Tektonik

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **49 (1956)**

Heft 2

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

II. TEKTONIK

Drei Strukturtypen prägen das Bild unseres Untersuchungsgebietes: die Rheintalflexur, die Tafeljurabrüche und das Adlerhofgewölbe (Fig. 2). Die Rheintalflexur, als südliche Fortsetzung des östlichen Randbruches des Rheintalgrabens, lässt sich von Kandern am Schwarzwaldrand bis zur Blauenkette ununterbrochen verfolgen. Im weitern Verlauf gegen Süden wird der Randbruch des Rheintal-

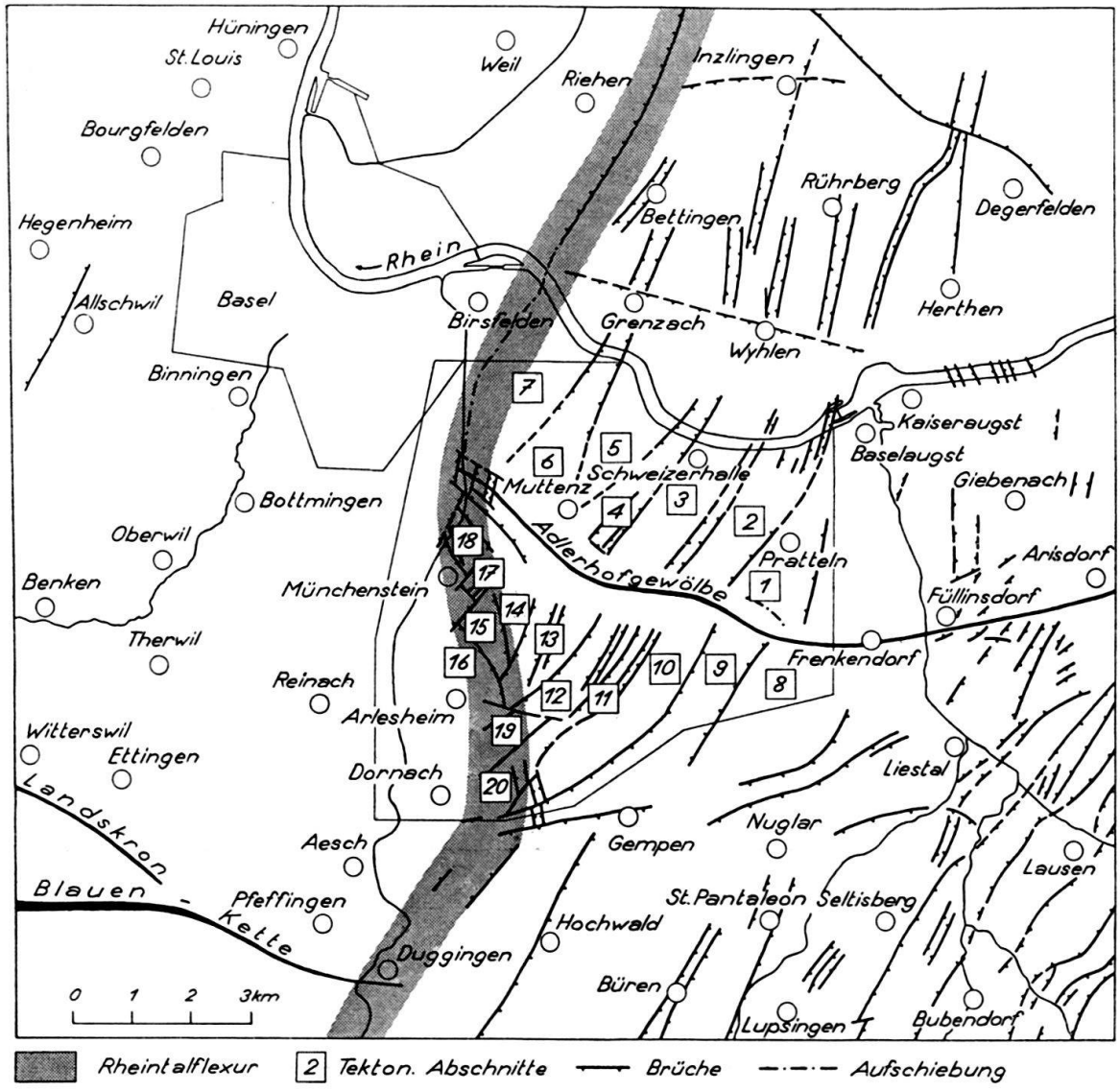


Fig. 2. Tektonische Kartenskizze des nordwestlichen Tafeljura, des südlichen Dinkelberges und des südöstlichen Rheintalgrabens. Maßstab 1 : 150000.

grabens durch die Falten des Kettenjura überdeckt. Die Rheintalflexur wird in unserem Gebiete von Norden bis gegen Münchenstein durch kräftige Brüche begleitet. Von da an biegt sie unvermittelt buchtartig nach Osten aus, wobei sie begleitende Brüche nicht mehr eine so grosse Rolle spielen (Tafel II). Die Brüche des Gebietsabschnittes, der zum Tafeljura gehört, weisen fast alle eine NNE/SSW-Richtung auf. Sie unterteilen die Sedimenttafeln in Bruchschollen, Gräben und

Horste, wie dies auch aus dem östlich anschliessenden Tafeljura bekannt ist. Im Laufe der Untersuchung hat sich gezeigt, dass die Brüche durch das WNW/ESE-ziehende Adlerhofgewölbe unterbrochen werden. Die nördlich und südlich dieser Struktur auftretenden Brüche passen nicht aufeinander. Ausserdem sind die Schichttafeln beidseits des Gewölbes verschieden geneigt (Tafel II). Über die Gestalt des Adlerhofgewölbes lässt sich auf Grund der Oberflächenuntersuchungen und dreier Sondierbohrungen mehr aussagen als bisher. So konnte die Achse der Falte ziemlich genau festgelegt werden (Fig. 2). Ausserdem ergab die Konstruktion von Profilen Disharmonien im Faltenbau, die besonders im Abschnitt vom Adlerhof bis zum Egglisgraben deutlich hervortreten (Tafel III).

A. TEKTONISCHE EINZELBESCHREIBUNG

Die tektonische Beschreibung folgt der natürlichen Unterteilung des untersuchten Gebietes in Tafeljura, Adlerhofgewölbe und Rheintalgraben. Sie stützt sich auf die drei beigefügten Tafeln (Geologische Karte und zwei Profilserien) und L.-K. Blatt Arlesheim (Nr. 1067). Auf Taf. II und Fig. 2 sind die ausgeschiedenen, tektonischen Einheiten mit viereckig eingerahmten Zahlen gekennzeichnet; im Text sind diese Zahlen fettgedruckt.

a) **Tafeljura**

1. *Gebiet nördlich des Adlerhofgewölbes*

In diesem Abschnitt nehmen die Schotter des Rheins den grössten Raum ein. Auskunft über den Bau des Untergrundes erhalten wir einesteils von den natürlichen Aufschlüssen zwischen Adler und Wartenberg sowie am Rheinufer bei Schweizerhalle und beim Auhafen, dann von vielen Sondierbohrungen, die zwischen Birsfelden und Augst abgeteuft worden sind (Tafel I).

Die Gesteinsschichten sind hier flach nach ESE geneigt, unterbrochen durch zahlreiche Verwerfungen. Im Westen, an der Rheintalflexur bei St. Jakob hingegen ist ein senkrechtes bis steiles Einfallen nach Westen zu verzeichnen.

Bruchscholle Zunftacher–Adler **1**

Wie die übrigen Bruchschollen und Gräben des Gebietes, das nördlich des Adlerhofgewölbes gelegen ist, weisen die Schichten ein ESE-Fallen auf.

Der Hügel von Zunftacher, südlich Pratteln, trägt über einem Keupersockel eine Decke aus Liasgesteinen. Unterer Lias, Gryphitenkalk, bildet seine Oberkante. An manchen Stellen kann in kleinen, verlassenen Steinbrüchen das Streichen und Fallen gemessen werden (Tafel I).

Am Adler lassen die Messungen im Hauptrogenstein erkennen (Tafel I), dass die Scholle gegen Osten etwas steiler einsticht (Taf. II, Prof. 3). Am höchsten Punkt des Berges (Madlechöpfli) ist bereits ein Einfluss des Adlerhofgewölbes festzustellen, da das Streichen auf N 30° W gedreht hat und das Einfallen steiler geworden ist.

Der Ostrand der Scholle wird von einem Bruch gebildet, an welchem das östlich anschliessende Gebiet um rund 150 m gehoben wurde.

Der Verlauf des Bruches lässt sich an der Geländeform gut erkennen. Weiter im Norden zieht er im Tälchen zwischen der Nase des Adlers und dem Hügel Blözen (L.-K. 1068 Sissach) durch, wo Herr Dr. HJ. SCHMASSMANN, nach seiner freundlichen Mitteilung, bei der Untersuchung zweier Baugruben in einem Fall mittleren Lias und im andern Keuper und Rhät festgestellt hat.

Bruchscholle von Cholholz **2**

Von Cholholz über Leuengrund–Chästeli ist der Abhang bis zur Niederterrasse mit Bergsturz- und Rutschmassen bedeckt (Tafel I). Die Kuppe des Cholholzes selbst besteht aus versacktem Hauptrogenstein und unterm Dogger. Die isolierte Lage des Sackungsmaterials lässt ein hohes Alter desselben vermuten. Ausläufer von Hauptrogensteinschutt reichen auch in den Feldern von Maienfels weit ins Tal hinunter. Deshalb sind nur an wenigen Stellen Einblicke in den Gebirgsbau möglich: beim Hof Egglisgraben und im Wald östlich Leuengrund. (Die Aufschlüsse beim Egglisgraben werden im Abschnitt über das Adlerhofgewölbe besprochen; S. 351.)

