gebirgsinnern weggeführte Kalkmenge auf durchschnittlich 9000 t oder 3600 m^3 und führt Erdsenkungen in der Gegend von Hattingen, die sich aus

Wahrnehmungen der Bewohner der Gegend ergeben (Sichtbarwerden des früher nicht sichtbaren Emminger Kirchturms von Mauenheim aus), darauf zurück.

Die weit über den lokalen Bereich hinausgehende Bedeutung dieses eigenartigen Karstphänomens der unterirdischen Donau-Aach-Verbindung wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß während $\frac{2}{3}$ des Jahres ein größerer oder kleinerer Bruchteil des Wassers der obern Donau, im Donausystem verbleibend, nach dem Schwarzen Meer fließt, während der andere, versickernde Teil unterirdisch nach der Aach, nach dem Rheinsystem und damit zur Nordsee abströmt. Während dieser Zeit wirkt jede Versickerungsstelle demnach als *Bifurkation*; die Donau-Rhein-Wasserscheide pendelt an wechselnder Stelle im Wasserquerschnitt hin und her; für die einzelnen Wasserteilchen ist die Lagerung in diesem Querschnitt für die rheinische oder danubische Schicksalsverknüpfung entscheidend. Während der Zeit der Vollversinkung dagegen — die Maxima und Minima der Vollversinkungstage schwanken seit 1884 zwischen 0 (1888, 1896, 1901) und 309 (1921) — geht die obere Donau ihrem angestammten Lauf völlig verloren, wird zum Oberlauf der Aach und damit als Zufluß des Bodensees vollständig dem Rheinsystem einbezogen; die Aachquelle erscheint als Resurgenzquelle der obern Donau. Das Donautal ist „geköpft“; die Wasserscheide zwischen Donau und Rhein rückt abwärts auf eine bei Möhringen durchziehende Linie; der alte Volksreim wechselt auf die Variante: „Krähenbach und Elta bringen die Donau zuweg.“ Die wandernde — genauer ausgedrückt pendelnde oder „nomadisierende“ — Wasserscheide ist somit ein einzigartiges Charakteristikum der Hegaulandschaft. Die verdeckte Donauanzapfung der Aach tritt zur Wutachablenkung in nahe Beziehung; sie stellt gewissermaßen das Abbild von deren Anfangsstadium dar und läßt als letzte Konsequenz der vom Menschen nicht beeinflussten Entwicklung ein dem heutigen Wutachlauf ähnliches Bild voraussehen. Wie sehr

diese Wasserscheide aber dem Kräftespiel menschlicher Interessen ausgeliefert ist, verraten nicht nur die genannten Wasserrechtsprozesse, sondern auch die Projekte, die die Ausnützung der enormen Wasserkräfte (mittlerer Wasserstand der Donau bei Geisingen 15 m³-sec, bei Immen dingen 7,5 m³-sec, Gefälle ca. 180 m) für die Gewinnung von elektrischer Energie ins Auge fassen. Angesichts der Durchlässigkeit des Gesteins dürfte das Projekt Glogau, das die Wasserkraft durch einfache Fassung der Aachquelle und Überleitung auf Turbinen ausbeuten zu können vermeint, wenig Aussicht auf erfolgreiche Verwirklichung haben; vielmehr wird die geschlossene Führung des Wassers in Stollen und Rohrleitungen nicht zu umgehen sein; auch würde für die Lokalisierung der Kraftstation nicht einzig Aach in Betracht kommen. Für die Schaffung eines Rhein-Donau-Schiffahrtsweges, die in diesem Gebiet der größten Näherung beider Stromsysteme in Frage kommen könnte, liegen dagegen die Vorbedingungen zufolge der vorgenannten geologischen und hydrographischen Verhältnisse denkbar ungünstig, wodurch sich der verkehrsfeindliche Charakter der Hegaualb erneut dokumentiert. Auf den mannigfach wechselnden Verhältnissen der geologischen Unterlage, auf der Kultur- und Siedlungsarmut der weiten Waldeinöde, auf der ausgezeichneten Süd- und Nordexposition der die Trockenrinnen begleitenden Steilhänge, sowie auf der Zwischenlage zwischen wichtigen Einstrahlungsgebieten beruht der Reichtum der östlichen Hegaualb an seltenen Florenrelikten, die sie zum Dorado der Pflanzengeographen machen.

Der östliche Molasserand.

Den Abschluß der Hegaulandschaft gegen den im Osten sich anschließenden Linzgau bildet der östliche Molasserand, dessen Konfiguration schon stark unter dem Einfluß der eigentlichen Bodenseetektonik steht. Längs nordwestlich vom Einbruch des Überlingersees auslaufender Verwerfungslinien ziehen sich, die diesen See

flankierenden Molassezüge (Bodansrück, Steinpalmen) jenseits alter Talrinnen fortsetzend, die zwei durch die Schlösser Homburg und Nellenburg gekennzeichneten Molasserücken in herzynischer Richtung (NW) gegen den Albrand, der ihnen die Malmsporne von Langenstein und Hoppetenzell entgeschickt. Hier ist die miocäne Meeresmolasse, von der unter ihr anstehenden untern Süßwassermolasse nur durch ihren charakteristischen Glaukonitgehalt — Glaukonite sind kleine, glänzend grüne Körnchen eines wasserhaltigen Eisen-Aluminiumsilikats mit viel Kali (bis 10%), wahrscheinlich organogen im Schwefelverbindungen enthaltenden Meerwasser entstanden und daher für Meeresablagerungen kennzeichnend — unterschieden, in besonderer Mächtigkeit entfaltet. Zerriebene Muscheltrümmer deuten auf strandnahe Bildung. Schalch hat diesen bis 200 m mächtigen Komplex in Heidenlöcherschichten, Muschelsandstein und Sandschiefer gegliedert. Die erstern, als bei Überlingen anstehend bestens bekannt, enthalten die berühmten Zizenhausener Heidenlöcher nördlich Stockach. Die widerstandsfähigen Muschelsandsteine bilden vielfach die stotzigen Gipfelpartien, z. B. die des Schloßhügels der Nellenburg, sowie des Kirnbergs bei Wahlwies. Diese wasserdurchlässigen Sandsteine sind trocken und daher meist waldbestanden. Auf weite Erstreckung sind sie besonders in der Nähe des Albrandes von Moränen überlagert; die Güte des mit Glaukonitsanden untermengten Moränenbodens läßt sich unmittelbar aus der intensiven Bewirtschaftung und der auffälligen Siedlungsdichte des Gebietes erkennen. Die Burghügel von Alt Bodman und Homburg tragen früheiszeitliche Deckenschotterkappen. Zwischen den zwei erhöhten Molasseschollen abgesenkt, kennzeichnet sich die nordwestwärts langgestreckte Eigeltinger Mulde als die natürliche Fortsetzung des Überlingersee-Einbruchs, als ein ehemals wassererfüllter Seearm (analog dem gegen Arlen vordringenden Radolfzeller Seearm), der durch die Geschiebeführung späteiszeitlicher, nach SW gerichteter Wasserläufe aufgefüllt, heute als leicht

südöstlich geneigte Aufschüttungsfläche die seitlich einströmende Stockacher Aach von ihrem angestammten Laufe ablenkt und zusammen mit dem Eigeltingerbach (der merkwürdigerweise nicht auch von der Donau zehrt) in riesigem Umweg zum Überlingersee führt. Das Tal-system der Stockacher Aach spielte beim Übergang des diluvialen Rheins aus seiner Tributärstellung zur Donau zum heutigen, selbständigen EW-Lauf eine überaus wichtige Rolle. Es ist das Ausgangsgebiet der die Hegau-alb-tafel südwestlich zerschneidenden Eisrandrinnen, vor allem der noch heute deutlich ausgeprägten Hauptrinne, die von Stockach dem Albrand entlang, dann zwischen Hohenhöwen und Hohenstoffeln durch gegen Thayngen—Schaffhausen läuft und an der Gegend von Aach den Austritt des versickerten Donauwassers aus der Albplatte in die Wege leitete. „Dieser Strom — sein Tal ist heute flußleer oder von fremden Flüssen eingenommen — ist der Quellfluß des damaligen Rheines“ (Schmidle). Die Ablenkung dieses diluvialen Flußlaufs, der geraume Zeit während der Rückzugsstadien der letzten Vergletscherung als hydrographische Hauptachse mit südwestlicher Strömungstendenz die fluvioglaziale Aufschotterung und Rinnenbildung im Gebiet der Hegausenke beherrschte, erfolgte unter der wechselnden Einwirkung von tektonischer Schollensenkung, von Moränenablagerung und Stauseebildung graduell. Sie zeigt ihre zeitweiligen Phasen noch heute vorzüglich abgebildet in den Abflußrinnen, die den westlichen Hügelrücken des östlichen Molasserandes bei Schloß Langenstein, bei Orsingen, zwischen Wahlwies und Steißlingen, besonders entschieden aber im südlichsten dieser Quertäler, dem Stahringer Tal, durchbrechen. Nach dem endgültigen Abgleiten des eiszeitlichen Rheins auf die Steiner Linie verloren die Stockacher und die Radolfzeller Aach ihre Stoßkraft; sie beide zeigen in den letzten Teilstrecken ihres merkwürdig unsteten, nach aktiven Anfängen passiv ausklingenden Laufes Inkonsequenzen, die in ihrer seltsamen Übereinstimmung auf gleichartige Ein-

wirkungen der jungen Bodenseetektonik hindeuten. Wie wenig übrigens die Erdkrustenbewegungen im Bodenseegebiet zum Stillstand gekommen sind, beweisen außer der Häufigkeit und gelegentlichen Stärke der Erdbeben (16. November 1911 Stärke $7\frac{1}{2}$) mit nachgewiesenen Einbruchserscheinungen im Seebecken auch die Ergebnisse von Feinnivellements und Pegelbeobachtungen. So ergab sich für den Zeitraum 1869—1906 ein Absinken des Bregenzer Hafens gegenüber dem Bahnhof Lindau im Betrage von 202 mm, aus dem Vergleich gleichzeitiger Wasserstände am Konstanzer Seepegel für Konstanz im Zeitraum 1817 bis 1890 eine Senkung von 317 mm. Die spätdiluvialen Durchbrüche der Stockacher Schmelzwässer durch den örtlichen Molasserand sind bemerkenswert als Ausgangspunkte der mannigfach ihre Richtung ändernden Stromläufe des Gletscherrheins der Würmeiszeit, die die Hegausenke mit Niederterrasse aufschotterten und in der Folge westlich durchs Fulachtal, südwestlich durch den Biberdurchbruch, schließlich südlich in der Radolfzeller Bucht den Anschluß an den jetzigen Rheinlauf gewannen. Diese Durchbrüche haben in die Molassehügelrücken, die mit ihrer Reliefeenergie von ca. 200 m immerhin ein starkes Verkehrshemmnis bedeuten würden, geräumige, tief bis aufs Niveau der Schotterebene gehende Breschen durchgezogen und damit wertvolle, natürliche Pforten geschaffen, die die Hegausenke gegen Nordosten weit öffnen und im Verein mit den Süd- und Südwestporten (Biber- und Fulachtal) erst dem eigentlichen Hegau den spezifischen Charakter eines naturgeschaffenen Transitlandes aufprägen. Die Bedeutung dieser offenen Tore, die in der Vergangenheit zweifellos stärker wirksam hervortrat, als sie es heute tut, wird dargetan durch die z. T. schon im Altertum wichtigen Straßenzüge, durch die zahlreichen Burgen, die sie kontrollierten, durch die von ihnen bedingten Schlachtfelder (Wahlwies, Stockach, Engen) durch die stattlichen Dorfsiedelungen (Eigeltingen, Orsingen, Nenzingen, Wahlwies, Stahringen), die deutlich den

Typus des Straßendorfs vertreten, durch die in Stahringen zusammenlaufenden Bahnlinien von Sigmaringen und Überlingen, schließlich durch das in ausgezeichneter Talriegelstellung als Hügelstadt angelegte Städtchen *Stockach*, das von Rüeger als „die fürnembst“ unter den Hegaustädten bezeichnet wird und heute 2741 Einwohner zählend, Tentakeln neuen Wachstums auf den Achsen seiner Ausdehnungsmöglichkeiten ausstreckt.

Das Werden der Landschaft.

Der Untergrund.

Über die Verhältnisse des tiefern Untergrundes im Hegau sind wir — trotzdem leider bisher die technischen Gewinnaussichten nicht zur Abteufung eines bis auf das Grundgebirge gehenden Bohrlochs ausgereicht haben — durch die natürlichen Bohrlöcher darstellenden Durchschußröhren, die der Vulkanismus von unten her durch die erstarrte Erdkruste getrieben hat, hinreichend unterrichtet. In den ausgedehnten Tuffvorkommnissen, die als kärgliche Überreste einstiger Vulkanaschenkegel übrig geblieben sind, finden wir, konglomeratisch in das zu glasiger Asche zerstäubte Lavamaterial eingebettet, in wechselnder Menge die eckigen Gesteinstrümmer der Erdkrustenlagen, die bei der Eruption durchschossen wurden. Auf die Häufigkeit von Graniten verschiedener Varietäten, Granitporphyr, Aplit, Biotitfels, Gneis und andern Gesteinsarten, die den kristallinen Schwarzwaldgesteinen von Tiefenstein, vom Schluchsee u. a. O. nach Habitus und Mineralbestand weitgehend entsprechen, hat schon Schalch hingewiesen. Der Hegau ruht auf dem nämlichen kristallinen *Schwarzwaldsockel*, der wenige Kilometer weiter westlich, seines Sedimentmantels entblößt, in den Schwarzwaldtälern ansteht. Das Fehlen ältester Sedimente deutet darauf hin, daß der Hegau mit dem Schwarzwald in vor-mesozoischer Zeit, ja noch bis ins Mesozoikum hinein, als

Festland das Meer überragte, wobei das von den Geologen angenommene herzynische Bergland durch die Kräfte der Denudation zur Fastebene (Peneplain) abgetragen wurde.

Als unterste Ablagerungsschicht scheint der Buntsandstein, von dem Buri spärliche Funde im Tuff beschreibt, im Hegau auszukeilen. Erst zu Ende der Buntsandsteinperiode taucht der östliche Schwarzwaldsockel in vorerst schwacher Submersion unter das Triasmeer, das ihn mit ca. 200 m mächtigen Muschelkalk- und Keuperschichten überlagert, später in stärkerer Absenkung unter das Jurameer, in dem sich in mannigfaltiger Wechsellagerung die nach ihrem Fossilinhalt unterteilten Mergel- und Kalkschichten der Juraformation (Lias, Dogger, Malm) absetzen. Die obern Malmschichten sind im östlichen Hegau besonders mächtig entwickelt. Zwischen die Quader- und Massenkalk (Kimmeridgien), 70 m, und die Plattenkalk (Portlandien), 100 m, schieben sich hier als 45—50 m mächtiges Schichtenpaket die obern Malmmergel ein, ein wasserhaltender Horizont, der merkwürdigerweise in der Randentafel zu fehlen scheint. Als fossilreiche Zwischenlagen hat Schnarrenberger die unterhalb Mauenheim anstehende „Eichenbohlbreccie“, sowie den „Hattinger Oolith“, der im Bruch bei der Station Hattingen besonders schön zu sehen ist, beschrieben. Mit dem Portlandkalk (die oberste Juraschicht, das Purbeckien, fehlt) setzt die jurassische Ablagerung aus. Während der nachfolgenden Kreide- und Eocänzeit erscheint die flachgelagerte Juratafel, aus der Meerüberdeckung emporgehoben, mäßigen Erosionswirkungen ausgesetzt, die in oberflächlichen Karrenbildungen (Bohnerztaschen) und Bohnerztonüberlagerungen ihre Spuren hinterlassen hat.

Erst im mittleren Tertiär bringt sodann die Bildung der Molassemulde ein erneutes Vordringen der Wasserüberdeckung von Südwesten her und mit der Hebung des Schwarzwaldes die sehr allmählich einsetzende Schiefstellung der Juratafel gegen Südosten. In das in

seiner Maximalerstreckung von Genf bis Wien reichende Molassebecken, dessen bald nordwärts transgredierende, bald zurückweichende Wasser, erst Süßwasserseen bildend, zeitweise durch Verbindung mit dem Meere marin, dann wieder durch Unterbruch dieser Verbindung ausgesüßt werden, tragen die von Süden und Norden mündenden Wasserläufe ihre Sinkstoffe ein, die je nach der Natur dieser Zuflüsse und ihrer Unterlage, bzw. je nach der Ufernähe oder -ferne der Sedimentation, als Schotter (tertiäre Nagelfluh), als Sande oder tonige Mergel zur Ablagerung kommen. So entstehen, da durch Schwerezunahme die Molassemulde fortschreitend weiter absinkt, die gewaltigen Aufschüttungen der untern Süßwassermolasse, der Meeresmolasse und der obern Süßwassermolasse, von denen besonders die zwei letztern mit ihren alpinen und vom Schwarzwald, bzw. von der Alb stammenden Komponenten im Hegau in interessanter Weise vertreten sind.

Die vulkanischen Bildungen.

Gegen Ende der Molasseablagerung, als sich in den Flachseen der zur sumpfigen Lagunenlandschaft gewordenen Molasseaufschüttungsebene jene Süßwasserkalk- und Kalkmergel der sarmatischen Stufe absetzen, die wir von Öhningen und vom Hohenkrähen kennen, führt die Hauptphase der alpinen Faltung mit ihrem gewaltigen Zusammenschub sich überschiebender Decken beiderseits der Alpen zu vulkanischen Erscheinungen verschiedenen Gepräges. Während sich im östlichen Tessin, im Bergell und im Adamellogebiet gewaltige Magmamassen in mächtigen Intrusionen zwischen die Gneise einschieben und als granitähnlicher, dioritischer Tonalit erstarren, wird der Hegau am Nordrande der Molassemulde zum Schauplatz einer imposanten, wenn auch anscheinend kurzfristigen Eruptionstätigkeit. Die Annahme wird vertreten, daß durch das isostatische Einsinken des alpinen Faltenwulstes leichtbewegliche Partien des Schmelzflusses der Erdtiefe seitlich

abgequetscht und unter das Grundgebirge der sich heben-
den Albtal gepreßt wurden. Da indes unter der ungeheueren
Druckwirkung des Transversalschubes von den Alpen
her auch das an das Widerlager des Schwarzwaldmassivs
angelehnte Vorland aufs stärkste in Mitleidenschaft ge-
zogen wurde, auf diesen Druck jedoch zufolge der Mäch-
tigkeit der obern Schichtpakete des Deckgebirgs (Deecke)
nicht wie der Faltenjura durch Faltung, sondern nur durch
Schollenbewegung und unter Ausbildung von Gebieten
starker Druckentlastungen (Depressionen) reagieren
konnte, waren wohl im Vorland selbst die Vorbedingungen
für eine lokale Aktivierung des Schmelzflusses (Magma)
der Tiefe örtlich gegeben. „Da, wo die Hauptkulmination
durch die Depressionen abgelöst wird, konnte das Magma
empordringen. Selbstverständlich benutzte es im Schollen-
gebirge des Vorlandes tektonische Linien, die zu einem
großen Teil von alter Anlage sind. Zwischen der Bildung
der süddeutschen tertiären Vulkanite und der südschwei-
zerischen bis oberitalienischen tertiären Plutonite ist ein
Zusammenhang vorhanden. Das örtliche Aufdringen der
Magmen beider ist eine Begleiterscheinung der alpinen
Tektonik und ihrer Auswirkung im Vorland“ (Professor
Niggli). Nach Analogie mit den in andern Vulkangebieten
vorliegenden, durch stärkere Abtragung klarer ersichtlich
gemachten Verhältnissen ist anzunehmen, daß das aufstei-
gende glutflüssige Magma zunächst unter Bildung eines
mehr oder weniger großen Lakkolithen (Magma-
herdes oder -reservoirs) in höhere Gesteinslagen des
kristallinen Grundgebirges intrudierte (nach Reck wäre der
Lakkolith in 3000 m Tiefe zu suchen). Ob dies unter dem
Einfluß der Wärmezufuhr durch radioaktive Substanzen
(vgl. Holmes) geschah, muß hier dahingestellt bleiben.
Jedenfalls ist in diesem Zusammenhang der unlängst durch
Lederer festgestellte hohe Radium- und Thoriumgehalt der
Hegauer Vulkanite bedeutsam:

Phonolithe	Ra-Gehalt	8,03—4,1 $\times 10^{-12}$ g
Basalte	„ „	2,33—1,01 $\times 10^{-12}$ g
Tuffe	„ „	1,05—0,0 $\times 10^{-12}$ g

wobei der Phonolith des Hohentwiel neben dem höchsten Radiumgehalt auch den höchsten Thoriumgehalt zeigt. Das im Lakkolith aufgedrungene Magma gelangt unter veränderte Druck- und Temperatur- (bezw. Abkühlungs-) bedingungen. Damit kommt die durch den Amerikaner N. L. Bowen festgestellte Kristallisationsdifferentiation zusammen mit der durch Prof. Niggli meisterhaft begründeten Rolle der leichtflüchtigen Bestandteile im Magma entscheidend zur Geltung. Zufolge der Abkühlung kristallisieren die schwereren Komponenten (Olivin, Augit, Biotit etc.) aus dem Schmelzfluß aus, reichern, indem sie absinken und in den tiefern Lagen wieder schmelzen, diese letztern mit schweren Magmabestandteilen an; zugleich lassen sie in den oberen Partien des Schmelzflusses ein an schweren Komponenten immer ärmer werdendes Magma zurück, in dem sich somit die leichteren Bestandteile (Feldspat, Feldspatvertreter etc.), insbesondere auch die leichtflüchtigen Komponenten, d. h. die im Schmelzfluß gelösten Gase (Mineralisatoren, H_2O , CO_2 , HCl , SO_2 etc.) anreichern. Mit fortschreitender Abkühlung und Kristallisation wächst die Dampfspannung, bis die Gase aus dem Schmelzfluß austreten (Abkühlungsdestillation, retrogrades Sieden). Derartige hochgespannte Dämpfe vermögen, wie durch Versuche nachgewiesen ist, sehr refraktäre Stoffe glatt zu durchschlagen. Wächst nun die Dampfspannung durch weitere Abkühlung bis zur erforderlichen Höhe, oder tritt, was wohl meist zutrifft, durch tektonische Bewegungen eine Druckentlastung ein, die zum plötzlichen, stürmischen Aussieden der Gase führt, so ist der Moment des Paroxysmus erreicht: die Gase durchschlagen in gewaltigem Ausbruch die überlagernde Gesteinsdecke und reißen mit den Gesteinstrümmern des Durchschußschlotes Magmaschaum, Magmabomben und -bömbchen (Lapilli), in der Tiefe ausgebildete Kristalle, mit ungeheurer Gewalt in die Luft. Der herabfallende Stein- und Aschenregen (die zerspratzte Lava erstarrt in der Luft zu feinem Glasstaub) häuft um den Ausbruchspunkt den be-

kannten Aschenkegel, dessen Form und Bereich von der Gewalt des Ausbruchs, resp. von der Weite des Eruptivschlots bedingt ist. So oft mit der fortschreitenden Abkühlung die Dampfspannung genügend wächst, um den durch in den Schlot zurückgefallene Gesteinstrümmer gebildeten Pfropf auszuwerfen, wiederholt sich diese explosive (strombolianische) Tätigkeit, die den Tuffkonus entsprechend erhöht, bis zur weitgehenden Entgasung des in der Tiefe verbliebenen Magmas. Dies ist das Bild, das die erste Phase des Hegauer Vulkanismus ergibt. Wie viele solcher Ausbruchspunkte im Hegau vorliegen, entzieht sich infolge der weitgehenden Glazialüberdeckung unserer Kenntnis. Daß immerhin ihrer viele waren, die wenigstens einen oder wenige Paroxysmen mitmachten, ergibt sich aus der Zusammensetzung der Tuffkonglomerate. Die Reihung der Hauptschlote deutet darauf hin, daß im Hegauer Vulkanismus die Wiederbelebung vorherbestehender, tektonischer NS-Spalten eine wichtige Rolle gespielt hat und die kleinen Nebenschlote als Parasitärbildungen aufzufassen sind. Bemerkenswert für die erste Phase ist der Umstand, daß nirgends die Förderung zusammenhängender Lavamassen vorliegt. Das Vorhandensein einer zusammenhängenden Tuffdecke erklärt sich wohl dahin, daß ein Zentralvulkan — offenbar der Hohentwiel — in seiner Tätigkeit länger anhielt und geringfügigere Bildungen seiner Nachbarn überdeckte. Das Magma der peripheren Tuffvorkommnisse erscheint basaltisch oder dem basaltischen genähert, dasjenige der zentralen Tuffe intermediär, mit deutlichen Anklängen an den phonolithischen Typus.

Der ersten Phase der Vulkantätigkeit im Hegau, die als Entgasungsphase zu kennzeichnen ist, folgte, zeitlich getrennt, die zweite Phase des ruhigen Aufstiegs des entgasten Magmas. Daß der Hiatus zwischen den beiden Phasen nicht ein allzu beträchtlicher sein kann, möchte man aus dem Umstand schließen, daß sich in den Tuffen phonolithische Auswürflinge vorfinden, die durchaus dem Gestein der zweiten Phase entsprechen. Die Ursache zu

dieser erneuten Vulkantätigkeit mag wieder in einem tektonischen Anstoß liegen, der, von der Alpenfaltung ausgehend, die Druckbedingungen im Sinne der Verstärkung veränderte, sodaß das Magma vom Lakkolith aus hochgetrieben wurde. Für diese Deutung spricht die gleichmäßige Höhe der Basaltstiele, die übrigens nirgends das Über-

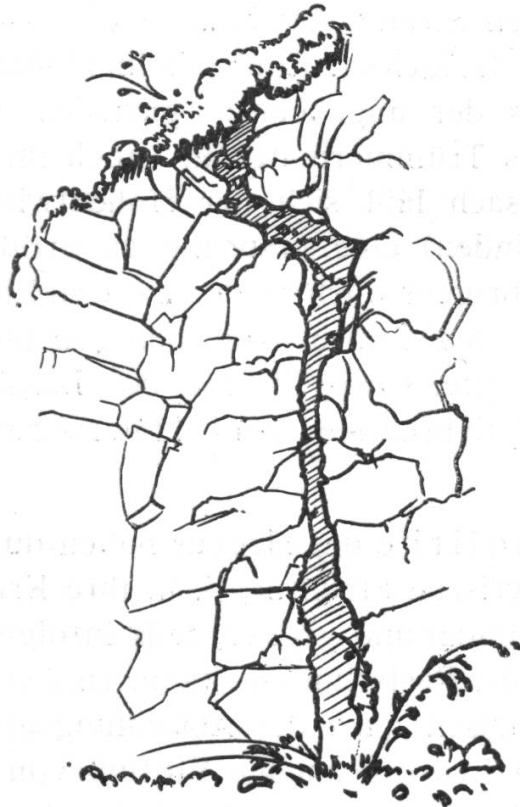


Fig. 8. Durch Magmanachschub ausgefüllte Kluft im Phonolith des Staufen, die auf die dem Auftrieb vorausgehende Verfestigung der obern Phonolithpartien hinweist.

fließen eines Lavastroms über den Kraterrand erkennen lassen. Es liegen keine ersichtlichen Gründe vor, die gegen die Annahme der Gleichzeitigkeit des Auftriebs der Phonolithe und Basalte sprächen, da es sich doch um völlig gleichartige Phänomene handelt. Daß die Phonolithe bei weitem nicht so hoch stiegen, sondern gewissermaßen in der Schlottiefe stecken blieben, erklärt sich aus der viel größeren Viskosität des Phonolithmagmas. Zudem erscheint die Annahme berechtigt, daß die obern Partien der Pho-

nolithstiele zur Zeit des Aufstiegs schon weitgehend verfestigt waren und pistonartig, ähnlich wie die Andesitnadel der Montagne Pelée auf Martinique, emporgetrieben wurden. Dafür sprechen die gangartigen Phonolithnachschiebe, die in Klüften des Phonoliths vom Hohentwiel und Staufennachgewiesen werden können. Die meisten Phonolithpfropfen wurden übrigens — die Seltenheit ihrer Trümmer im glazialen Streugebiet beweist dies — erst spät aus ihrer Tuffhülle freigelegt. Einzig beim Hohentwiel möchte man angesichts der ungeheuern glazialen und fluvialen Streuung seines Trümmers (noch im Rheinschotter unterhalb Breisach läßt sich der Hohentwieler Phonolith unschwer auffinden) eine ursprünglich größere Höhe annehmen. Daß übrigens auch in der zweiten Phase Gase mitbeteiligt waren, beweisen u. a. die blasigen und schlackigen Basalte, die Zeolite, sowie die mit den Basalten vergesellschafteten Eruptivbreccien vom Höwenegg und Hohenhöwen.