Im Wald östlich Leuengrund besteht der obere Teil des Abhanges aus verrutschtem mittlerem Lias. Unterhalb des Fahrweges, der von Maienfels nach Leuengrund führt (Tafel I), bricht der sanfte Abhang an den Gryphitenkalken und am Rhät ab und geht in einen durch Keupermergel gebildeten Steilabsturz über. Nach dem Verlauf der Lias-Rhät-Kante zu schliessen, fallen die Schichten schwach nach Osten ein.

Unter dem Gehängeschutt, der die Felder um Maienfels bedeckt, senkt sich die Liasplatte gegen Osten und stösst am Zunftacher an den Keuper der östlich anschliessenden Scholle, von der er durch einen Bruch getrennt wird (Taf. II, Prof. 3). Dieser Bruch kann parallel dem Zunftacher in nordöstlicher Richtung bis zum Dorfeingang von Pratteln verfolgt werden. Wie er weiter gegen den Rhein zu verläuft, wissen wir nicht. Wir verbinden ihn mit dem östlichen Randbruch eines kleinen Grabens, der vom Kraftwerk Augst–Wyhlen nach SSW zielt (BRÄNDLIN 1912).

Über die Tektonik im Untergrund der tieferen Stufe der Niederterrasse bei Steinhölzli haben mehrere Sondierbohrungen der Saline Schweizerhalle Aufschluss erteilt (Taf. II, Prof. 1a–c). Im westlichen Abschnitt fallen die Schichten als Tafeln, abgesenkt an einer kleinen Flexur, schwach nach Osten ein. Weiter östlich, im Steinhölzli, hat jede Bohrung mindestens einen Bruch angefahren. Auf unseren Profilen ist nur eine der möglichen Interpretationen der Ergebnisse dargestellt; es darf aber die Möglichkeit, dass weitere Brüche das Bild komplizieren, nicht ausser Acht gelassen werden.

Bruchscholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn **3**

Der Hügel von Zinggibrunn (östlich dem Wartenberg) trägt über einem Keupersockel eine Platte von Gryphitenkalk und mittlerem Lias. Ihre Lage lässt sich anhand einer am Nord- und am Südabhang deutlich ausgebildeten Geländekante, sowie mit Hilfe von Bruchstücken von Rhätsandstein gut verfolgen (Tafel I). Sie beginnt im Westen auf ca 430 m Höhe und sinkt gegen Osten langsam auf 390 m

ab. Eine entsprechende Neigung der Bruchscholle nach ESE ergibt sich auch aus den Bohrdaten bei Schweizerhalle (Taf. II, Prof. 1–2).

Im Osten ist der Bruchscholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn ein schmaler tektonischer Graben angegliedert (Taf. II, Prof. 1c–3), dessen östlicher Randbruch im Gebiet von Schweizerhalle schon J. Verloop (1909) bekannt war; er nannte ihn «Kohlholzverwerfung». Dass ein Grabenbruch vorliegt, ist jedoch erst bei einer Nachkontrolle der alten Bohrberichte durch Dr. E. Fränkl erkannt worden. Eine in der Hard südlich Schweizerhalle abgeteufte Sondierbohrung zeigt, dass der schmale Graben gegenüber der Bruchscholle von Schweizerhalle–Zinggibrunn um rund 25 m abgesenkt ist.

Die südliche Fortsetzung des Grabens war bisher nicht bekannt, weil die Abhänge von Goleten–Laahallen–Zinggibrunn, die in seiner Verlängerung liegen, stark verrutscht und verschuttet sind. Auch der Südabhang von Zinggibrunn gibt keine Auskunft.

Auf Grund früherer Beobachtungen von Herrn Prof. L. Vonderschmitt wurden im Juni 1953 auf dem Rücken von Zinggibrunn nahe der Gemeindegrenze Muttenz–Pratteln einige Handbohrungen angesetzt. Sie förderten in 1–2 m Tiefe Rhät und Keuper. Diese Gesteine liegen nun aber, verglichen mit dem unmittelbar westlich davon feststellbaren mittleren Lias (graue Mergel mit vielen Belemniten), um rund 50 m zu hoch, so dass zwischen dem Rhät und dem mittleren Lias ein Bruch anzunehmen ist (Tafel I). Er zeigt den gleichen Verwerfungssinn wie die bei Schweizerhalle festgestellte Kohlholzverwerfung und wird mit ihr identisch sein; dies umsomehr als sich auch der westliche Randbruch des schmalen Grabens bei Zinggibrunn, wenn auch nicht sehr deutlich, bemerkbar macht.

Graben von Wartenberg–Rothus 4

Über den Bau des Grabens von Wartenberg–Rothus geben natürliche Aufschlüsse am Wartenberg und am Rheinufer Auskunft. Der östliche Randbruch des Grabens liess sich früher am Rheinufer fassen, wo Hauptmuschelkalk an Opalinuston stiess (vgl. Geol. Spez.-Karte Nr. 77 und H. Heusser 1926, S. 37). Heute ist der Muschelkalk durch eine Ufermauer der Beobachtung entzogen.

Während im Abschnitt von Rothus Lias und Opalinuston ungestört mit zunehmender Steilheit gegen Osten fallen, ist der Graben im Gebiet des Wartenberges bei entsprechendem Einfallen in drei Schollen unterteilt (Tafel I).

Über den Wartenberg hat im Zusammenhang mit der im April 1952 erfolgten Rutschung am Südwestabhang Hj. Schmassmann 1953 eine eingehende geologische Beschreibung veröffentlicht. Dabei konnte er ausser den bisher bekannten natürlichen Aufschlüssen auch Beobachtungen in Baugruben usw. berücksichtigen. Unter Verwendung dieser Unterlagen war ihm möglich nachzuweisen, dass der Wartenberg einen Teilgraben innerhalb des grösseren Grabens darstellt. Von diesem Teilgraben ist bei Rothus am Rheinufer nichts mehr zu erkennen; desgleichen nichts von einem weiteren kleinen Grabenbruch, der sich östlich an den Wartenberg anschliesst. Beide keilen vermutlich gegen Norden rasch aus (Taf. II, Prof. 1c–3).

Im Osten ist der Graben von Wartenberg–Rothus an der «Wartenbergverwerfung» um ca. 250 m gegenüber der Bruchscholle von Schweizerhalle–Zinggi-

brunn abgesunken. Der Bruch lässt sich entlang dem Wartenberg am auffälligen Farbwechsel vom graubraunen Doggerboden zu dem der roten Keupermergel ziemlich genau festlegen. Die südlichste Stelle, an der er beobachtet werden kann, liegt am Südabhang in einer Einbuchtung auf etwa 370 m Höhe. Auf dem Sattel über Hint. Wartenberg zieht er unter einer alten Sackung von Rauraciengesteinen durch. Gegen Norden wird sein Verlauf im Gebiet des Wartenbergs durch verschiedene Dogger- und Keuperaufschlüsse bestimmt. Bei Schweizerhalle trennt er Opalinuston im Westen von Hauptmuschelkalk im Osten (Tafel I).

Scholle Ob. Hard–Au **5**

Die früheren natürlichen Aufschlüsse dieser Zone sind wegen der Erweiterung der Hafenanlagen bis auf kleine Überreste verschwunden. In einem heute eingedeckten Steinbruch südlich der Au erschienen im Muschelkalk Verbiegungen und viele kleine Brüche. Der Bruch, der die Scholle Ob. Hard–Au im Osten begrenzt, konnte nur an den beiden Rheinufern festgestellt werden. Weiter südwärts ist er nirgends nachgewiesen. Mit seiner Sprunghöhe von ca. 60 m hat er kaum nur lokale Bedeutung. Aus seiner Richtung leiten wir nun ab, dass er unter den Schottern der Niederterrasse gegen den Dorfkern von Muttenz zieht; ob er sich dort mit dem östlichen Randbruch des Grabens von Grenzach vereinigt oder ob er erst im Nordschenkel des Adlerhofgewölbes verschwindet, ist unbekannt (Tafel I).

Graben von Grenzach **6**

Er ist auf dem rechten Rheinufer oberhalb Grenzach im Gelände deutlich sichtbar. Eine Fortsetzung des Grabens unter den Schottern der Niederterrasse wurde schon von H. Heusser (1926) postuliert. Er stützte sich auf einen Bericht von Dr. F. Leuthardt über drei Bohrungen, die 1918 auf dem «Auboden» abgeteuft worden sind. H. Heussers Auffassung ist seither durch die Ergebnisse vieler Bohrungen auf Grundwasser vollauf bestätigt worden (Tafel I). Im Laufe dieser neuen Untersuchungen wurde festgestellt, dass sich der Graben südwärts langsam vertieft, dann aber gegen die Rütihard wieder ansteigt (Taf. III, Prof. VIII). Darauf deutet die Bohrung von Fröschenegg, die unter der Niederterrasse Mergel des Keupers antraf. Parallel mit der Vertiefung des Grabens konnte ein Divergieren der beiden Randbrüche ermittelt werden. Wie weit diese noch nach Süden wirksam sind, kann nur vermutet werden (Tafel I). Südlich des Adlerhofgewölbes erscheinen sie auf alle Fälle nicht mehr (vgl. auch S. 347).

Gebiet zwischen Graben von Grenzach und Rheintalflexur **7**

Aus diesem Gebiet sind nur wenige Daten bekannt. Nach Angaben, die von Bohrungen stammen, dürften die Triasplatten, die unter den Rheinschottern anstehen, schwach nach SSW fallen. Ob sie so ruhig gelagert sind, wie auf den Profilen 1c–3 (Tafel II) dargestellt ist, muss offen gelassen werden.

Wie durch eine Sondierbohrung nachgewiesen wird, zeigt die Trias gegen den Graben von Grenzach zu Abschleppungserscheinungen. Auf das Gleiche deutet das sonderbare Ostfallen der Hauptmuschelkalkplatten in einer Kiesgrube bei Freidorf (Tafel I).