Die Phonolithe des Hegaus haben durchwegs holokristallinporphyrische Struktur, d. h. ihre Kristalle, teils in der Tiefe vorgebildet und größer, teils infolge der raschen Kristallisation der Restschmelze klein, sind voll ausgebildet. Ihr Habitus wechselt nach der Abkühlungsgeschwindigkeit und unter dem hydrothermalen Einfluß von Restlösungen bei der Kristallisation. Makroskopisch tritt bei allen, besonders schon im Gestein des Hohenkrähen, die Leistenform der glasigen Alkalifeldspäte, der Sanidine, deutlich heraus, bei den Hohentwieler Phonolithen ferner der polyedrische Querschnitt der dunklen Sodalithe (in welchen Oberbegriff die blauen Hauyn- und die schwärzlichen Noseankristalle einbezogen sind). Im trachytoiden Phonolith des kleinen Gönnersbohl heben sich vielfach neben breiten Sanidintafeln große schwarze Angitkristalle mit eingewachsenen, weißlichen Apatitsäulen, seltener die prachtvoll weingelben Titanite (Sphene) mit ihrer schönen „Briefcouvertform“, von der hellgrauen, feinkristallinen Gesteinsmasse ab. Noch seltener findet man in den Phono-

lithen des Hohentwiel und des Hohenkrähen mächtige Kalinatronfeldspäte (Anorthoklase), ferner große schwarze Glimmer (Biotit) eingeschlossen. Unter dem Mikroskop finden sich in quantitativ sehr stark wechselnden Verhältnissen und in ebenso variablem Erhaltungszustand als primäre Mineralien große und kleine Sanidine und Sodalithe (Nosean, Hauyn), die großen Kristalle vielfach mit Einschlüssen und mehr oder weniger korrodiert, ferner Nephelin, Augit, Ägirin, zu denen als akzessorische Mineralien Biotit, Titanit, Apatit, Zirkon hinzutreten. Als Produkte der hydrothermalen Umwandlung treten ferner Natrolith, Calcit, Wollastonit, Sericit auf. Die eingehendere Darlegung der bezüglichen Verhältnisse muß einer speziellen Arbeit vorbehalten bleiben. Nach dem Vorwalten der betreffenden Mineralkomponenten werden Sodalith-, Nephelin- und Sodalithnephelinphonolithe unterschieden. Cushing und Weinschenk haben einen Leucitphonolith vom Staufen beschrieben. Da sich die Feldspatvertreter Nephelin und Sodalith leicht unter Wasseraufnahme in wasserhaltige Alkali- und Kalkalumosilikate (Zeolithe) verwandeln, sind die Phonolithe nicht wetterfest (merkwürdigerweise bleiben sie jedoch in Diluvialablagerungen vorzüglich erhalten). Sie neigen zu plattiger Absonderung — das weithallende Klingen der angeschlagenen Platten erklärt die Namengebung — und zur Auflösung in Schutt und Grus, eignen sich deshalb ebenso wenig als Bau- wie als Straßenmaterial und werden meist nur zur Aufhäufung locker geschichteter Stützmauern und als Marksteine verwendet. Die Verwertungsmöglichkeit zur Flaschenglas- oder zur Kaligewinnung ist im Hegau — im Interesse der Erhaltung der Naturschönheit ein Glück — noch nicht ins Auge gefaßt. Übrigens steht der Hohentwiel als württembergische Enklave heute unter Naturdenkmalschutz. Auf den Klüften des Phonoliths finden sich als hydrothermale Bildungen verschiedene Zeolithe, vor allem der Natrolith, $[\text{Si O}_6 \cdot 2 \text{ Si O}_2] \frac{\text{Al}_2}{\text{Na}_2} \cdot 2 \text{ H}_2 \text{ O}$, der in verschiedenen Stadien der Ausbildung auftritt, bald als zier-

liche, aus ziegelroten, konzentrischen Kreisen gebildete Rosetten, bald als sphärolithische Halbkugelbildung, die im Anschlag eine prachtvoll radialstrahlige Struktur und eine infolge stärkerer oder schwächerer Eisenzufuhr in dunklerem oder hellerem Gelbrod leuchtende Achatbänderung zeigt, bald als aufgewachsene, igelähnlich aussehende Kugel, von der nach allen Seiten unzählige lange, dünne, bräunliche Kristallnadelchen radial nach allen Seiten ausstrahlen, schließlich als dichte, amorphe Form. Der Natrolith des Hohentwiels wurde anfänglich als ein Spezifikum des Hegaus betrachtet und mit dem Namen Högautil bezeichnet; er war zeitweilig als Halbedelstein geschätzt und wurde, an der westlichen Steilwand des Hohentwiels gebrochen, zur Innenausstattung eines Saals im Stuttgarter Schlosse verwendet. Außer dem Natrolith, der auf dem Phonolith sämtlicher Eruptivpunkte vorkommt, finden sich als weitere Zeolithe Analcim und Chabasit vor.

Die Basalte des Hegauer Vulkangebietes zeigen, wofern man von den schlackigen, blasigen und doleritischen Sonderausbildungen absieht, in ihrer dunkeln, bläulichgrauen Färbung und feinkristallinen Struktur, aus der sich nur kleine und größere, grüne Olivinkristalle, vielleicht noch kleine, schwarze Augitkriställchen makroskopisch abheben, trotz weiterer Verbreitung einen viel einheitlicheren Habitus als die Phonolithe. Auch unter dem Mikroskop wirkt die Feinheit des Kristallgefüges auffällig; immerhin erweist sich der Basalt größerer Eruptivmassen zufolge der geringern Abkühlungsgeschwindigkeit als gröber struiert. In der Grundmasse herrschen die dichtgedrängten, wirr durcheinanderliegenden Augite vor. Neben Augit kommt der schwach grünlichgelbe Melilith in gestreckt rechteckigen Querschnitten überall reichlich vor, im Hegau jedoch selten durch die sonst charakteristische „Pflockstruktur“ gekennzeichnet. Der Melilithreichtum stellt die Hegauer Basalte in Parallele mit den Basalten der Schwäbischen Alb, die, wie Fossilfunde erweisen, auch im Sarmatikum, also in der gleichen Zeitepoche, zur Eruption

gelangt sind. Neben dem Melilith kann Nephelin reichlich vertreten sein, aber auch nahezu oder ganz fehlen. Es sind somit im Hegau zwei äußerlich nicht unterscheidbare Basalttypen, Nephelinmelilithbasalte und Melilithbasalte, auseinanderzuhalten. Immer ist Olivin zugegen, ebenso der Magnetit, häufig der titanhaltige Perowskit, während der ebenso titanführende Ilmenit, ferner Chromit und Picotit (Chromspinell) seltener sind. Im Gestein der Randenvulkane ist auch Hauyn nachgewiesen. Zeolithe der Basalte, meist auf einer Calcitzwischenlage aufsitzend, sind Phillipsit, Natrolith (weiß), Mesolith, Thomsonit, Apophyllit, Chabasit, Skolezit; andere Zersetzungsprodukte sind Calcit, Aragonit, Gips, Hyalith, Bergkristall etc. In den Eruptivbreccien am Ostabhang des Hohenhöwen findet man nach den Worten Schalchs „typische Agglomerate von schlackigen Rapillis, Basaltbomben von größerem und kleinerem Durchmesser, Lavatränen, seilförmigen Schlacken usw. in einer Schönheit, als ob man sich am Rande eines eben erst tätig gewesenen Vulkans befände.“

Nicht selten finden wir in den Basalten des Hegaus große, grüne Olivenknollen als protogene Bildungen eingeschlossen. Die für größere Basaltmassen oft charakteristische Absonderung in Säulen ist im Hegau ebenfalls in sehr schönen Beispielen vertreten. Die Säulenklüftung geht auf die Spannungen zurück, die bei der Erstarrung des Basaltmagmas durch die von außen nach innen vordringende, demnach ungleiche Abkühlung veranlaßt wurden. Auf vertikal gestellten Säulenbasalt trifft man an der Gipfelpartie des Hohenstoffeln und am östlichen „Steinröhren“-Vulkan. Interessante Basaltsäulenfelder sind heute am Höweneggvulkan beinahe abgebaut, im Basaltbruch Hohenstoffeln dagegen in imposanter Entfaltung erschlossen. Basalte verhalten sich vermöge ihres hohen Magnetitgehaltes wie permanente Magneten. Nach G. Meyer stellen die Basaltberge Höwenegg, Neuhöwen, Höwen und besonders der Hohenstoffeln große magnetische Südpole dar, sind somit im Gegensatz zu

den Basalthöhen des ältern, alttertiären Kaiserstuhlvulkans unterhalb Freiburg i. Br. normal magnetisiert. Magnetische Anomalien, die auf der Malmplatte festgestellt worden sind, lassen weitere Basaltmassen in der Tiefe vermuten.

Da auf die einer andern Arbeit vorbehaltene Darlegung der petrographischen Verhältnisse hier als zu weit

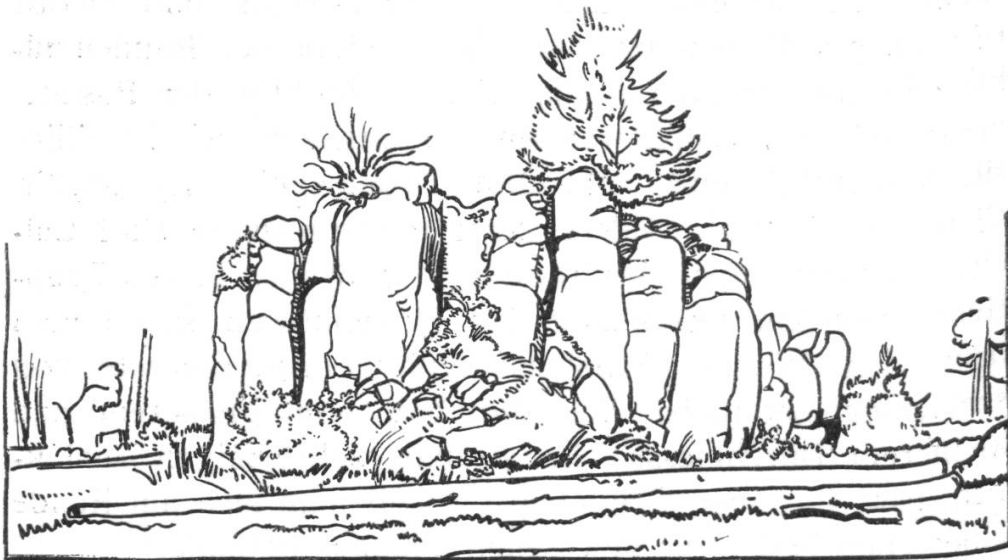


Fig. 9. Der östliche der beiden „Steinröhren“-Vulkane, mit wuchtigen Basaltsäulen, heute unter Naturdenkmalschutz stehend. Die Säulenklüftung ist eine Funktion der bei der Erstarrung des Basaltmagmas von außen nach innen fortschreitenden Abkühlung.

führend verzichtet werden muß, sei kurz zusammenfassend folgendes beigefügt: Die Vulkanite des Hegaus erscheinen zufolge ihres Alkali- (besonders Natron-) reichthums insgesamt als Abkömmlinge, Differentiate eines einheitlichen alkaligabbroiden Ausgangsmagmas, das sich schon zur Zeit der Tuffausbrüche in fortschreitender Abkühlungsdifferentiation befand. Typische Gesteine der Natronreihe charakterisieren somit die Hegauer Vulkanprovinz (wie diejenige der Alb, des Kaiserstuhls, des Katzenbuckels etc.) als atlantische Gesteinsprovinz, wogegen die der Schwarzwaldserie zugehörenden Plutonite des kristallinen Grundgebirgs als Gesteine der Kalk-Alkalireihe eine pazifische Gesteinsprovinz darstellen, somit einen differenten Magmatypus vertreten. Die Phonolithgruppe

scheint das Zentrum des Lakkolithen anzudeuten, zu dem die Basaltausbrüche perizentrisch bzw. peripher gelagert sind. Aus tektonischen Grundursachen (Schollenzerbrechung des Grundgebirgs, Schwankungen in der Stärke des von den Alpen her wirksamen Drucks, Reaktivierung präexistenter Spalten etc.) erklärt sich wohl die Reihung, die Phasenfolge, die explosive Heftigkeit, die relativ kurze Dauer der Hegauer Vulkanausbrüche. Auch die Förderung der zwei verschiedenen Magmatypen, der Basalte und Phonolithe, steht damit im Zusammenhang. Es läßt sich annehmen, daß die Spalten des Phonolithgebiets auf obern Partien des Lakkolithgewölbes aufsetzen und demgemäß die leichtern silikatreichen (salischen) Phonolithmagmen des differenzierten Schmelzflusses anschnitten, während die peripheren Spalten erst in größeren Tiefen in der basischen Randzone auf den Magmaherd trafen und somit die untern, schwerern, basaltischen (femischen) Lagen des Lakkolithmagmas anzapften. Es scheint hier im Hegau eine ähnliche pexitropische (d. h. durch Abkühlungs-differentiation entstandene) Gesteinsreihe vorzuliegen, wie sie Scheumann* vom nordböhmischem Polzengebiet beschrieben hat. Hier wie dort sind ferner Spalten als Eruptionswege wirksam gewesen. Für den Hegauer Vulkanismus charakteristisch ist jedoch der Umstand, daß sich die kompakte Magmenförderung auf die Basalte und die (als Differentiate jüngern) Phonolithe beschränkt, während die zwischen ihnen liegenden Differentiationsstufen, die, in Stöcken und Gängen ausgebildet, den Gesteinsreichtum anderer Vulkangebiete (Polzengebiet, böhmisches Mittelgebirge, Kaiserstuhl) ausmachen, im Hegau anscheinend fehlen. Sicher sind derartige Zwischenglieder — nach Niggli sind nephelinreiche Gesteine vom Charakter der Ditroite und Covite oder der Essexite zu vermuten — in der Tiefe ausgebildet, wie nephelinsyenitische Auswürflinge im Phonolithtuff dartun. Ihr Anstehen im Hegau,