Über den Bau der Zone der Rheintalflexur geben zwei Stellen bei St. Jakob Auskunft (Tafel I). Bei der ersten war nach einem Gutachtenbericht von Prof. A. BUXTORF in der Baugrube einer Fabrikanlage senkrecht stehender Hauptrogenstein angetroffen worden. Der zweite Aufschluss befindet sich wenig südlich davon; dort standen im heute grösstenteils zugeschütteten Steinbruch «Schänzli» Blagdenischichten und Hauptrogenstein an (STRÜBIN 1907, SCHMIDT u. a. 1907). Feldbuchnotizen von A. GUTZWILLER entnehmen wir für diesen Ort ein Westfallen von 85°.

In einem Profil durch die Rheintalflexur bei St. Jakob zeichnet A. BUXTORF (1928b) ein scharfes Umbiegen und steiles Einstechen der triasischen und jurassischen Gesteinsserien, bis sie an einer steil nach Osten einfallenden Bruchfläche abgeschnitten werden. Verschiedene Beobachtungen rechtfertigten die Konstruktion eines solchen als Aufschiebung zu betrachtenden Bruches, so vor allem steil nach Osten einfallender Lias (78°) und Keuper im Rheinbett beim Grenzacherhorn (E. GREPPIN 1905, H. HEUSSER 1926, siehe auch E. TREFZGER 1925, S. 41 und O. WITTMANN 1951, S. 60). Auf den Profilen 1c–3 (Tafel II) haben wir nicht ein kontinuierliches Umbiegen der Schichten gezeichnet wie A. BUXTORF, sondern ein abschleppungsartiges Abreissen an Brüchen angenommen, analog den Ergebnissen zweier Bohrungen in der Hard, die knapp westlich des Grabens von Grenzach abgeteuft worden sind (Taf. II, Prof. 1c).

2. *Gebiet südlich des Adlerhofgewölbes*

Wir besprechen zunächst den Gebietsstreifen zwischen Ättenberg im Osten und der Rheintalflexur (**8–18** auf Fig. 2, S. 328). Danach folgen Angaben über das südlich der Gobenmatt (E Arlesheim) gelegene Gebiet (**19–20**). Auch beim hier besprochenen Abschnitt handelt es sich um eine durch Brüche in Schollen zerlegte Tafel. Schon jetzt sei aber festgestellt, dass keiner der in der nördlichen Region vorhandenen Brüche auf der Südseite des Adlerhofgewölbes wieder erscheint; es treten vielmehr völlig neue Brüche auf. Ausserdem zeigen die Schichtplatten nicht mehr ein generelles ESE-Fallen, sondern sie sind, wenigstens westlich von Schauenburg, nach Westen geneigt (Taf. II, Prof. 5b–7). Gemeinsam bleibt den Schollen nördlich und südlich des Adlerhofgewölbes nur die Richtung der Brüche.

Bruchscholle von Röseren **8**

Auskunft über den Bau dieses Gebietes ist vor allem von den beiden Hügeln Ättenberg und Christen zu erhalten.

Der Ättenberg besteht vorwiegend aus Gesteinen der Serie Murchisonae- bis Blagdenischichten. Auf ihnen liegt eine dünne, stark zerbrochene Kappe von unterem Hauptrogenstein. Die Schichten fallen von Norden nach Süden abnehmend steil (20–12°) nach Süden ein. Noch auf Christen, südlich Schauenburg Bad, ist ein Südfallen zu erkennen. Doch legen sich die Platten, nach der Geol. Spez.-Karte Nr. 77 zu schliessen, bald flach.

Graben von Schauenburg–Schartenflue **9**

Am Höhenzug des Aspenrains, auf dem die Ruine Schauenburg steht, streicht der Hauptrogenstein bei einem Südfallen von fast 40° in der EW-Richtung

(Tafel I). Gegen Süden legt er sich dann aber rasch flacher. Der Aspenrain ist demnach noch der Südflanke des Adlerhofgewölbes zuzurechnen (Taf. III, Prof. II, III).

Südlich des Aspenrains, im Gebiet von Schauenburg Bad ergaben Profilkonstruktionen (Taf. II, Prof. 5, 6) eine schwache Verbiegung.

Der Bruch, der den Graben im Westen begrenzt, verläuft sonderbar abgewinkelt (Tafel I). Südlich Gmeinacher biegt er aus der NNE/SSW-Richtung ab und schwenkt in seiner weiteren Fortsetzung gegen das Ramstel (E Dornach) immer mehr nach Westen ab. Über die Bedeutung dieser Abwinkelung wird man vielleicht nach einer Neukartierung des südlich anschliessenden Gebietes Auskunft erhalten. Im Norden, zwischen Schauenburgflue und Gmeinacher ist die Verwerfung in zwei Brüche aufgespalten. Der zweite befindet sich ca. 60 m östlich des Hauptbruches (Tafel I). Er macht sich dadurch bemerkbar, dass sowohl hinter der Schauenburgflue als auch am Gmeinacher Oxfordienmergel und -chaillen höher hinauf reichen als die Unterkante des Rauracien (Taf. II, Prof. 5, 6). Vermutlich existieren noch weitere Parallelbrüche kleineren Ausmasses, denn das Rauracien von Schauenburgflue und von Chleiflüeli ist von vielen gleichgerichteten Klüften durchsetzt.

Horst von Horn–Baumgarten **10**

Tieferen Einblick in dessen Bau erhalten wir dank dem Mumienhorizont des Hauptrogensteins im Tälchen westlich Horn und an den zur Gobenmatt, östlich Arlesheim, abfallenden Steilhängen (Hornichopf, Armenholz, im finsteren Boden; s. Tafel I).

Südwestlich Horn erscheint die Mumienbank an der Nase des Hügels Stierenwald auf 625 m Höhe. Von da an kann sie dem Abhang entlang bis zur Talmulde verfolgt werden, die sie bei ca. 620 m erreicht. Am Westabhang von Horn erscheint sie nur an wenigen Stellen, zum letzten Male schon fast auf der Hochebene auf 645 m Höhe, wo sie durch die Neuanlage eines Holzabfuhrweges angeschnitten worden ist. Der Höhenvergleich der verschiedenen Aufschlüsse gibt für das Nordende des Horstes ein Südwestfallen von 5° (Taf. II, Prof. 5b, 6). Die Aufschlüsse östlich Gobenmatt lassen ein schwaches WNW-Fallen erkennen.

Der westliche Randbruch des Horstes ist westlich dem Sulzchopf am Fahrweg Egglisgraben–Schönmatt aufgeschlossen (Fig. 3): Bei Kote 530 m stehen an der Strassenböschung Gesteine der Humphriesischichten an. Weiter oben folgen Blagdenischichten bis ca. 545 m, wo sie unvermittelt an groboolitische Gesteine des obersten Hauptrogensteins (Ferrugineusoolith) stossen. Gegen SSW, bis zur Strasse Schönmatt–Gempen prägt sich der Bruch morphologisch gut aus. Die Sprunghöhe nimmt dabei südwärts langsam ab. Südlich der Schönmatt liegt in den Feldern Callovien neben Ferrugineusschichten; offenbar schwingt hier die Verwerfung in die Südwest-Richtung ab (Tafel I). Am Abhang zur Gobenmatt lässt sie sich dann dank der Mumienbank wieder deutlich fassen. Die Sprunghöhe beträgt hier aber nur noch wenige Meter. Im Tälchen der Gobenmatt selbst ist der Bruch nicht feststellbar. Erst weiter südlich, im finsteren Boden, kann er

wieder erkannt werden (Fig. 4), wo die Mumienbank unterhalb Pt. 571,6 rund 10 m tiefer liegt als die zum Horst Horn–Baumgarten gehörende auf der Ostseite des Bruches.

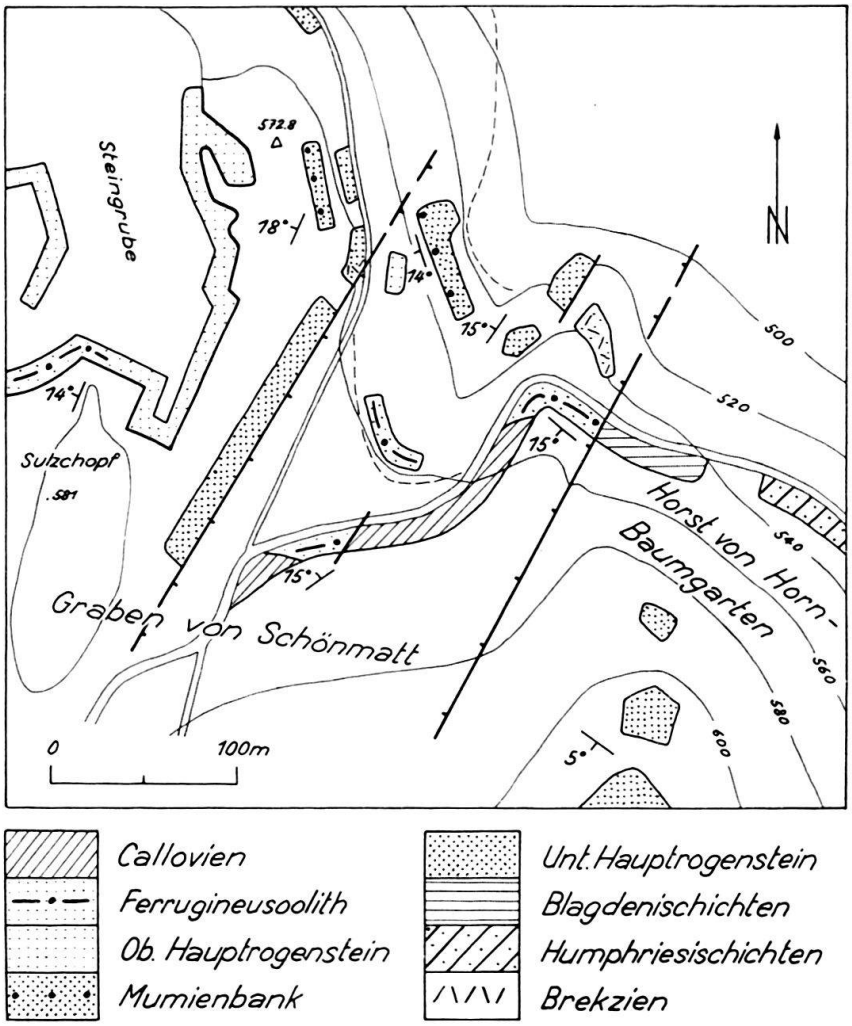


Fig. 3. Geologische Kartenskizze des nordöstlichen Endes des Grabens von Schönmatt, beim Sulzchopf. Maßstab 1 : 5000.

Graben von Schönmatt **11**

Im Norden ist der Graben von Schönmatt durch die grosse, ehemalige Steingrube am Sulzchopf fast in seiner gesamten Breite erschlossen (Taf. II, Prof. 5b). Südwestlich der Schönmatt verengert er sich bis auf die Hälfte, was durch die Abwinkelung des östlichen Randbruches des Grabens bedingt ist. Während der westliche Randbruch im Tälchen südöstlich der Eichmatt durch Verstellungen der Mumienbank noch gut fassbar ist (Tafel I), ist er auf der Südseite der Gobenmatt nicht mehr eindeutig nachzuweisen. Vielleicht ist ein auf dem finsteren Boden, ca. 130 m WNW Pt. 571,6, festgestellter geringer Verwurf als seine Fortsetzung zu betrachten (Fig. 4). Im Nordosten ist der Graben durch mindestens einen weitern Bruch kompliziert (Fig. 3).

Bruchscholle von Chlosterchöpfli–Ränggersmatt 12

Diese Bruchscholle ist eine nach WNW geneigte, mehrfach zerbrochene Tafel. So lässt sich nördlich der Strasse Ränggersmatt–Schönmatt eine Bruchtreppe erkennen, deren höchstes Element hier als Horst von Pt. 601 (ca. 300 m NNW Schönmatt) bezeichnet wird. Am Chilchholz, nördlich Gobenmatt, dagegen ist die Tafel durch antithetische Brüche zerlegt (Taf. II, Prof. 6, 7).

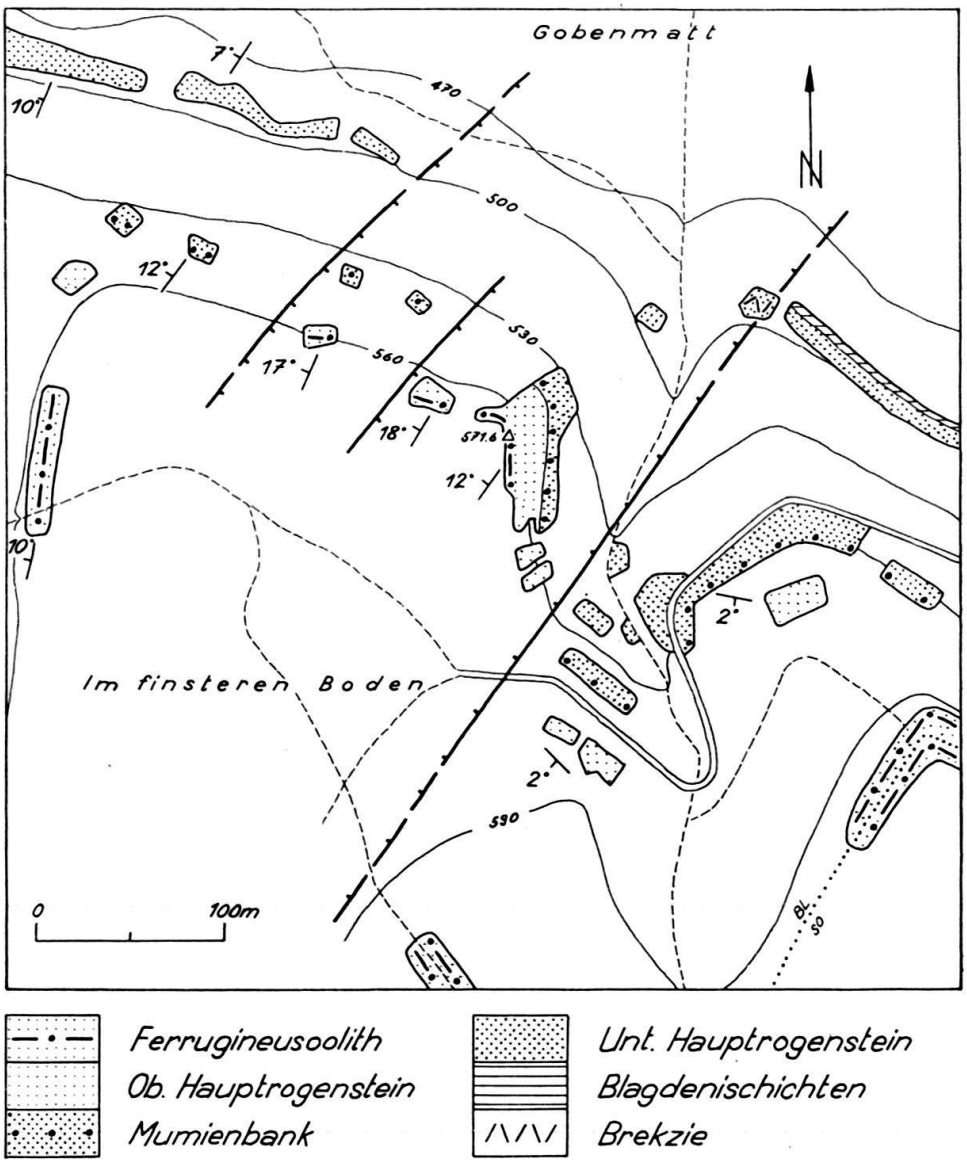


Fig. 4. Geologische Kartenskizze des «finsteren Bodens», östlich Arlesheim. Maßstab 1 : 5000.

Auf der Geologischen Spez.-Karte Nr. 77 zeichnen A. GUTZWILLER und E. GREPPIN westlich der Steingrube am Sulzchopf einen kleinen Horst ein. Durch unsere Feldaufnahmen liess sich dessen Vorhandensein bestätigen. Des weiteren biegt nach der gleichen Karte der Bruch, der den Graben von Schönmatt im Westen begrenzt, aus der NNE/SSW-Richtung ins obere Ängental, östlich Chlosterchöpfli, um. Unsere Detailkartierung hat nun folgendes ergeben (Tafel I):

1. Die Hauptrogensteinmasse auf der Ostseite des oberen Ängentals ist nicht anstehend, sondern verstürzt. Damit fällt die Notwendigkeit dahin, den östlichen Randbruch der Scholle nach Nordwesten umbiegen zu lassen; umsomehr als die im oberen Ängental anstehenden Blagdenischichten gut unter den Hauptrogenstein des Chlosterchöpfli passen.

2. Der Bruch folgt der Ostseite des Hügels von Pt. 601. An dessen Nordostende auf 540 m Höhe trennt er tektonisch zerrütteten Ferrugineusoolith des Grabens von Schönmatt von unterm Hauptrogenstein des Horstes von Pt. 601. Von da an zieht in der Richtung des Bruches eine aus einer Hauptrogensteinbrekzie bestehende Rippe ins obere Ängental hinunter. Eindeutig ist die Verwerfung dann wieder am Westende der Steingrube am Sulzchopf fassbar, wo oberer Hauptrogenstein an rötlich anwitternde, feinspätige Kalke stösst, welche mit rotbraunen Mergeln wechsellagern (Humphriesi-Sauzei-Schichten). Sie stellen das normale Liegende des Hauptrogensteins am Hügel von Pt. 601 dar.

Der den kleinen Horst von Pt. 601 im Westen begrenzende Bruch ist an zwei Stellen aufgeschlossen: Die erste befindet sich in einem kleinen Steinbruch, 350 m NNW Schönmatt, der in oberem Hauptrogenstein angelegt ist. An seinem westlichen Rand stossen an eine Brekzie, die mit 70° nach Westen geneigt ist, graugelbe Mergel mit *Rhynchonella alemanica*. Die zweite Stelle befindet sich am Nordende des Hügels von Pt. 601 ebenfalls in einer kleinen Steingrube auf ca. 535 m Höhe. Im östlichen Teil steht ein Klotz von unterem Hauptrogenstein an, der mit zahlreichen Kluftflächen durchsetzt ist. Dessen oberen Abschluss bildet die Mumienbank. Nach einer mit einer glatten Bruchfläche begrenzten Brekzienzone folgt westlich davon sandiger Mergel (Homomyenmergel), der durch plattigen Hauptrogenstein überlagert wird. Unterhalb des Weges tritt auch westlich des Bruches die Mumienbank zutage (Tafel I).

Am Abhang gegen das obere Ängental und im Taleinschnitt selbst kann der Bruch nicht gefasst werden. Erst weiter NNW ist er auf ca. 500 m Höhe feststellbar. Dort liegt im Wald verborgen ein überwachsener Steinbruch (Tafel I), in dem mit 5° nach Norden einfallender, unterer Hauptrogenstein aufgeschlossen ist – das Nordfallen dürfte mit der Nähe von Verwerfungen zusammenhängen – und wenig weiter oben stehen im Weg, der in einigen Kurven auf den Sulzchopf führt, Gesteine der Humphriesi-Sauzeischichten an. Zwischen ihnen und dem Hauptrogenstein zieht der beschriebene Bruch durch. Von da an gegen NNE verschwindet er endgültig im Schutt (Tafel I).