* Petographische Untersuchungen an Gesteinen des Polzengebiets in Nordböhmen, Leipzig 1913.

eventuell unter Tuff- oder Glazialüberdeckung, ist bisher durch keinerlei Funde bezeugt. Sie mögen entweder nicht zu zusammenhängendem Aufdringen gelangt oder aber in wechselnder Höhe in den Gesteinsschichten stecken geblieben sein. Die große Ausdehnung des Verbreitungsbereichs der tonerdearmen, basaltischen Gesteine im Hegau mag wie im Polzengebiet darin begründet liegen, „daß das Magmabassin in flacher Ausbuchtung seitlich weit ausgriff, daß also ein größerer Teil des Magmabassins unter gleichen Abkühlungsbedingungen stand“ (Scheumann). Ferner deuten die wenig mächtigen, gangartigen Basaltvorkommnisse in den Gesteinsspalten der östlichen Hegualbtafel fernab von den Eruptivzentren darauf hin, daß die basaltischen Magmen bei ihrem Aufdringen sehr dünnflüssig waren. In Übereinstimmung mit der relativ kurzen Dauer der Vulkanausbrüche sind die Erscheinungen des Ausklangs der Vulkantätigkeit, die apomagmatischen Bildungen, im Hegau räumlich und zeitlich wenig mächtig entwickelt, doch reich an charakteristischen Einzelheiten. Auf die hydrothermalen Einflüsse heißer Restlösungen und Wässer, die auf die alkalireichen Gesteine vielfach korrosiv lösend und zeolithisierend, zeolithische Kluftauskleidungen absetzend wirkten, wurde bereits hingewiesen. Zwischen Magma und Schlot und durch die Klüfte des Tuffs stiegen in Fumarolen Exhalationen heißer Gase, vorwiegend Wasserdampf, Kohlensäure, lokal auch Schwefelverbindungen führend (Solfataren), auf deren bei der Berührung mit oberflächennahen Gesteinspartien niedergeschlagene Kondensate die Gesteinsklüfte und Tuffe je nach Zusammensetzung und Abkühlungsgrad lösend oder absetzend durchdrangen und schließlich unter Bildung warmer Quellen zutage traten. Auf die Wirkung von Thermalwässern sind u. a. die Kieselsäureabsätze unterhalb des Eselsbrunnens am Hohentwiel (Chalcedon, Opal) und die Bleichung der Molassesande vom Twielfeld, ferner die Erbsenkalke, Menilite und Opale am Osthang des Hohenstoffeln, die Bergkristalle in den Tuffen des

Rosenegg und des Höwenegg, schließlich die reichliche Karbonatführung (vor allem Calcit, Aragonit etc.) in den Eruptivbrekzien der Basalte, aber auch in den Phonolithtuffen, zurückzuführen. Als Solfatarenbildungen sind die Gipsvorkommnisse am Hohenhöwen, auch die interessanten, von Leuze beschriebenen Pseudomorphosen von Calcit nach Gips, Thenardit, Glauberit, Aragonit, ferner von Dolomit nach Gips, Thenardit und Glauberit vom Rosenegg (Südseite) anzusprechen. Endlich scheint im ringförmigen Kalkhärting des Wannenberggipfels der Quellabsatz aszendenter, vulkanischer Wässer vorzuliegen. Hinsichtlich des Grades der Abkühlung des Hegauer Lakkolithen fehlen bis heute schlüssige Anhaltspunkte. Da das Bohrloch von Neuffen im Vulkangebiet der Schwäbischen Alb die auffallend geringe Höhe der geothermischen Tiefenstufe von 11,1 m (gegenüber der für unsere Gebiete normalen von 30—35 m) ergeben hat, wären von einer Tiefbohrung im Hegau diesbezüglich zweifellos interessante Vergleichsergebnisse zu erwarten.

Modellierung der heutigen Oberfläche.

In der untern, pontischen Stufe des Pliocän, als die letzten Wellen der alpinen Deckenfalten gegen und über den südlichen Molasserand vorbrandeten und sich im Westen der Kettenjura auffaltete, ist das nördliche Molassegebiet — und mit ihm die rasch zum Erlöschen gekommene Vulkanlandschaft des Hegaus — dauernd Festland geworden. Im weiteren Verlaufe der Pliocänzeit wurde es durch fortschreitende Hebung um mehrere 100 Meter über Meeresniveau emporgetragen; zugleich setzte sich mit der verstärkten Hebung des Schwarzwaldes die südöstliche Schiefstellung der Randen- und Albtafel durch, wobei die offenbar schon zur Miocänzeit angelegte Randenverwerfung wenigstens im westlichen Gebietsteil, längs des Randens, bereits stärker zur Ausprägung gelangte. Der Hegau mit seinen wohl mäßig hohen, vorwiegend aus we-

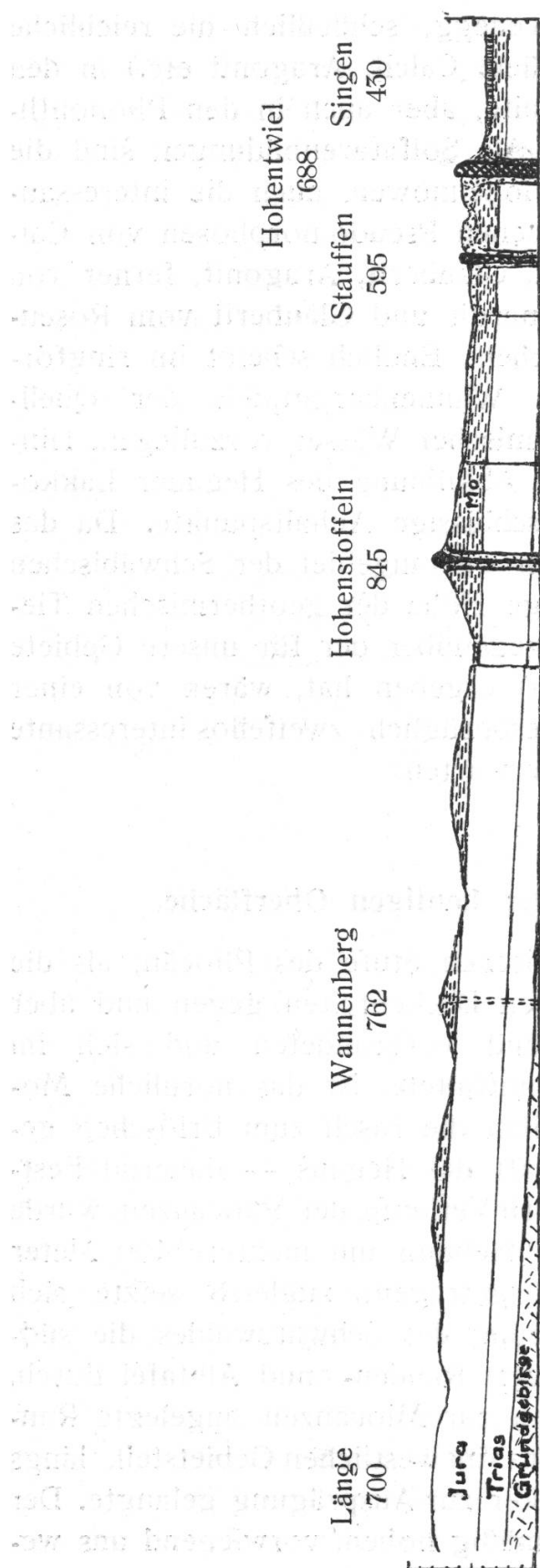


Fig. 10. Profil durch den Hegau von Nordwesten nach Südosten, die Schiefstellung der Albplatte und die Durchbrüche der Hegauvulkane zeigend (Basalt Mitte, Phonolith rechts, Tuffe punktiert).

nig widerstandsfähigem Tuff aufgeschichteten Vulkanbauten verfiel damit im immer noch feuchtwarmen Klima der ausgehenden Tertiärzeit den kräftig abtragenden Einwirkungen der Denudation und Erosion. In jene Zeit fällt wohl die fortschreitende Ausbildung der durch die heutigen (Wutach-) Aitrach- und Donauläufe gekennzeichneten Ur-donautäler längs des damaligen Alb-Molasse-Kontaktes, denen noch große Teile des obern Rheinsystems tributär waren. Das Ergebnis der Abtragungstätigkeit im Pliocän war die abrasive Einebnung der geneigten Molasse- (und z. T. schon herausgeschälten Jura-) schichten zum sanft gewellten Flachland, der prädiluvialen Landoberfläche, deren noch heute besonders genau in der Berührungsfläche zwischen Molasse und Deckenschotter feststellbarer Verlauf als verlässlichster Indikator für den Nachweis der seither erfolgten Erdkrustenbewegungen wertvoll ist. Aus dieser heute in Maximalhöhe bei 700 m (Salen-Reutenen auf dem thurgauischen Seerücken, Schrotzburg) verfolgbaren, jetzt westwärts, zwischen Thiengen und Waldshut, auf 470 m absinkenden Ebene ragten wohl neben den bereits stark reduzierten Tuffkegeln der Hegauer Vulkane schon die von ihrer Molassedecke entblößten Jurahöhen des Randen und der „Länge“ empor. Interessant erscheint die von Schalch angedeutete, durch Freund J. Hübscher am Osthang des Buchbergs bei Thayngen (Schleifenhalde) in einer der Molasse direkt aufgesetzten, kompakten Basaltblocklage besonders schön nachgewiesene Streuung basaltischen Trümmermaterials, die vermutlich noch als tertiäre, zum mindesten aber als frühdiluviale Bildung anzusprechen ist. Sie läßt sich auch, allerdings dort weitgehend mit Hohentwieler Phonolithen untermischt, weit herum in den Blockhäufungen der Bacheinschnitte des obern Bibergebiets verfolgen.

Die derzeitige, morphologische Gestalt des Hegaugebiets muß auf diese prädiluviale Abrasionsebene zurückbezogen werden; sie erscheint somit, geologisch gesehen, als eine sehr junge Bildung. Das heutige Ober-

flächenbild der Hegaulandschaft ist in weitgehendem Maße die Skulptur des Wechselspiels der dynamischen, eiszeitlichen und tektonischen Kräfte der Quartärzeit. Die früheren Erdepochen sind insofern passiv an der Formgebung beteiligt, als sie durch statische Resistenzkräfte, die in der Widerständigkeit des Materials an der Oberfläche und in der Tiefe begründet liegen, die Auswirkung dieser aktiven Kräfte beeinflußt haben. Der Raum verbietet hier die nähere Erörterung der zahlreichen Theorien, die zur Begründung der die diluviale Vereisung weiter Teilgebiete der Erdoberfläche bewirkenden Klimaver schlechterung herangezogen worden sind. Ebenso bietet der Hegau mit seiner eigenartigen, die Verhältnisse vielfach komplizierenden Verquickung glazialer und tektonischer Einwirkungen kaum den geeigneten Ausgangspunkt, die vielumstrittene Frage nach der Einzahl oder Mehrzahl der Eiszeiten entscheidend zu diskutieren und Pencks von der überwiegenden Mehrheit der Alpengeologen akzeptierte Einteilung in zwei ältere (Günz- und Mindelzeit) und zwei jüngere (Riß- und Würmeiszeit) Hauptvergletscherungsperioden in des großen Forschers eigenem Studiengebiet in Zweifel zu ziehen. Freuen wir uns aber über die überaus große Mannigfaltigkeit der Formelemente, die der eiszeitliche Rheingletscher in seinen großen Vorstößen und Rückzügen in dieser interessanten Grenzregion zurückgelassen hat. Bei der Beurteilung der eiszeitlichen Beeinflussung eines Gebietes ist zu beachten, daß Verwitterungswirkungen, direkte (glaziale) Wirkungen des Gletschereises, fluvioglaziale Wirkungen der Gletscherschmelzwässer, sodann fluviale Wirkungen der zwischeneiszeitlichen Gewässer, schließlich äolische Wirkungen in Frage kommen; alle diese Wirkungen können nach Maßgabe der örtlichen Lageverhältnisse und -beziehungen zerstörend (destruktiv) und antragend (akkumulativ) sein. Sie alle sind im Hegau vertreten, besonders augenfällig die Destruktion durch säkulare Verwitterung (Herauspräpa-

rierung der Vulkankegel aus der Tuff- bzw. Molasse- oder Malmunterlage), durch fluvioglaziale und fluviale Erosion (Ausbildung des Schmelzrinnensystems und der Durchbruchstäler), sodann die Akkumulation durch Glazialtransport und Ablagerung von Moränenmaterial, durch fluvioglaziale und fluviale Aufschüttung von Schotterebenen (Schotterterrassen). Zu berücksichtigen ist ferner, daß die nachfolgenden Gletschervorstöße vielfach die Spuren der vorausgegangenen weitgehend zerstörten, wie im Hegau die Spuren der zwei ersten Gletschervorstöße durch die viel nach Westen ausgreifenden Wirkungen der zwei letzten Eiszeiten bis auf kleine, hochgelegene Reste zerstört worden sind. Endlich sei darauf hingewiesen, daß die Ablagerungen der spätern Eiszeiten zufolge der erosiven und tektonischen Absenkung der Aufschüttungsbasis in immer tiefere Niveaus zu liegen kamen, wobei immerhin die Bildungen der zweitletzten von denen der letzten Eiszeit in deren Bereich fast ganz überdeckt sind. Daraus ergibt sich für den Hegau eine quantitativ stark wechselnde Beteiligung der einzelnen Eiszeiten an der Formung des neuen Oberflächenbildes. Die beiden ersten Vergletscherungen scheinen mit ihren Eismassen den Hegau eben noch erreicht zu haben; sie stießen jedoch nicht vor, sondern trugen lediglich in den ausgebreiteten Schotterfächern (Sandrbildungen) ihrer Schmelzwasserabflüsse weite, flache Schotterlagen (Deckenschotterterrassen), die durch Infiltration kalkreicher Wässer in eigenartiger Weise zementiert wurden, in der Vorlandebene auf. Die oberste, der prädiluvialen Landoberfläche direkt aufgesetzte Schotterterrasse der ersten Vergletscherung krönt heute in vereinzelter Erosionsüberresten als älterer Deckenschotter, z. T. in tektonisch bedingten Steilabbrüchen orographisch scharf hervortretend, die Gipfelpartien einer stattlichen Reihe von Molassehügeln des südlichen Hegaus, diese als Härtlinge vor stärkerem Abtrag schützend. Der in analoger Weise auf tieferer Erosionsbasis abgesetzte, jüngere Deckenschotter der zweiten Ver-