Etwa 100 m westlich dieses Bruches verläuft ihm parallel ein zweiter, der sich am Nordende des Hügels von Pt. 601 anhand der Mumienbank fassen lässt. Im Einschnitt des oberen Ängentals ist er durch eine Brekzienzone und durch Klüfte im Hauptrogenstein angedeutet. Gegen die Strasse Ränggersmatt–Schönmatt macht er sich nur noch wegen einer schwachen Geländekante bemerkbar.

Die Aufschlüsse am Chlosterchöpfli und südlich davon lassen erkennen, dass die Bruchscholle mit 10–17° nach WNW geneigt ist. An den Abhängen der Eichmatt gegen die Gobenmatt hat bei gleichbleibendem Einfallen die Fallrichtung nach Nordwesten gedreht (Tafel I).

Am Chilchholz ist ein bedeutend steileres WNW-Fallen zu beobachten als im übrigen Teil der Bruchscholle. Es beträgt durchwegs 20–25°, am westlichsten

Felskopf sogar 28°. Ausserdem ist der Hügel durch einige Brüche aufgespalten, was sich sowohl aus den Lagebeziehungen von oberstem Hauptrogenstein und Variansschichten am Oberrand des Steilhanges, als auch der Mumienbank ableiten lässt. Die Brüche und die schmalen Schollen bilden eine antithetische Bruchstaffel (Taf. I, u. Taf. II, Prof. 7). Ihre Entstehung verdankt sie Zerrungen, die auf das Absinken des Rheintalgrabens zurückzuführen sind.

Der Bruch, durch den die Bruchscholle im Westen begrenzt wird, macht mit 200 m Sprunghöhe seine Anwesenheit gut bemerkbar (Taf. II, Prof. 5b–7). Dennoch lässt er sich nirgends genau festlegen, da von der Steilböschung Hint. Ebni–Gstüd her die Mulde nach Ränggersmatt und das Tälchen westlich Chlosterchöpfli stark verschuttet sind (Tafel I). Der auf der Geologischen Spez.-Karte Nr. 77 angegebene Kontakt zwischen Oxfordien und Dogger nordwestlich Chilchholz ist nicht sichtbar. Da am Abhang westlich der Ränggersmatt und in einem aufgelassenen Steinbruch östlich der Hint. Ebni Brekzienzonen und Bruchflächen sich häufen, zeichnen wir den Bruch geradliniger dem Steilhang entlang, als bisher angenommen worden ist.

Im Norden, im Ängental, zieht die Verwerfung zwischen einem kleinen Aufschluss von Opalinuston (Tafel I) und dem Hauptrogenstein des Chlosterchöpfli durch. Sein Verlauf gegen Süden, gegen die Öli (östlich der Ruine Birseck) ist ungewiss.

Das Gebiet westlich der Ränggersmatt bis zur Rheintalflexur **13–18**

Das Gebiet westlich der Bruchscholle Chlosterchöpfli–Ränggersmatt weist die Form eines Dreiecks mit einer Spitze nach Süden auf, dessen Westrand durch die Rheintalflexur und dessen Ostrand durch den grossen Bruch Öli–Chlosterchöpfli gebildet wird (Tafel I). Innerhalb dieses Dreiecks treten noch Brüche in der bisher bekannten NNE/SSW-Richtung auf. Daneben erscheinen aber im Bereich der Rheintalflexur einige Verwerfungen, die dem Nordrand der Bucht von Arlesheim–Dornach parallel gegen NNW ziehen. Mit der neuen Bruchrichtung dreht auch das Schichtstreichen nach NNW um. Im Innern des grossen Dreiecks erhebt sich bei Meiertum–Eselhallen ein zusätzliches horstartiges Dreieck **14**.

Abschnitt Hint. Ebni–Gstüd **13**:

Im östlichen Teil der Hint. Ebni liegen die Hauptrogensteinbänke noch horizontal (Taf. I und II, Profil 5b). Westlich anschliessend erscheint als erste Komplikation ein tektonisch höher liegender Streifen (Fig. 5): Vom aufgelassenen Steinbruch nördlich Ränggersmatt aus führt ein Fahrweg erst schwach ansteigend um den Geländerücken und dann die Winterhallen hinunter ins Gruet-Tälchen bei Münchenstein. Bis ca. 75 m nordöstlich Pt. 607 ist an der Wegböschung Hauptrogenstein aufgeschlossen. Westlich davon folgen graugelbe Sandkalke der Blagdenischichten. Nach etwa 100 m setzt mit einer Brekzie wieder Hauptrogenstein ein. Wenig unterhalb dem Aufschlusse mit Blagdenischichten treten Bänke der Sauzei-Humphriesischichten zutage. Ein Höhenvergleich ergibt, dass diese Blagdeni- und die Sauzei-Humphriesischichten etwa 20 m zu hoch liegen gegenüber denen, die 200 m östlich davon anstehen. Der Geländerücken bei Pt. 607

liegt demnach tektonisch zu hoch (Taf. II, Prof. 5). Die südliche Fortsetzung dieser Zone ist nur noch über eine kurze Strecke morphologisch ausgeprägt und geologisch lässt sie sich überhaupt nicht mehr fassen. Über die Neigung der Bruchflächen der beiden Verwerfungen, die diese hochliegende Zone begrenzen, sind im Gelände keine Feststellungen möglich. Die Frage, ob sie divergieren und einen Horst begrenzen oder ob sie konvergieren, wie dies bei einem tektonischen Grabenbruch der Fall ist, steht also offen. Wie auf Profil 5b dargestellt, neigen wir zur zweiten Möglichkeit, und fassen den fraglichen Streifen als ursprünglichen Graben auf, der in einer späten Phase herausgepresst worden ist; ähnlich deuten wir übrigens die hohe Lage der Schartenflue (s. S. 347).

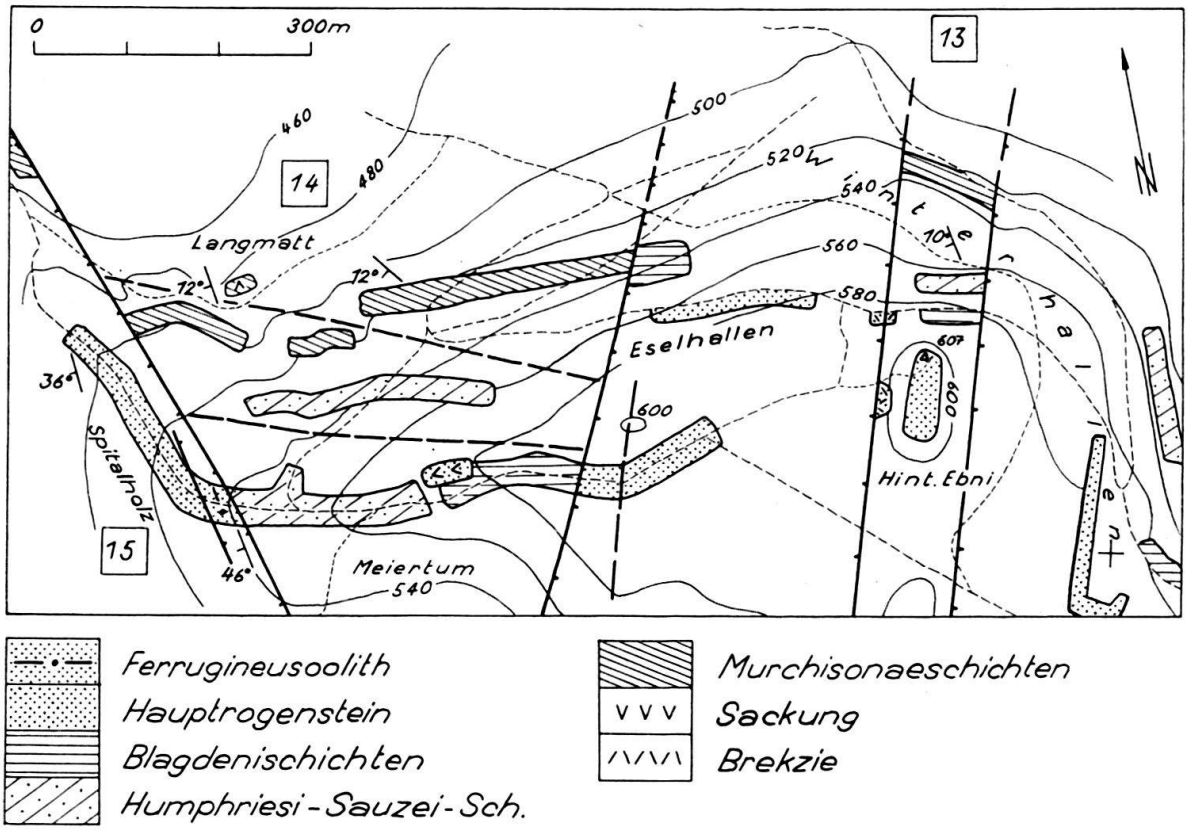


Fig. 5. Geologische Kartenskizze des Gebietes von Hint. Ebni, Winterhallen und Meiertum, nordöstlich Arlesheim. Maßstab 1 : 10000.

Der westliche Teil von Hint. Ebni–Eselhallen (Fig. 5) stellt eine Hauptrogensteintafel dar, die schwach nach Südwesten geneigt ist. Wenig östlich des Randbruches, der sie vom horstartigen Gebiet von Meiertum **14** trennt, deuten Brekzien einen Parallelbruch an (Taf. II, Prof. 5b und Fig. 5). Während im Norden, im Gebiet der Hint. Ebni, die Hauptrogensteinplatte nahezu horizontal liegt und durch einen Bruch gegen Westen höher gestellt wird, fällt sie gegen Süden (Gstüd) immer steiler nach Westen ein, wobei sich zunehmend Zerrung bemerkbar macht (Taf. I u. Taf. II, Prof. 5b–7). Im Ganzen betrachtet, ergibt sich das Bild einer verbogenen Platte. Es ist denkbar, dass die auf der Hint. Ebni festgestellten Brüche als Folge dieser Verwindung entstanden sind.