gletscherung setzt im Hegau zufolge lokaler tektonischer Einwirkungen und wenig bestimmter Übergänge zur Hochterrasse der Einordnung gewisse Schwierigkeiten entgegen. Deecke stellt ihn sogar völlig in Abrede. In der großen Interglazialzeit, während welcher auch im südlichen Hegau mächtige Wasserläufe übertiefte, heute schotter-erfüllte und verdeckte Rinnen durchgezogen zu haben scheinen, belebte sich dann die Tektonik des Hegaugebiets von neuem in der Ausbildung jener gewaltigen Verwerfungserscheinung, die wir als Hegau-einbruch kennen und die, mit über 200 m Sprunghöhe gegenüber dem Schienerberg an der Hegauverwerfung abstoßend, unter Abbiegung der Hegauflexur längs der Linie Engen—Aach—Eigeltingen den Einbruchskessel der Hegausenke gestaltete. Das postvulkanische, mitteldiluviale Alter des Hegaeinbruchs muß angesichts der Existenz auf Molasse ruhender, abgesunkener Deckenschotterreste (Galgenberg, Homburg, Friedinger Schlößchen) als erwiesen gelten. Inwiefern dieser in spezifischer Weise auf den Hegau lokalisierten Einbruchstektonik, die erst eigentlich das plastische Bild der Landschaft in der Rohform aus dem Material herausmodelliert hat, mit dem Vulkanismus noch zusammenhängende Sonderverhältnisse der Tiefe zugrunde liegen, in welchem Maße sie anderseits als erneute, in den Bewegungsmechanismus des Schollenlandes übersetzte Teilwirkung der alpinen Großtektonik aufzufassen sein mag, kann hier nicht näher erörtert werden. Offenbar aber stellt sie den Ausgleich lange vorgebildeter Spannungen in der Erdkruste dar, zu deren Auslösung die ungeheure Belastung der Bruchschollen durch das in den Hegau vorrückende Gletschereis nicht unwesentlich beigetragen haben mag.

Erstmals, zugleich mit größter Mächtigkeit und Stoßkraft, drang der diluviale Rheingletscher in der Zeit der größten Vergletscherung („Riß“-Eiszeit) in und durch den Hegau bis in die Höhe von Tengen (690 m) und tief in den Klettgau vor; im Norden erreichte er bei



Blick auf die Hegaulandschaft von Südosten. Links der südliche
Molasserand (Schienerberg), rechts die Hegausenke, dahinter
Randen und Alb.

(Flugbild des Luftschiffbau Zeppelin, Friedrichshafen a. B.)



Hauptversickerungsstelle der Donau im „Brühl“ zwischen
Immendingen und Möhringen.
(Nach einer freundl. zur Verfügung gestellten Aufnahme.)

Sigmaringen die Donaulinie. Die ohne Zweifel nicht unerheblichen Bildungen dieses vorletzten Glazialvorstoßes sind größtenteils von den Ablagerungen der letzten Vereisung überfahren und verdeckt. Nur außerhalb und oberhalb von dessen Bereich, in den Altmoränen der südlichen Hegaulb und des vordern Teils des Juranagelfluhgehanges, in den obern Moränen der den „Würm“-gletscher in ca. 700—600 m Niveau als „Inselberge“ überragenden Molasse- und Vulkanhöhen, sowie in stellenweise angeschnittenen Hochterrassenschottern — bei denen eine interessante Zweigliederung nachgewiesen wird — treten „Riß“-Bildungen hervor. Auch eine Reihe der höher gelegenen Schmelzwasserrinnen und Überläufe scheint ausschließlich dieser Periode zuzugehören, während andere in der nachfolgenden Glazialperiode weiter eingetieft wurden. Der Hauptanteil an der glazialen Formgestaltung der Hegaulandschaft entfällt unzweifelhaft auf den letzten großen Vorstoß des diluvialen Rheingletschers, die „Würmvergletscherung“, die auf der Linie Stockach—Engen—Schaffhausen ihren Maximalstand erreichte und die in schön entwickelten Systemen von Jungmoränen, Niederterrassenschottern und Trockenrinnen ein überaus interessantes Abbild ihrer Rückzugsstillstände zurückgelassen hat. Die einläßliche Schilderung der bezüglichen Verhältnisse in einem frühern Abschnitt enthebt hier von speziellen Erörterungen. Vorwiegend in die Diluvialzeit entfällt die tiefgreifende Formveränderung, die den Vulkanbauten des Hegaus ihre heutige Gestalt verliehen hat. Unter dem Einfluß der verstärkten Kräfte der Verwitterung fielen insbesondere die wenig widerstandsfähigen Tuffkonglomerate in hohem Maße dem Abtrag anheim, sodaß schließlich die in den Schloten erstarrten Magmapfropfen immer stärker von ihrer Tuffhülle entblößt und, indem sie als Härtlinge die spärlichen Reste der angelagerten Tuffe vor weiterem Abtrag schützten, selbst in hohem Grade dem Angriff der zerstörenden Kräfte ausgesetzt wurden.

Während die fließenden Gewässer am Fuße der an Stelle der Aufschüttungskegel allmählich sich herausbildenden Abrasionskegel ihre Erosionsbasis fortwährend vertieften und das abgerutschte Verwitterungsmaterial in die Ferne verfrachteten, schälten die auf der Molasse abgleitenden Blockhäufungen fortdauernd die weichen Verwitterungsschichten in die Tiefe und entwickelten so die charakteristische Gestalt der Basaltberge, wie sie uns beispielsweise am Hohenstoffeln und Hohenhöwen eindrucksvoll entgegentritt. Ungleich stärker mußte der Abtrag bei den angesichts ihrer Tiefenlage unmittelbar der Einwirkung der vorbeiziehenden Gletscher ausgesetzten Phonolithberge besonders an der durch das Absinken des Vorlandes ohnehin tektonisch verstürzten Ostflanke sein, während sich die im Stoßschatten des Gletschers geschützt anlagernden Tuffpartien der Westseite besser erhalten konnten. Daraus erklärt sich unschwer der schroffe Steilabfall des Hohentwiels, des Hohenkrähen gegen Osten, mit der westlich sich sanft anschließenden Tuffschalter, die besonders beim kleinen Gönnersbohl in typischer Form ausgeprägt ist. Um so befremdlicher wirkt die gegenteilige Anordnung am Staufen, wo die Tuffschulter Ostlage hat. Es scheint, daß auch in diesem Gebiet das Eis die stärkere Erosionskraft dem strömenden Wasser überlassen und sich auf eine allerdings die Verwitterung des Gesteins stark fördernde, im übrigen aber weniger direkt angreifende, als mehr nur auf seinen Rücken gefallenen Verwitterungsschutt fortschaffende Wirkung beschränkt hat, welche letztere allerdings angesichts der im westlichen und nordwestlichen Streuungsgebiet des Phonolithtrümmermaterials abgesetzten Erratikums eine immense gewesen sein muß.

Gegen Ende des Diluviums und in der Postglazialzeit erfuhr der Hegau schließlich in seinem Südostgebiet noch die bedeutsame Einwirkung der jungen Bodenseetektomatik, die den Störungseinfluß der Randenerwerfung gegen Südosten vortrug und als deren Haupt-

ergebnis auf Grund der verlässlichen Untersuchungen Schmidles der Einbruch des Bodenseebeckens anzusehen ist. Sie hat dem Hegau noch in der Glazialzeit zwei heute aufgefüllte Seearme eingesenkt, verschiedene wichtige Flußverlegungen und Flußdurchbrüche im östlichen Molasserandgebiet bewirkt und mit dem Einbruch des Steiner Seearms den Rheinlauf endgültig auf seine derzeitige Richtung festgelegt. Es bleibe nicht unerwähnt, daß in der Diluvialzeit, in der die Richtungsänderung, bzw. das südliche Abgleiten des Rheinlaufs in seinen heutigen Kurs eines der hervorragenden Phänomene darstellen, auch das Donau-Aitrach-Talsystem durch die starken Gletscherwässer des Schwarzwaldes seine grundlegende Ausgestaltung erfuhr.

So entstand die Konfiguration der Landschaft, in die das Alluvium, die geologische Gegenwart, mit weiteren Krustenbewegungen, weiterer Denudation und Alluvion, mit Flußeintiefungen, mit der Ausbildung von Mooregebieten nur geringfügige orographische Modifikationen eingebracht hat. Bedeutsamere Veränderungen liegen in der Wutachablenkung, in der Donau-Aachverbindung, im Abbau der Basaltgipfel vor; doch vermögen sie dem Grundcharakter der Landschaft keine neue Note aufzuprägen.

Der Hegau als Lebensraum.

Die Struktur der Landschaft.

Gemäß der Eigenart seines Werdeganges stellt sich die natürliche Einheit der Hegaulandschaft als eine morphologische Vielgestalt dar, als ein Kompositum verschiedenartiger Strukturelemente, von denen jedem innerhalb seines Bereiches selbständige Kraft und Eigenart zukommt. Dabei fällt unmittelbar der fundamental gegensätzliche Charakter im Energieinhalt dieser Strukturelemente auf.

Im Zentrum der Landschaft dehnt sich, mit einem Anklang wenigstens an Weiträumigkeit, breit angelehnt an das in ruhigen Geländewellen sanft ansteigende

Juranagelfluhgehänge und umgürtet von schützenden Höhen, die ostwärts ausgeweitete Einbruchswanne der Hegausenke friedlich und offen südöstlich flach gegen den See hin aus, freundlich belebt durch Moränenzüge und die weich konturierten Molasse- und Tuffhügel, die an ihren moränenbedeckten Basaltgürteln fruchtbares Gelände und ausreichende Versorgung mit Quellwasser zur Verfügung halten; die schroff aufsteigenden Vulkangipfel des zentralen Molasse-Tuff-Sockels selbst nicht mehr dräuend, sondern als verlässliche, treue Wächter starken Schutz und sichere Zuflucht verheißend — ein zur Siedlung einladendes Gebiet, das, auch in unruhigen Zeiten gesicherte Dauerexistenz gewährleistet, durch starke, erhaltende Kräfte überwiegend statisch betont erscheint. Um diese Senke legt sich, in der Grundwirkung kräftig isolierend und schützend, der Kranz der Molasse- und Jura Höhen von geringerer Bodengüte, durch tief eingeschnittene Paßlücken jedoch zugleich einstrahlenden und durchziehenden Bewegungen wohltätiger wie gefährdender Art freie Pforten öffnend und den transversalen Durchzug in bevorzugten Richtungen begünstigend. Als ausgeprägte Bewegungsachsen das Zwischenstromland peripher berührend und es in ihrer größten Näherung „tailienartig“ einschnürend, ziehen sich schließlich die Stromtäler des Rheins und der Donau in opponiert westöstlichem Verlauf tangential am Hegau vorüber, indem sie in den Talstrecken, mit denen sie am Landschaftsgebiet partizipieren, durch Grenzmarkierung allerdings auch eine isolierende, statische Wirkung von abgestufter Stärke begründen. Zu diesen internen Energien, die den Strukturelementen innewohnen, treten unterstützend bzw. modifizierend Einflüsse des nähern und fernen Umlandes. So wirken die Rauhe Alb, Randen und Schwarzwald im Sinne verstärkter Isolierung, während die gegen Südwesten, Süden, Südosten und Nordosten offenen Anschlüsse an das schweizerisch-schwäbische Molasseland selbst, vom Oberrhein, von der burgundischen und der Genfer Pforte, an-



Blick auf die Hegauer Vulkanlandschaft von Süden. Im Vordergrund der Hohentwiel, rechts im Hintergrund der Hohenkrähen, in der Mitte der Mägdeberg, links der Hohenhöwen.
(Flugbild des Luftverkehrs Strähle, Schorndorf.)



Hohenkrähen, von Süden. Hinten links der Mägdeberg, mitte Hohenhöwen, rechts Hegaualb.
(Flugbild des Luftverkehrs Strähle, Schorndorf.)

derseits von der untern Donau her wirkende Einstrahlungseinflüsse aufnehmen können. Zwischen hindernder und verbindender Einflußnahme wechselt die dynamische Energie der großen Wasserfläche des Bodensees. So ergeben sich für den Hegau außer den beiden tangentialen Stromachsen drei bevorzugte transversale Bewegungsachsen, die mit zeitlich wechselnder Kraft der Belegung die Bewegung in und durch den Hegau beherrschten. Ursprünglich kommt der durch alte Gletscher-rheinläufe in ihren randlichen Einfallspforten vorgezeichneten, transversalen Südwest-Nordostachse, die das östliche Molasse- und Donaugebiet durch den wichtigen Paß von Stockach am Nordwestende des Sees, dann durch das auf einer alten Verwerfungslinie liegende, von diluvialen Kräften ausgestaltete Erosionstalsystem Thayngen—Schaffhausen in das zwischen Schwarzwald, Jura und Alpen weitgedehnte, helvetische Zugangsgebiet überleitet, primordiale Bedeutung zu. Interessant ist im Zusammenhang mit von Prof. Flückiger entwickelten Ergebnissen die auf dieser Linie nachmals erfolgte alte Grenzfixierung an besonders geeigneten Sperrstellen (Urwerf, Goldbach). Als breite, immerhin stellenweise auf Punkte konzentrierte Durchgangszone charakterisiert sich die als herzynische Längsachse der Hegaumulde ausgezeichnete Nordwest-transversale, die vom Bodenseegebiet in sanftem Anstieg und schwacher Senkung in die Baar mit ihren Verbindungen nach dem Oberrhein- und Neckar-Maingebiet hinüberführt. Kürze und lineare Konzentration verleihen schließlich der vom untern Seende durch den Biberdurchbruch und über den östlich des Höwenegg verlaufenden Transfluenzpaß nach dem Donautal zielenden Nord-süd-achse ihre überragende Wichtigkeit. Die Weite der Hegaumulde mit ihrer eigenartigen, die zentrale Vulkanhügelpartie ringförmig umzirkenden und überkreuzenden Durchtalung begünstigt als „Drehscheibe“ außerdem jeden denkbaren Übergang von einer Bewegungsrichtung in die andere.