Das horstartige Gebiet von Meiertum **14**:

Zwischen die beiden Hauptrogensteintafeln von Hint. Ebni **13** und von Spitalholz **15** schaltet sich ein horstartiges Dreieck ein, das aus Gesteinen vom Opalinuston bis zu den Blagdenischichten aufgebaut wird (Taf. I u. Taf. II, Prof. 5b u. Taf. III, Prof. VI). Der Bruch, der dieses Gebiet im Osten begrenzt, ist an zwei Stellen gut fassbar (Fig. 5). Im Süden lässt er sich nochmals im Tälchen von Meiertum bei einer Quellfassung für Schloss Richenstein erkennen. Die Verwerfung, die die westliche Begrenzung der horstartigen Zone bildet, weicht in der Richtung von den bisher besprochenen Brüchen ab (Tafel I): Südlich Meiertum zweigt sie in spitzem Winkel vom östlichen Randbruch der Scholle ab, streicht erst nach Norden, biegt nach NNW um und verschwindet dann im Opalinuston des Gruettälchens. Sie ist am Weg, der der Gemeindegrenze Arlesheim–Münchenstein entlang auf die Hint. Ebni führt, auf 540 m Höhe aufgeschlossen (Fig. 5). Dort trennt sie Sauzei-Humphriesischichten im Osten von Ferrugineusoolith im Westen. Mit seinem WSW-Fallen von 46° kann dieser Ferrugineusoolith nicht direkt dem Hauptrogenstein des Spitalholzes angegliedert werden; er ist darum auf Profil 5b (Taf. II) in einem schmalen Graben vom Hauptrogenstein abgetrennt worden. Die Verwerfung verläuft dem Bruch, an dem die Doggerplatte von Spitalholz im Westen aufhört, und dem nördlichen Rand der Bucht von Arlesheim–Dornach einigermassen parallel. Ihre Sprunghöhe beträgt ca. 50 m. Die beiden parallelen Brüche fassen wir als Zerrbrüche auf, die mit dem Absinken des Rheintalgrabens zusammenhängen.

Profil V (Taf. III) zeigt einen NS-Schnitt durch die horstartige Zone von Meiertum. Die übergrosse Mächtigkeit der Gruppe Murchisonae- bis Blagdenischichten, wie sie bei der Annahme einer ungestörten Lagerung abzuleiten wäre (Fig. 5, Tafel I), ist hier durch Brüche erklärt. Da der Fuss der Winterhallen aber durch Opalinuston gebildet wird, ist die Möglichkeit sehr tief greifender Sackungen nicht von der Hand zu weisen, obwohl die Murchisonae- und die Humphriesi-Sauzeischichten einen recht kompakten Eindruck machen.

Gebiet von Spitalholz (N Arlesheim) **15**:

Das Gebiet von Spitalholz stellt eine Doggerplatte dar, die im Osten und Westen durch je einen ungefähr NNW/SSE verlaufenden Bruch begrenzt wird (Tafel I). Auffallend sind die Richtungen des Schichtstreichens: während in den im Osten anschliessenden Gebieten fast durchwegs NS-Streichen festgestellt worden ist, hat hier das Streichen nach NNW gedreht. Die gleiche Richtung lässt sich bis zur Hofmatt (nördlich Münchenstein verfolgen; dies ist vermutlich mit dem Südschenkel des Adlerhofgewölbes in Verbindung zu bringen.

Im Spitalholz treten zwischen 370 und 410 m Höhe zwei auffällige Hangverflachungen auf, deren Entstehung nicht tektonischer Art sein kann. Vielleicht stellen sie Reste alter Erosionsterrassen dar. Ihre Höhenlage würde mit der der älteren Deckenschotter am Geispel übereinstimmen.

Rauracienrippe von Richenstein **16**:

Im Südwesten ist dem Doggergebiet von Hint. Ebni, Spitalholz, Gstüd eine Felsrippe, die aus Gesteinen des Rauracien besteht, vorgelagert.

Im stark zertrümmerten Rauracienkalk ist es schwierig, die Neigung der Schichten zu bestimmen. Oftmals täuschen viele parallele Kluftflächen Schichtung vor. Bei einem NS gerichteten Streichen liess sich ein Westfallen von rund 40° messen (Tafel I).

Vom östlich anschliessenden Doggergebiet **13–15** ist das Rauracien von Richenstein an einem Bruch abgesunken (Taf. II, Prof. 7). Dessen Verlauf kann an einigen Stellen einigermassen sicher festgestellt werden: Die erste befindet sich 150 m nordöstlich Schloss Birseck (Tafel I), wo in einer kleinen Grube an der Strasse Arlesheim–Schönmatt Oxfordien aufgeschlossen war, das tektonisch zum Rauracien von Richenstein gehört. Der Bruch trennt das Oxfordien vom im Osten folgenden untern Hauptrogenstein. Er lässt sich sodann in der Talmulde östlich Richenstein nach Norden verfolgen. Auf dem Sattel östlich Schloss Richenstein zweigt von ihm die Verwerfung nach Nordosten ab, die die Zone von Meiertum im Osten begrenzt. Vom Sattel folgt die Verwerfung einer Mulde, die zwischen dem nördlichsten Rauracienklotz und einer aus oberstem Hauptrogenstein gebildeten Kante nach Nordwesten gegen Pt. 386 sinkt. Die Rauracienrippe von Richenstein hört wenig nördlich der Burg unvermittelt auf (Tafel I). In ihrer Fortsetzung reicht die Molasse alsacienne bis an den Hauptrogenstein von Spitalholz. Spuren von ihr sind noch direkt nördlich unterhalb dem letzten Rauracienklotz daran zu erkennen, dass der Waldboden mit Quarzkörnern durchsetzt ist. Wir vermuten, dass hier die Transgression des Stampien weiter nach Osten reichte, wodurch das Rauracien abgetragen worden ist. Nördlich davon ist nochmals ein kleiner Aufschluss von Meeressand vorhanden (Tafel I). Dessen Komponenten bestehen nur aus Malm; Doggergerölle sind keine festgestellt worden. Wir dürfen deshalb annehmen, dass die damalige Küste hier nicht aus Hauptrogenstein, sondern aus Rauracien bestanden hat. Erst später durch das Aufreissen des oben beschriebenen Bruches ist der Meeressand in die nächste Nachbarschaft des Hauptrogensteins gelangt (Taf. II, Prof. 6).

Gebiet der Steingruben östlich Münchenstein **17**:

Die beiden grossen Steingruben oberhalb Münchenstein[2]) sind in einem stark zerbrochenen Abschnitt zwischen zwei NNE/SSW verlaufenden Brüchen angelegt (Taf. I u. Taf. II, Prof. 5a). Der östliche der beiden Brüche ist die westliche Randverwerfung der Doggerplatte von Spitalholz; der westliche verläuft östlich des alten Dorfkerns von Münchenstein. Das Gebiet kann als Grabenbruch aufgefasst werden, der in zwei weitere Gräben und einen dazwischen stehengebliebenen, schmalen Horst unterteilt ist. In allen drei Teilen biegen die Schichten flexurartig nach Südwesten ab (Taf. III, Prof. VIII). In der obern, grossen Steingrube ist der Abbau der östlichen Randverwerfung schon sehr nahe gekommen, worauf viele parallele Bruchflächen an der Steinbruchwand weisen.

Da die Brüche in der NNE/SSW-Richtung verlaufen, zählen wir sie zum System der gleichgerichteten Tafeljurabrüche. Auf die direkte Wirkung der Rheintalflexur ist das Abbiegen der Schichten gegen Südwesten zurückzuführen. Im

[2]) Im Auftrage der Portland-Zementfabrik Laufen hat Herr Prof. A. Buxtorf 1933 die Steinbrüche östlich Münchenstein geologisch begutachtet. Die Resultate sind in zwei Berichten niedergelegt. Für deren Überlassung danken wir ihm bestens.

Südwesten denken wir uns den Hauptrogenstein, der in den beiden Steingruben ansteht, durch eine Verwerfung begrenzt, die eine dem Bruch zwischen Spitalholz und Richenstein entsprechende Richtung aufweist (Tafel I).

Gebiet zwischen Münchenstein und Hofmatt **18**:

In diesem Abschnitt liegen Gesteine von Keuper bis Malm so nahe beieinander (Fig. 6, Tafel I), dass mehrere Störungen angenommen werden müssen: Bei Asp ist die antithetisch verstellte Keuper-Lias-Scholle mit 18° noch ziemlich schwach

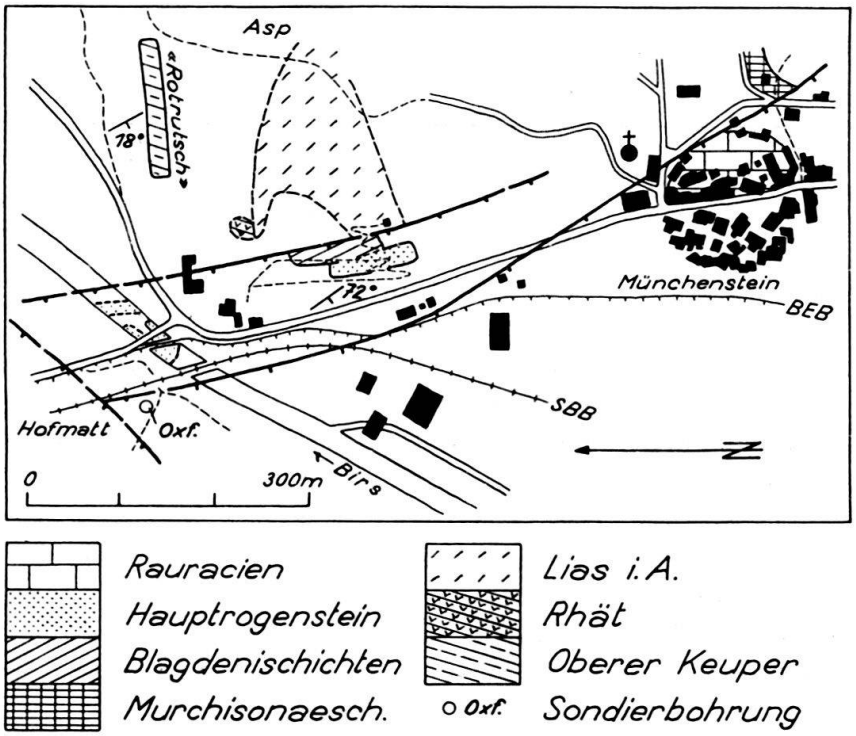


Fig. 6. Geologische Kartenskizze des Gebietes zwischen dem Dorfkern von Münchenstein und den Birsbrücken bei Hofmatt. Maßstab 1 : 10000.

nach Südwesten geneigt (Taf. III, Prof. IX, X). Sie reisst im Westen an einem NNW gerichteten Bruche ab und sinkt in mindestens zwei Staffeln gegen den Rheintalgraben. Zu einer ersten gehören die steilstehenden Doggeraufschlüsse am Steilhang SSE Hofmatt und in der Birs unter der Tram- und der Strassenbrücke. Zur zweiten zählen wir das Rauracien des Schlossfelsens von Münchenstein und das Oxfordien, das in einer Bohrung am linken Birsufer in der Hofmatt erschien (Tafel I). Ob das Tertiär des Rheintalgrabens auf der zweiten oder erst auf einer weiteren Bruchstaffel liegt, ist unbekannt; die paar Bohrungen, die Tüllinger Süsswasserkalk ergeben haben (Tafel I), geben nicht genügend Auskunft darüber.

Der grosse Randbruch, der von Kandern am Schwarzwald (Fig. 1) die Rheintalflexur nach Süden begleitet, dürfte sich südlich des Adlerhofgewölbes bis zur Hofmatt fortsetzen (Tafel I). Seine Rolle wird von da an von den NNW/SSE gerichteten Staffelbrüchen übernommen, die das Ausholen der Bucht von Arlesheim–Dornach nach Osten einleiten.

3. *Gebiet zwischen Gobenmatt (E Arlesheim) und Ramstel (E Dornach)* **19–20**:

Das Gebiet südlich des Tälchens von Gobenmatt ist von den weiter nördlich gelegenen Tafeln durch eine WNW/ESE streichende Verwerfung getrennt (Tafel I). Es weist neben Brüchen, die in Richtung der Tafeljurabrüche verlaufen, Zerrbrüche auf, deren Entstehung direkt auf das Absinken des Rheintalgrabens zurückgeht. Leider ist die Schuttbedeckung oft sehr stark; dazu fehlen mancherorts genügend Leithorizonte im Hauptrogenstein und im Rauracien, so dass einige tektonische Fragen noch ungelöst bleiben müssen.

Der WNW/ESE streichende Bruch nördlich Schloss Birseck:

Viele Unterschiede in der Tektonik zwischen Nord und Süd berechtigen, eine quer zu den Tafeljurabrüchen verlaufende Verwerfung anzunehmen. Wie weit diese in der Gobenmatt nach Osten zieht, kann nicht genauer bestimmt werden. An dieser Verwerfung ist offenbar das nördlich Birseck gelegene Gebiet etwas nach Westen verschoben worden. Folgende Beobachtungen sprechen für das Bestehen dieses Bruches (Tafel I):

1. Das Rauracien reicht an der Rippe von Richenstein rund 100 m weiter nach Westen als am Klotz von Schloss Birseck.
2. Im Norden stösst das Rauracien von Birseck frontal an Oxfordien.
3. Südlich des mittleren Weihers (Ermitage) fällt der Hauptrogenstein mit 60–65° bedeutend steiler ein als in den Aufschlüssen nördlich des Weihers an der Strasse Arlesheim–Schönmatt (25–35°).
4. Am Hauptrogenstein-Aufschluss an der Strasse Arlesheim–Schönmatt (östlich Schloss Birseck) ist eine mit Brekzien besetzte Bruchfläche, die N 40° W streicht, zu beobachten.
5. Südlich der Weiher (bei Öli) setzt sich der westliche Randbruch der Scholle von Chlosterchöpfli–Ränggersmatt nicht ununterbrochen nach Süden fort.
6. Die antithetische Bruchstaffel, die vom Chilchholz beschrieben worden ist (S. 337), ist südlich der Gobenmatt nicht mehr zu erkennen.

Birseck–Hollenberg–Hint. Hagenbuechen **19**:

Dieser kleine, den Zugang zur Gobenmatt bildende Zwickel besteht aus dem Rauracien von Birseck und des Hollenberges und dem dahinter liegenden Dogger von Öli und Hint. Hagenbuechen.

Am Klotz der Ruine Birseck und am Hollenberg ist das Rauracien stark zertrümmert und zerklüftet. Dennoch gelang es hier ein Westfallen von 35–40° zu messen.

Der oberste Hauptrogenstein, der in einer ehemaligen Steingrube südlich des mittleren Weihers (Ermitage) ansteht (Tafel I), passt mit seinem Einfallen von 60° nicht ganz unter das Rauracien von Birseck. Wie auf Profil 8 (Tafel II) gezeichnet, vermuten wir eine schwache Disharmonie.

Über diesem Aufschluss von Hauptrogenstein lässt sich in den Feldern keine Spur einer Geländekante oder eines andern Anzeichens, das auf eine Fortsetzung des harten Kalkes nach Süden schliessen liesse, erkennen. Vielmehr scheint er brüsk, vermutlich an einem Querbruch zu enden (Tafel I). Das fragliche Gebiet ist eine Wiesen- und Ackerzone mit einer Decke von Gehängeschutt, unter welcher

Mergel des Oxfordien und des Callovien anstehen dürften. Erst am rund 200 m östlich entfernten Waldrand ist wieder oberster Hauptrogenstein aufgeschlossen. Er kann nicht direkt mit dem Hauptrogenstein südlich des mittleren Weihers in Beziehung gebracht werden, so dass zwischen den beiden eine Störung durchziehen muss. Deren Richtung ist nicht näher bestimmbar; doch wird sie sehr wahrscheinlich mit dem oben erwähnten Querbruch identisch sein. Vermutlich quert der Bruch das Rauracien am Hollenberg bei einer Hangverflachung auf 420 m Höhe (Tafel I). Dieser Bruch könnte die südliche Fortsetzung des westlichen Randbruches der Scholle von Chlosterchöpfli–Ränggersmatt sein (S. 338, 343), der an der WNW/ESE gerichteten Querstörung von Birseck verschoben worden ist.

Gebiet zwischen dem finsteren Boden, Dorneck und Ramstel **20**:

Dieser Abschnitt ist vom Gebiet von Hollenberg–Hint. Hagenbuechen durch eine NE/SW gerichtete Verwerfung getrennt (Tafel I). Erstmals kann diese westlich unterhalb der Nordwestecke des Plateaus des finsteren Bodens am Auftreten von Brekzien und von NE/SW verlaufenden Kluftflächen sowie an einem steileren Westfallen als auf dem finsteren Boden erkannt werden. Eindeutiger lässt sie sich im südlichen Teil der Hint. Hagenbuechen fassen (Tafel I): Das Tälchen im Osten dieses Abschnittes ist im obern Teil bis auf Kote 460 m in die mit 8–10° nach Westen fallende Hauptrogensteintafel des finsteren Bodens eingeschnitten. Weiter unten erscheint von 450 m an wieder oberster Hauptrogenstein. Dieser liegt aber fast 50 m zu tief; ausserdem ist sein Einfallen mit rund 40° bedeutend steiler. Ungefähr 100 m weiter südwestlich macht sich der Bruch nochmals bemerkbar, indem er den oben erwähnten Dogger gegen Terrain à Chailles (Oxfordien) stossen lässt (Taf. II, Prof. 9). Von hier zieht der Bruch dem Hollenberg entlang nach Südwesten und verschwindet in den Schuttmassen des Bergsturzes östlich Dornach.

Dem steilen Nordhang des finsteren Bodens entlang lässt sich die Mumienbank des Hauptrogensteins anhand kleiner Aufschlüsse recht gut nach Osten verfolgen (Fig. 4). Zweimal ist sie um geringe Beträge versetzt (Taf. II, Prof. 9). Möglicherweise entspricht der westliche der beiden Brüche der westlichen Randverwerfung des Grabens von Schönmatt. Der östliche Randbruch dieses Grabens lässt sich, wie schon auf Seite 335 erwähnt, östlich des Felskopfes bei P. 571,6 (Fig. 4) fassen; die weitere Fortsetzung nach Süden ist ungewiss. Wir vermuten, er ziehe entlang einer Geländekante zur Strasse Dorneck–Baumgarten (Tafel I), von wo er nach SSE umbiegt und mit dem östlichen Randbruch eines kleinen Grabens den südwestlichen Abschluss der Bruchscholle von Horn–Baumgarten bildet.