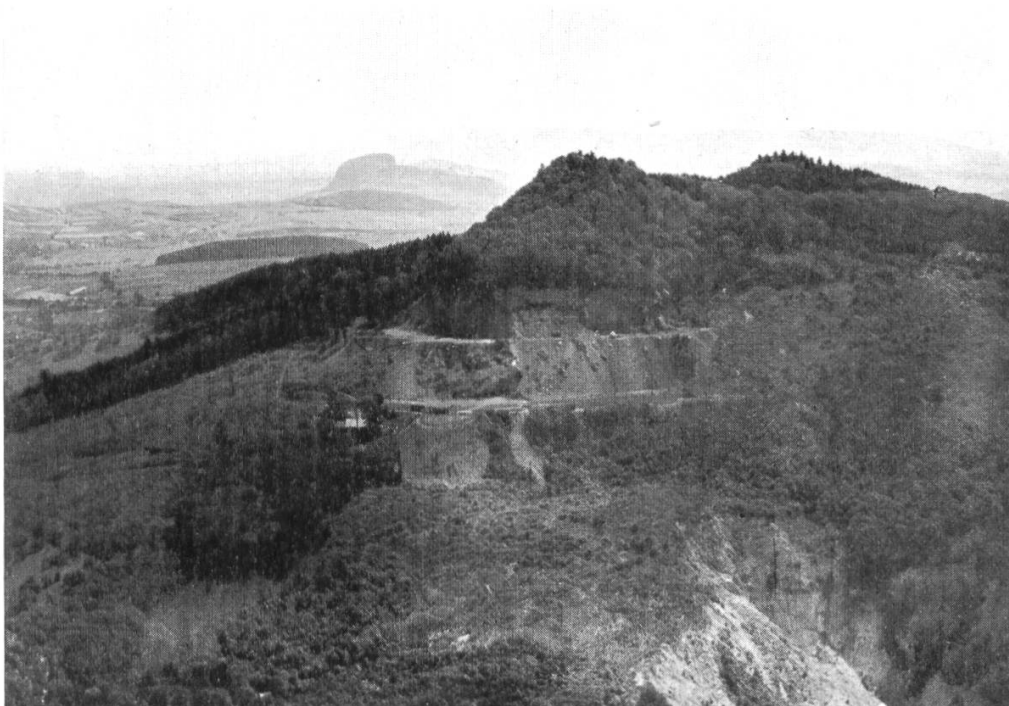
Wandel des Naturbildes.

In die dergestalt merkwürdig struierte und orientierte Landschaft drang noch während, besonders aber nach der Eiszeit, das auf weite Erstreckung glazial geschaffene Neuland erstmalig besiedelnd, das organische Leben ein, das sich auf dem eisfreien Nordwesthöhen, sowie auf den das Eis überragenden Nunatakern des südlichen Hegaugebiets kümmerlich erhalten hatte. Nach den Ergebnissen der bisher durchgeführten, mikrostratigraphischen und pollenanalytischen Untersuchungen scheint sich auch für Süddeutschland die Blytt-Sernandersche Folge der Klimaänderungen in der postglazialen Entwicklung der Flora, speziell auch in der Waldentwicklung, voll zu bestätigen. Demnach wäre im Übergang von der Eiszeit zur borealen Klimaperiode die Birke, Kiefer, Weide und der Haselstrauch, dann Ulme, Linde, Eiche, Fichte, Buche, Erle, schließlich die Weißtanne eingewandert. Dem lichten Kiefernwald folgte in der Übergangszeit zur wärmern, atlantischen Periode ein starkes Vordringen des Eichenmischwaldes mit Ulme und (vorherrschender) Linde. Noch in der atlantischen Zeit bildete sich in den tiefern Lagen bereits der Buchen-Erlenwald, in den höhern Lagen der Tannenwald aus. In die nachfolgende subboreale Periode, der viel umstrittenen, postglazialen „Steppenzeit“ mit ihrem zweiten Kiefernmaximum und den Austrocknungshorizonten, verlegen die an ihr festhaltenden Geobotaniker das Einstrahlen der meisten jener wärmeliebenden Pflanzen, die als „Xerothermrelikte“ die Gariden der Vulkanhöhen, Molassehügel und Albsüdhänge, sowie die Riedwasser und Moore bevölkern und zusammen mit den „Glazialrelikten“ die pflanzengeographische Eigenart der Hegaulandschaft wesentlich bestimmen. In der feucht-kühlen, subatlantischen Zeit, die gegen die Neuzeit ausklingt, dürfte die natürliche Waldbedeckung des Landschaftsgebietes, die man sich nicht als geschlossen wird vorstellen müssen, ihre schließliche Gestaltung erreicht haben. Die große Mannigfaltigkeit der nach ihrer Herkunft

klassifizierten Pflanzentypen, die in und durch den Hegau gewandert sind und von denen neben dem mitteleuropäischen nur das alpine, nordische, atlantische, mediterrane und pontische Florenelement beispielsweise genannt sein mögen, verrät, auch wenn man die vielen Verbreitungsmöglichkeiten, wie Windtransport, unterirdische Wanderung im Donau—Aachlauf, Verschleppung durch die Vögel u. s. w. in Betracht zieht, die Wirksamkeit der Zugstraßen des Hegaus. Eine ähnliche Vielseitigkeit hinsichtlich der Zeit und des Weges der Ein- bzw. Durchwanderung ist nach Gams für die Tierwelt anzunehmen. Zwar sind die Großformen der Diluvial- und frühen Postglazialzeit, Mammut, Elefant, Nashörner, Höhlenbär, Renntier, deren einstige Existenz im Hegau die Höhlenfunde im Fulachtal (Keßlerloch, Bsetzi, Vordereichen) und im Brudertal erwiesen haben, vor der gewaltigen Urwaldbedeckung der atlantischen Periode gewichen und seither mehrheitlich längst ausgestorben. Auch die artenreiche Nagetierfauna, wie sie von der „Bsetzi“ durch die neuen Untersuchungen E. v. Mandachs z. T. noch nach dem Paläolithikum nachgewiesen worden ist, hat den Klimawechseln nicht standgehalten. Selbst Ur und Wisent, Bär und Wolf, die den veränderten Bedingungen lange trotzten, haben das Gebiet den wenigen Wildtieren überlassen, die weder nach Spezies noch nach Zahl Eigenart beanspruchen. Andererseits weist die große Zahl vielfach sehr seltener Wasservögel, die nach den Aufzeichnungen der Vogelwarte Mettnau bei Radolfzell auf dem Durchzug, teilweise zum Brutgeschäft, am Seeufer sich einfindet, ferner der Verbleib anderswo seltener gewordener Vertreter der Ornis (es seien hier nur beispielsweise Wanderfalke, Fischreiher, Storch, Eisvogel, verschiedene Eulenarten genannt), daß sich der Hegau auch in seiner Fauna Eigenart gewahrt hat. Vollends die Kleintierwelt, vorab die Schnecken- und Insektenfauna, zeigt mit ihrem Reichtum an spezifischen Arten ähnliche Verhältnisse, wie sie bei den Florenrelikten vorliegen.

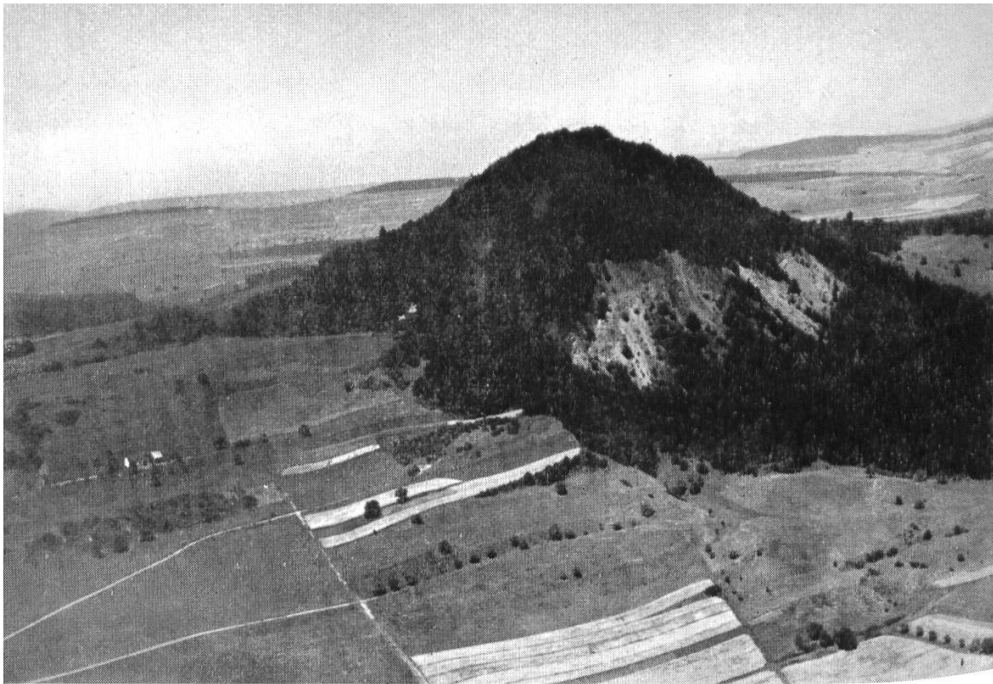
Der Mensch in der Landschaft.

Früh erschien auf den Spuren des nordischen Wildes, das dem seewärts auf seine Konstanzer Rückzugsphase zurückweichenden Würmglletscher folgte, der Mensch im Hegaugebiet. Der altsteinzeitliche Jäger der Magdalénienstufe fand im Verwitterungsschutt der Malmhochflächen die Feuersteinkerne, aus denen er kunstvoll seine Waffen und Werkzeuge schlug. Seine Wohnhöhle im Massenkalk der Trockenrinne, die ihm einen unmittelbaren Überblick über den durch die Rinne sich vollziehenden Wildwechsel gestattete, hat ihn über eine längere Zeitdauer beherbergt. Schließlich wich er mit dem Wild vor dem mächtig andrängenden Urwald. Auch der Tausende von Jahren später in der subborealen Periode erscheinende, neolithische Ackerbauer, der auf Pfahlbauten im See, auf Packwerkbauten im „Weiher“ bei Thayngen und wohl auch schon auf gesicherten Punkten der waldarmen Juranagelfluhhochfläche sesshaft wurde, scheint, wie aus der Dauersiedlung hervorgeht, seinen weiterreichenden Bedarf während langer Zeit gefunden zu haben. Er entwickelte mit der Beförderung der Feuersteinknollen nach dem See den ersten Warentransport durch den Hegau und verfügte bereits über eine bemerkenswerte Materialkenntnis, wie die auf Höwenegg gemachten Funde von Nephrit-, Jadeit-, Chloromelanit- und Zoisitbeilen bezeugen. Mochten auch einzelne dieser schon damals seltenen und kostbaren Gesteine, beispielsweise der Nephrit, im Erratikum des Rheingletschers angetroffen werden, wie dies Funde anstehenden Nephrits im Gebiet des östlichen Rhätikon wahrscheinlich machen, so gelangten sie doch voraussichtlich nur auf dem Handelswege nach dem Höwenegg. In jene Zeit entfällt mit dem Beginn der Bodenkultur der erste Ansatz zur Bildung der weitgedehnten „Kultursteppe“, die heute den Wald auf seine unbestrittenen Bezirke zurückdrängt. Ältere und neuere Funde aus der Bronzezeit, dann vor allem aus der Hallstadt- und La Tènezeit deuten bereits auf eine ausgedehnte Siedelung am See, im Innern und am Rande der Hegausenke, aber auch



Hohenstoffeln, von Norden, mit dem Basaltbruch in einem frühen Stadium des Abbaus. Im Vordergrund oben Süßwassermolasse, hinten Hohentwiel und Schienerberg.

(Flugbild des Luftverkehrs Strähle, Schorndorf.)



Hohenhöwen, von Südosten gesehen, mit der durch Verstürzung aufgerissenen Ostflanke. Hinten das Juranagelfluhgehänge mit dem Neuhöwen (rechts); dahinter links die „Länge“.
(Flugbild des Luftverkehrs Strähle, Schorndorf.)

schon im Donautal und kennzeichnen den Hegau als uraltes Kulturgebiet, dessen statische Kräfte, Fruchtbarkeit und Sicherheit, somit ausreichten, längere Perioden ruhiger, stetiger Entwicklung zu gewährleisten. Aber eben diese Vorzüge mußten die Landschaft in jenen Zeiten beginnender Völkerunruhe und Wanderlust angesichts ihrer Zugänglichkeit und ihrer Lage an wichtigen Völkerstraßen früh zum Objekt des Besitzkampfes und der immanenten Gefährdung, zum bevorzugten Durchgangsgebiet machen. Die keltischen Helvetier, die durch die Gräberfunde von Welschingen und Singen als die Kolonisten des Hegaus zur La Tènezeit erwiesen sind, scheinen das Gebiet schon in vorrömischer Zeit unter den Anstürmen der germanischen Sueven preisgegeben zu haben. Den weiträumigen Interessen der Römer diene, solange die Grenze am Rhein lag, die verödete, an den unwegsamen Urwald der Silva Marciana anschließende Landschaft als Grenzzone gegen die Germanen; später, als sie nach erbitterten Kämpfen am See (15 v. Chr.) die Limes an die Donau und an den Main vortrugen, wurde das Areal in das System ihrer rückwärtigen Verbindungen einbezogen, mit Straßen und Höhenwegen ausgestattet, auch, anscheinend spärlich, kolonisiert. Durch das Donautal zog sich die wichtige Verbindung Augsburg—Hüfingen; auch scheinen Verbindungen von Juliomagus (Schleitheim) und über die Römerbrücke bei Stein durch den Hegau nach Augusta Vindelicorum geführt zu haben. In den Stürmen der Völkerwanderung wurde der Hegau ältestes Siedlungsgebiet der Alemannen auf neuem Wohnsitz, wie die vielen Ortsnamen, die auf -ingen endigen, erweisen, zugleich wichtiges Durchgangsland für die in die Nordschweiz nachdrängenden Volksteile. Der Zug Attilas nach Gallien, der dem Donaulauf folgend zum Rhein ging, scheint auch den Hegau stark in Mitleidenschaft gezogen zu haben. Chlodwigs Sieg im Oberelsaß brachte Alemannien und damit dem Hegau die Frankenherrschaft, mit ihr die Einstrahlung des Christentums. Die Beachtung, welche die Pipiniden dem

Hegau widmeten und die in der karolingischen Gaeinteilung zum Ausdruck kommt, deutet darauf hin, daß die Landschaft schon damals kraftvoll und bedeutsam als einheitlicher, geschlossener Siedlungsraum in Erscheinung trat. Dank der wichtigen Sperrstellung, die dem Mons Duellium, dem Hohentwiel, seine Lage auf der nordsüdlichen wie auf der südwestlich-nordöstlichen Durchzugsachse des Hegaus verlieh, sehen wir gegen das Ende des 10. Jahrhunderts die Herzogsburg auf dem Hohentwiel als glänzenden Mittelpunkt des Herzogtums Alemannien und mit ihm den Hegau auf dem Höhepunkt seiner politischen Kraftentfaltung. Mit dem Tode des Herzogs Burkhard II., der 973 kinderlos starb, und seiner Witwe, der in Scheffels „Ekkehard“ verherrlichten Herzogin Hadwig 994, kam das Herzogtum Schwaben an andere Geschlechter, zuletzt an die Hohenstaufen. Noch einmal sah der Hegau glanzvolle Tage, als die staufische Kaiserpfalz Bodman die Blüte des Adels, den Minnesang, an das Nordwestende des Sees zog. Die eigenartige Konzentration des Adels im Hegau — es werden 91 Rittersitze gezählt, von denen 49 noch jetzt bewohnt sind —, die wohl in jener Zeit stärksten Zuwachs erfuhr, kennzeichnet die strategische Bedeutung des Hegaus im Mittelalter aufs deutlichste. Die Machtentfaltung der Zähringer, nach ihnen der Aufstieg der Habsburger, die in der Folge das Herzogtum Schwaben ihrer Hausmacht einverleibten, jedoch den Schwerpunkt ihrer Macht nach Österreich verlegten, die Gründung der schweizerischen Eidgenossenschaft und ihre Ausdehnung an und über den Rhein, das Vordringen des Herzogtums Württemberg gegen Süden, dies waren u. a. alles Vorgänge, die den politischen Kräftepol dauernd vom Hegau abrückten und diesen selbst schließlich zum Grenzland und zum schmalen, exponierten Korridor der österreichischen Macht zwischen dem Hauptland und dem vorgeschobenen Besitz am Rhein werden ließen.

Diese Verlagerung der politischen Zentren mußte um so ungünstiger auf den Hegau zurückwirken, als durch sie

das Durchgangsgebiet in den Kriegen der Habsburger gegen die Eidgenossen (Schwabenkrieg 1499), im dreißigjährigen Krieg, dann besonders auch in den spätern Kriegen gegen Frankreich (spanischer Erbfolgekrieg, Koalitionskriege) meist zwischen die strategischen Kräftepole und in die Mitte des Kraftfeldes der militärischen Aktionen gerückt wurde, wobei die offenen Zugänge und Durchzugsachsen, vor allem aber die durch die burgengekrönten Vulkanhöhen repräsentierten festen Stellungen, die Marschroute der Heere gewissermaßen zwingend an sich rissen. Dadurch wurde das Landschaftsgebiet sehr oft in die Rolle des passiven Dulders schwerster Kriegsschicksale versetzt, als ein „Opfer seiner Geographie“ einer jener „Prügelungen der Weltgeschichte“, die, selbst nicht oder nur mittelbar beteiligt, mit unerhörten Leiden immer wieder die Schuld anderer büßen müssen. Mochte im dreißigjährigen Krieg der Hohentwiel unter Konrad Widerhold seine statische Kraft glänzend bewähren, er erhöhte dadurch, daß er 5 Belagerungen auf sich zog, die Leiden der Hegaubevölkerung ins Ungemessene. Wohl glückten dem Hegauervolk einige aktive Unternehmungen gegen räuberische Vertreter des Adels. Nach dem Mißlingen der großen Gesamtunternehmung zur Milderung des adeligen Regimes, den die Bauernerhebung des „Bundschuhs“ darstellt, blieb es auch weiterhin dauernd passiver Dulder des starken Drucks der Lehensherrschaft, deren letzte Reste erst 1848 unter dem Eindruck der Februarrevolution völlig verschwanden. Weist in der Gegenwart das malerisch verfallene Ruinengemäuer der Höhenburgen beruhigend auf den endgültig vollendeten Ablauf keck gesteigerter Daseinskurven der Feudalzeit und auf die bereits weit zurückliegende Vergangenheit der einst ständig in der Luft liegenden Katastrophendrohung, so zeigen anderseits dem aufmerksamen Beschauer viele von den Haufendörfern der Talgründe in ihrer ängstlich geschlossenen Ballung (in Riedheim steht außerdem noch ein alter, wohlerhaltener Wehrturm) noch jetzt die charakteri-

stische, ihnen durch die immanente Kriegsgefahr vergangener Perioden aufgedrängte „Qui vive“-Stellung, die den Anschein erweckt, als traue der schicksalgeprüfte, über vorsichtig gewordene Bewohner noch heute dem Frieden nicht so ganz über den Weg. Auch im Wesen des Hegauers, dem Stoll mit Recht Gemeingeist, Fleiß und Häuslichkeit nachrühmt, erscheint mancher Zug als Mitgift der schweren Vergangenheit, die vor allem dazu angetan war, die statischen Kräfte der Vorsicht, der Anpassung an die Verhältnisse, des Beharrens, der zähen Selbstbehauptung zu entwickeln, Kräfte eines gesunden, starken Volkschlags, der in stiller, ausdauernder Arbeit schwierige Zeiten siegreich überwindet, Kräfte auch der Fröhlichkeit, die über trübe Tage hinweghalfen und die sich in der Festfreude des Hegauers, seiner Aufgelegtheit zu Gesang und Scherz ausdrücken und in seinen Volksreimen und Redensarten, insbesondere auch in der Sagengestalt des „Poppele vom Hohenkrähen“, des Hegauer Rübezahl, ihren charakteristischen Niederschlag gefunden haben. Schicksalbedingt ist wohl auch, daß die Kräfte der eigenen Initiative, des selbständig fortschrittlichen Strebens bis vor kurzem wenig hervorgetreten sind. So ist es verständlich, daß der Hegau bis vor nicht allzuferner Zeit ein beinahe rein bäuerliches Gebiet geblieben ist und auch heute die Landwirtschaft — neben adeligem Großgrund- und Waldbesitz vorwiegend ackerbautreibendes Kleinbauerntum — bei weitem vorwiegt. Bemerkenswert ist die bis vor kurzem ausgeprägte zentrifugale Wirtschaftsstruktur der Hegaulandschaft, die beim Fehlen eines überragenden Wirtschaftszentrums regional nach den außerhalb der Peripherie liegenden Märkten von Konstanz, Schaffhausen, Donau-eschingen und Tuttlingen tendierte, eine Eigenart, die in starkem Maße auch auf den benachbarten Thurgau zutrifft. Besonders der Schaffhauser Markt wurde früher vom Hegau aus stark fruktifiziert. Der Weltkrieg und das rapide Aufblühen des Industriezentrums Singen haben diese Verhältnisse geändert. Dabei ist zu beachten, daß die junge

Hegauer Industrie fast durchwegs nicht aus einheimischer, sondern auswärtiger, holländischer (Baumwollfabriken ten Brink, Volkertshausen und Arlen, heute stillgelegt) und schweizerischer (Maggi-Werke Singen) insbesondere Schaffhauser Initiative (Eisen- und Stahlwerke vorm. G. Fischer, Aluminiumwalzwerke Neher, Singen) hervorgegangen ist, im Hegau jedoch eine tüchtige, verlässliche Arbeitskraft findet; die, vielfach in eigenartiger Pendelwanderung täglich bedeutende Distanzen zwischen Arbeitsstätte und Wohnort zurücklegend, den Vorteil guten Verdiensts mit dem des Verbleibs in der Familie und der Bewirtschaftung eigenen Bodens verbinden kann. Singen, 1810 ein Dorf mit ca. 800 Einwohnern, 1899 mit 3900 Einwohnern zur Stadt erhoben, verdankt seinen Zuwachs um 384% in den letzten 30 Jahren der Industrie, die ihrerseits wieder durch die günstige Grenz- und Verkehrslage (Eisenbahnknotenpunkt) bedingt ist.

Daß Durchgangsländer in ihren offenen Pforten und Passagen nicht allein Wege der Gefahr und des Nachteils zu erblicken haben, hat auch der Hegau erfahren. Die Zugstraßen des Hegaus haben sich in friedlichen Zeiten wohl-tätig belebt und früh hat auch der Handel seine Wege entdeckt. Zwar scheint gerade im Hegau die starke Konzentration des Adels, der sich zum Ritterbund des St. Georgenschildes vereinigte, sogar in ruhigen Epochen nachteilig ausgewirkt und vor allem auch die zu erwartende Bildung einer größern Stadt verhindert zu haben. Die traditionelle Gegnerschaft zwischen dem Adel und den Städten hat im Hegau zu vielen internen Fehden geführt; zeitweise waren die Burgen des Hegau als gefährliche Raubnester gefürchtet. Wir lesen in Stumpfs Schweizerchronik: „Etlich Ehrenleut von Straßburg wurden 1455 durch den Hegowischen Adel auf der Eidgnossen Erdreich beraubt, gefangen und auf den Hohenkrähen geführt.“ Wernher von Schienen, ein gefürchteter Raubritter, ließ auf dem Untersee durch eigens hiefür gebaute Raubschiffe Ulmer Kaufleute überfallen und ausplündern. Doch war diese Gefährdung der Handelswege

wohl nur temporär. Immerhin ist nicht zu erwarten, daß von seiten der Ritter viel für den Unterhalt der Straßen, die die sumpfigen Niederungen mieden und erhöhtes Terrain bevorzugten, geschah. Dennoch hören wir, abgesehen von dem frühe regen Verkehr auf der Rhein- und Donaulinie, auch von einer zunehmenden Belebung der übrigen, transversalen Hegauachsen, die teilweise zu einer besondern Namengebung führte. So verband die sog. „Schweizer-Cannstadterstraße“, die 1709 reguläre Poststraße wurde, Schaffhausen mit Tuttlingen und Stuttgart. Der gewaltige Verkehr Ulms nach der Schweiz führte über Stockach, Schaffhausen, Eglisau nach dem Westen; diese „Post-, Wein- und Salzstraße“, wie sie von 1710 an hieß, erreichte Schaffhausen von Stockach aus auf verschiedenen Zweigrichtungen. Auch die Verbindung Konstanz—Donaueschingen war auf verschiedenen Varianten stark belebt. Diese und andere Straßenzüge haben heute durch das Automobil neue Bedeutung erlangt. Nicht nur reiche Kaufmannsgüter, sondern auch bedeutende Menschen, geistige Strömungen, kulturelle Anregungen haben auf diesen Achsen ihren Weg in und durch den Hegau gefunden. Die Nähe der alten Kulturzentren Reichenau und Konstanz gibt hiefür einen deutlichen Fingerzeig. Dampfschiff und Eisenbahn haben auch dem Hegau die ungeheure Verkehrsintensivierung des 19. Jahrhunderts gebracht. Die Instradierungen, die, z. T. zweigeleisig, den strukturellen Hauptachsen der Landschaft folgen — nur die Linie Singen—Beuren (Büßlingen) ist bisher ein zufolge der Finanzierungsschwierigkeiten unvollendeter Torso der Nordwestverbindung geblieben —, haben dem Hegau im Geleiseknoten Singen das bisher fehlende Wirtschaftszentrum hervorgezaubert. Die aus Konkurrenzgründen dringliche Verbesserung der Nord-Südwestdurchfahrt durch Beseitigung der Spitzkehren von Immendingen und Singen (Hegaubahn) und Elektrifikation ist das Problem der Stunde, dessen Verwirklichung jedoch große Schwierigkeiten entgegenstehen. Heute ziehen die rapiden Ver-

kehrsmittel des 20. Jahrhunderts, Luftschiff und Flugzeug, wenn auch von der Terrainkonfiguration unabhängig, doch mit Vorliebe den natürlichen Strukturlinien der Landschaft folgend, über den Hegau hin auf ihre Weltflüge aus. Der Hegau aber zeigt dem, der ihn sehen will — und es halten ihn viele, Maler und Dichter sind darunter, des verweilen-den Blickes würdig — was aus einem „Opfer seiner Geographie“ werden kann, wenn ihm ein Jahrhundert friedlicher Entwicklung beschieden ist. Glück hat, wer ihn an einem Hochsommertag während und am Ende eines jener prachtvollen, nachmittäglichen Gewitter sehen kann, wie sie sich häufig und unvermutet rasch mit schwarzen Wolkenmassen über den dunkeln Basaltgipfeln des Hohenstoffeln und des Hohenhöwen zusammenballen, mit großer Wucht sich jählings entladen und ebenso rasch wieder verziehen. Da kann ihm ein einziger Blick schon in das mit starken Spannungen geladene Helldunkel des von der Spätnachmittagssonne überstrahlten Gewitterbildes zum „Blitz der Erkenntnis“ werden, der ihn mit einem Schlag tiefer in das innerste Wesen dieser geheimnisvollen Landschaft einführt, als es die weitschweifigsten Erörterungen je zu tun vermöchten.

Literaturverzeichnis.

- Becker, E., Der Wartenberg bei Geisingen. Stuttgart 1906.
- Berz, K. C., Die Grundwasserverhältnisse im Versinkungsgebiet der oberen Donau. Stuttgart 1928.
- Bowen, N. L., The Evolution of the Igneous Rocks. Princeton 1928.
- Buri, Th., Ueber Deckgebirgseinschlüsse in den Phonolithtuffen des Hegaus. Mitt. d. bad. geol. Landesanstalt. Freiburg i. B. 1911.
- Böhdel, E., Die obere Süßwassermolasse in d. Umgebung d. Untersees. Mitt. d. bad. geol. L.-A., Bd. VIII. Freiburg i. B. 1916.
- Bernath, J., Beitrag zur Kenntnis des Noseanphonoliths vom Hohentwiel im Höhgau. Diss. Bern 1877.
- Cushing u. Weinschenk, Zur genauen Kenntnis der Phonolithen des Hegaus. Tscherm. min. petr. Mitt. XIII. Wien 1892.
- Deecke, W., Geologie von Baden, I., II. Berlin 1916.
- Morphologie von Baden. Berlin 1918.
- Tektonik u. Vulkanismus in Südwestdeutschland. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., 1917.
- Der Zusammenhang von Flusslauf und Tektonik. Berlin 1926.
- Erath u. Jooss, Das Alter der vulkan. Tuffe im Kirchheim-Urachter Gebiet und im Hegau. Geol. paläont. Mitt., Stuttgart 1921.
- Erb, J., Die vulkanischen Auswurfmassen des Höhgaus. Viertelj.-Schr. d. Naturf. Ges. Zürich 1900.
- Föhr, Fr., Die Phonolithen des Hegaus. Würzburg 1883.
- Fraas, O., Begleitworte zur geognost. Karte von Württemberg, Blatt Hohentwiel. Stuttgart 1879.
- Gaiser, E., Basalte und Basalttuffe der Schwäbischen Alb. Stuttgart 1904.
- Grubenmann, U., Die Basalte des Hegaus. Diss. Zürich 1886.
- Grubenmann, U. u. P. Niggli, Die Gesteinmetarmorphose, Berlin 1924.
- Gutmann, S., Molasse und Tektonik des östl. Hegaus. Heidelb. 1911.
- Gutzwiller und Schalch, Geolog. Beschreibung der Kantone St. Gallen, Thurgau und Schaffhausen. Bern 1883.
- Heim, Alb., Geologie der Schweiz, I. Bd. Leipzig 1919.
- Geologie des Rheinfalls. Schaffhausen 1931.
- Hennig, E., Geologie von Württemberg. Berlin 1923.

- Holmes, A., Radioaktivität und thermische Geschichte der Erde. Die Naturwissenschaften. Berlin 1931.
- Kayser, E., Lehrbuch der allg. Geologie. Stuttgart 1918.
- Kelhofer, E., Gliederung des Deckgebirgs der Umgebung von Schaffhausen. Zürich 1913.
- Lacroix, A., Les enclaves des roches volcaniques. Mâcon 1893.
- Lederer, U., Ueber den Radium- und Thoriumgehalt der vulkan. Gesteine des Hegaus. Freiburg i. B. 1927.
- Leuze, A., Die Mineralien und Pseudomorphosen des Rosenegg. Stuttgart 1889.
- Niggli, P., Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. Preisschrift d. Fürstl. Jablonowsk. Gesellsch. Leipzig 1920.
- , Lehrbuch der Mineralogie. Berlin 1920.
- Niggli, P. und Hübscher J., Bericht über die Exkursion der Schweiz. Geol. Gesellsch. in den Hegau und den Randen v. 28.—31. Aug. 1921. Basel 1922.
- Niggli, P., Mineral- und Gesteinsprovinzen. Leipzig 1923.
- Penck u. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, Bd. II. Leipzig 1909.
- Reck, H., Die Hegauvulkane. Berlin 1923.
- Regelmann, K. u. C., Erläuterungen z. geol. Uebersichtskarte von Württemberg und Baden. Stuttgart 1919.
- Schaad, E., Die Juranagelfluh. Bern 1908.
- Schalch, F., Ueber ein neues Vorkommen von Meeres- und Brackwassermolasse bei Anselfingen unweit Engen, Freiburg 1899.
- , Erläuterungen zur geol. Spezialkarte des Großh. Baden, Blatt Blumberg 1908, Blatt Geisingen 1909, Blatt Wiechs-Schaffhausen 1916. Heidelberg.
- Schaukelberger, P., Geolog. und hydrolog. Verhältnisse zwischen der Donauversickerung und der Aachquelle. Freiburg i. B. 1929.
- Scheumann, K. H., Petrograph. Untersuchungen an Gesteinen des Polzengebietes in Nordböhmen, Leipzig 1913.
- , Zur Genese alkalisch-lamprophyrischer Gesteine. Stuttgart 1922.
- Schmidle W., Die Stratigraphie der Molasse und der Bau des Ueberlinger- und Unterseebeckens. 1918.
- , Die diluviale Geologie der Bodenseeegend. Braunschweig 1914.
- , Die Geologie von Singen u. seiner Vulkane. Singen 1919.
- , Die Geologie des Hochrheines von Konstanz bis Basel. Die Rheinquellen, 1926.
- Staub, R., Der Bewegungsmechanismus der Erde. Berlin 1928.
- Volk, G., Geol. Wanderbuch, Leipzig 1921.

- Wagner, G., Junge Krustenbewegungen im Landschaftsbilde Süddeutschlands. Öhringen 1929.
- Weber, J., Ueber die Geologie des Hegaus. Winterthur 1900.
- v. Wolff, F., Der Vulkanismus, I. Stuttgart 1914.
- Baumann, E., Die Vegetation des Untersees. Stuttgart 1911.
- Bartsch, J., Die Pflanzenwelt im Hegau und nordwestl. Bodenseegebiet. Ueberlingen 1925.
- Ege, E., Geschichte des Dorfes Zimmerholz. Konstanz 1928.
- Fehrle, E., Badische Volkskunde. Leipzig 1924.
- Flückiger, O., Pässe und Grenzen. Zürich 1928.
- Freuler, H., Rhein und Rheinfall. Schaffhausen 1888.
- Früh, J., Geographie der Schweiz. St. Gallen 1930.
- Gams, H., Aus der Geschichte der Flora und Fauna am Bodensee. Schriften d. Ver. f. Geschichte d. Bodensees. Lindau 1924.
- Gams u. Nordhagen, Postglaziale Klimaänderungen und Krustenbewegungen in Mitteleuropa. München 1923.
- Gradmann, R., Süddeutschland. Stuttgart 1931.
- Heer, O., Die Urwelt der Schweiz, 2. Aufl. Zürich 1879.
- Heimatkundlicher Führer und Exkursionskarte des Bezirks Reith. Thayngen 1921.
- Kaltenbach E., Beiträge zur Anthropogeographie des Bodenseegebietes. Basel 1922.
- Kelhofer, E., Flora des Kantons Schaffhausen. Zürich 1920.
- Kummer, G., Nachträge zur Flora des Kantons Schaffhausen. Schaffhausen 1923—1930.
- Lauterborn, R., Charakteristik der Pflanzenwelt am nordwestl. Bodensee. Freiburg i. B. 1911.
- v. Mandach, E., Die kl. Wirbeltiere d. prähist. Station „Bsetzi“. Freiburg i. B. 1927.
- Peters, E., Die altsteinzeitl. Kulturstätte Petersfels. Augsburg 1930.
- Weber, K., Stahringen-Homburg, Stahringen 1928.
- Freie Lehrerkonferenz Radolfzell-Singen. Aus unserer Heimat. Bühl 1910.
- Schwenkel, H. u. a., Der Hohentwiel. Eine naturw. Einzeluntersuchung. Stuttgart 1930.
- Albert, P., Geschichte der Stadt Radolfzell. 1896.
- Singen und der Hegau, herausgeb. von H. E. Busse. Karlsruhe 1930.
- Statistisches Jahrbuch für das Land Baden. Karlsruhe 1925.
- Deutschland. Die natürlichen Grundlagen seiner Kultur. Leipzig 1928.

Geolog.-tektonische Skizze des Hegauer Vulkangebietes

Maßstab 1:200'000

0 1 2 3 4 5 10 15 20 km

⊙	Phonolith
●	Basalt
⊙	Vulk. Tuff
⊙	Juranagelfluh
⊙	Übr. Molasse
⊙	Jura
⊙	Trias
⊙	Verwerfungen
⊙	Flexur
⊙	Riss-Eisgr.
⊙	Würm-Eisgr.
⊙	Versickerung
⊙	Dolinen
⊙	Quellröfpe
⊙	Ruschelzone
⊙	Tote Rinne
⊙	Donau-Rach
⊙	Einzugsgebiet der Rachquelle
⊙	Decken-Schotter

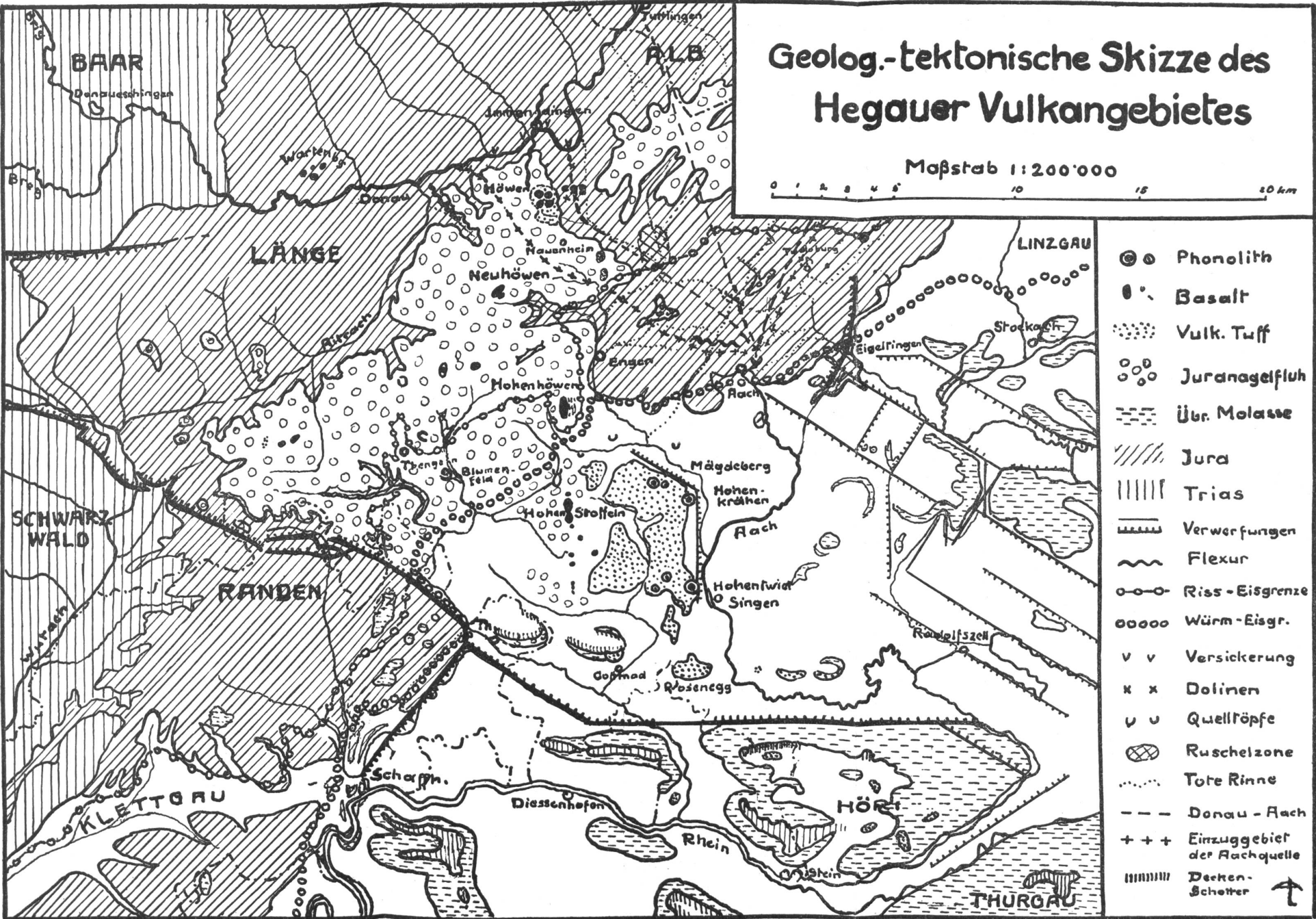
Geolog.-tektonische Skizze des Hegauer Vulkangebietes

Maßstab 1:200'000

0 1 2 3 4 5 10 15 20 km

Legend:

- Phonolith
- Basalt
- Vulk. Tuff
- Juranagelfluh
- Über. Molasse
- /// Jura
- |||| Trias
- Verwerfungen
- ~ Flexur
- Riss-Eisgrenze
- Würm-Eisgr.
- v v Versickerung
- x x Dolinen
- u u Quellröfpe
- ⊗ Ruschelzone
- Tote Rinne
- - - Donau - Rach
- + + + Einzugsgebiet der Rachquelle
- ||||| Decken-Schotter



- ### Geolog.-tektonische Skizze des Hegauer Vulkangebietes

Maßstab 1:200'000

0 1 2 3 4 5 10 15 20 km

⊙	Phonolith
●	Basalt
⊙	Vulk. Tuff
⊙	Juranagelfluh
⊙	Übr. Molasse
⊙	Jura
⊙	Trias
⊙	Verwerfungen
⊙	Flexur
⊙	Riss-Eisgrenze
⊙	Würm-Eisgr.
⊙	Versickerung
⊙	Dolinen
⊙	Quellröfpe
⊙	Ruschelzone
⊙	Tote Rinne
⊙	Donau-Rach
⊙	Einzugsgebiet der Rachquelle
⊙	Decken-Schotter