Im Gebiet südwestlich des finsteren Bodens treten neben Brüchen der NNE/SSW-Richtung einige parallel der Rheintalflexur verlaufende kleine Gräben und antithetische Vorstellungen auf, so an der Crête, die vom Steinbruch, der 300 m südöstlich Schloss Dorneck angelegt ist, gegen Grossacker hinaufführt (von den 4–5 beobachtbaren, kleinen Brüchen sind auf Tafel I nur zwei eingezeichnet; s. auch Taf. II, Prof. 11, 12). Der Verstellungsbetrag ist hier zwar nur gering, aber im Gelände deutlich erkennbar. Im Norden, bei Grossacker, wird die Bruchstaffel durch einen wenig tiefen Graben, in dem Callovien zutage tritt, abgelöst (Taf. I u. Taf. II, Prof. 10). Dessen westlicher Randbruch ist anhand einiger Aufschlüsse von Ferrugineusoolith fassbar. Im Osten schliesst sich innerhalb des mit Kiefern be-

standenen Waldrandes ein zusätzlicher schmaler Graben an, in dem Oxfordienmergel sichtbar waren.

Weiter östlich steigt der Abhang unvermittelt steil gegen die Strasse Dorneck–Baumgarten an. An deren Böschung steht oberer Hauptrogenstein an, der mit 35° nach Westen einfällt (Tafel I).

Durch das tief eingeschnittene Tälchen südlich Grossacker ist auf der Geol. Spez.-Karte Nr. 77 ein Bruch gezeichnet, der vom finsteren Boden bis ins Ramstel durchziehen soll. Die Ergebnisse unserer Kartierung weichen etwas von dieser Darstellung ab: Die tektonischen Verhältnisse auf dem finsteren Boden kamen bereits auf Seite 344 zur Besprechung. Einigermassen gesichert ist ein Bruch erst südlich der Schlinge der Strasse Dorneck–Baumgarten (zwischen Grossacker und Dichelberg, Tafel I); aber auch hier, besonders im obersten Teil des Tälchens, ist er noch nicht einwandfrei feststellbar. Weiter im Süden ist sein Vorhandensein, wie Profilkonstruktionen ergaben (Taf. II, Prof. 11, 12), als wahrscheinlich anzunehmen. Im untern Teil des Tälchens existiert bestimmt kein Bruch, denn die Aufschlüsse des Hauptrogensteins auf der linken und rechten Talseite passen störungsfrei aufeinander. Vielleicht ist das Abschwenken des Kammes bei Riederen (Tafel I) mit dem Verlauf des Bruches in Zusammenhang zu bringen.

Am Dichelberg, bei Pt. 543 lässt ein kleiner Aufschluss von Variansschichten und Ferrugineusoolith (Tafel I) einen Grabenbruch erkennen (Taf. II, Prof. 11, 12). Dessen östlicher Randbruch verläuft entlang einer Hangverflachung unterhalb dem Fahrweg Dorneck–Schartenmatt.

Südlich Dichelberg zieht die nordwestliche Randverwerfung des Grabens von Schauenburg–Schartenflue gut verfolgbar ins Ramstel hinunter (Tafel I). In dem durch ihn abgetrennten Gebiet von Schartenmatt–Affolter ist der Dogger dieses Grabens freigelegt, der sich allmählich, durch einen Keilgraben unterbrochen, gegen Westen neigt (Taf. II, Prof. 13). Der südliche Randbruch des Grabens **9** ist entlang dem Rauracienfelsen von Ingelstein deutlich fassbar.

Die westliche Begrenzung des hier besprochenen Abschnittes **20** bildet an der Rheintalflexur die Rauracien-Rippe von Dorneck (Tafel I). Das Rauracien besteht aus stark zerbrochenem Kalk, der viele, ungefähr NS gerichtete Kluftflächen aufweist. Im untern Teil der Rippe wurde ein flacheres Einfallen nach Westen gemessen als im obern Teil, der Schloss Dorneck trägt. Dieser Wechsel im Schichtfallen macht sich auch im Gelände durch einen Knick im Hügelkamm bei Kote 400 m bemerkbar.

Südwestlich der Ruine Dorneck kann eine diskordante Auflagerung von Meeressand (unt. Rupélien) auf Rauracien festgestellt werden (Tafel I). Die Winkeldiskordanz beträgt etwa 12°; ausserdem lässt sich zwischen Meeressand und Rauracien eine Abweichung im Streichen erkennen (vgl. Exkursionsbericht Herzog 1956).

4. *Allgemeine Bemerkungen zur Tektonik des Tafeljura*

Wie der übrige Basler Tafeljura und der Dinkelberg ist unser Gebiet durch mehrheitlich NNE/SSW gerichtete Brüche in Bruchschollen, Gräben und Horste zerlegt (Fig. 2). Ein Bestimmen der Neigung der Bruchflächen, wie sie F. v. Huene (1900), A. Buxtorf (1901) u. a. aus dem Verlauf der Verwerfungsrichtungen an

Talhängen und aus direkten Messungen an Verwerfungsklüften ableiten konnten, war uns nur beschränkt möglich. Einzig im Bohrfeld der Saline Schweizerhalle durfte man nach den Bohrdaten auf geneigte Bruchflächen schliessen (s. VERLOOP 1909 und Taf. II, Prof. 1a–c). Durch dieses Indiz und aus Analogien zu den tektonischen Verhältnissen im östlichen Tafeljura sehen wir uns berechtigt, auch die Gräben unseres Gebietes als Keilgräben aufzufassen (Tafel II).

In einem früheren Abschnitt (Seite 333) wurde darauf hingewiesen, dass die Brüche sowie die einzelnen Schollen nicht über das ganze untersuchte Gebiet verfolgt werden können. Vielmehr werden sie, wie weiter unten (Seite 355) ausgeführt wird, durch das mehr oder weniger Ost-West verlaufende Adlerhofgewölbe unterbrochen. Dieser Unterbruch ist so einschneidend, dass je auf der Gegenseite dieses Gewölbes neue Schollen und neue Brüche auftreten. Ebenso stossen wir auf Schwierigkeiten, wenn wir die Bruchstaffeln des Dinkelberges (TREFZGER 1925) über das Rheintal hinweg mit denjenigen von Muttenz–Schweizerhalle parallelisieren wollen (Fig. 2). Nur die beiden Randbrüche des Grabens von Grenzach können zwanglos vom Plateau des Dinkelberges nach Süden verfolgt werden. Sämtliche übrigen Verwerfungen scheinen irgendwo unter den Schottern nördlich des Rheins ein Ende zu finden, denn die Brüche und Gräben, die E. TREFZGER am Abhang des Dinkelberges zwischen Grenzach und Herthen einzeichnet, lassen sich nicht mit denen unseres Untersuchungsgebietes verbinden (Fig. 2). Ausserdem liegt, wie schon VERLOOP (1909) auf Profil 4 seiner Tafel III dargestellt hat, der Muschelkalk des Dinkelberges gegenüber demjenigen, der in den Sondierbohrungen bei Wyhlen angetroffen worden ist, zu hoch. Wir glauben daher, J. VERLOOPS Ost–West gerichtete Störung zwischen dem Hornfelsen (E Grenzach) und Wyhlen (s. VERLOOP, S. 6) als zurecht bestehend übernehmen zu dürfen; wir vermuten allerdings, dass sie noch weiter nach Osten zieht. Ob es sich bei dieser Störung um einen Bruch, eine Flexur oder eine andere Struktur handelt, ist einstweilen nicht abgeklärt.

Anzeichen für eine weitere Ost–West verlaufende Struktur finden sich zwischen Dornach und Liestal (Fig. 2). Bereits bei der Besprechung des Grabens von Schauenburg–Schartenflue **9** haben wir auf den in die SW- bis WSW-Richtung abbiegenden Verlauf dessen westlichen Randbruches aufmerksam gemacht (Seite 334). Betrachten wir die Fig. 2, so erkennen wir auf der Achse Dornach–Gempen–Liestal weitere Brüche[3]), deren Richtung von der der andern Tafeljurabrüche abweicht. Wir halten es nicht für ausgeschlossen, dass hier unter dem jurassischen Deckgebirge eine kräftige EW-Störung vorhanden ist, die vielleicht mit dem entsprechend verlaufenden Adlerhofgewölbe verglichen werden kann.

Über das Alter der Verwerfungen des Tafeljura können wir, ausgehend von unserem Arbeitsgebiet, keine neuen Angaben machen, da im Anteil des Tafeljura tertiäre Sedimente fehlen. Im östlichen Basler Tafeljura dagegen erlauben die Ablagerungen der mittelmiozänen Transgression das Alter der Brüche festzustellen. Die Transgressionssedimente sowie die darüber folgende Juranagelfluh liegen un-

[3]) Ausserhalb des von uns untersuchten Gebietes ist Figur 2 nach den bisher erschienenen geologischen Karten und nach Manuskriptkarten von C. DISLER (Blatt Kaiseraugst), von A. SENN (Blatt Liestal) und ergänzenden Aufnahmen von L. VONDERSCHMITT zusammengestellt worden.

gestört auf bereits verworfenem Mesozoikum. F. v. HUENE (1900), A. BUXTORF (1901), H. CLOOS (1910) und andere Autoren schliessen daraus übereinstimmend auf ein höheres Alter der Verwerfungen als Mittelmiozän. Miozäne Sedimente, die eine Datierung der Brüche gestatten würden, fehlen zwar im Gempengebiet; dagegen lassen sich noch Reste einer Fläche erkennen, die wir der mittelmiozänen Einebnungsfläche gleichstellen möchten. Am auffälligsten erscheint sie im Gebiet der Schauenburgflue (Höhe ca. 650 m). Dort grenzt die aus oberem Hauptrogenstein aufgebaute Tafel von Horn–Gmeinacher (Tafel I) an das Rauracien von Schauenburgflue–Chleiflüeli, ohne dass sich der dazwischen durchziehende Bruch im Gelände durch einen nennenswerten Niveauunterschied bemerkbar machen würde (Taf. II, Prof. 5, 6). Wenn diese Fläche wirklich bei der mittelmiozänen Transgression gebildet wurde, was – wie schon gesagt – durch keine Ablagerungen belegt ist, existiert auch im Gempengebiet ein Indiz für ein höheres Alter der meisten Brüche als mittelmiozän.

Über diese vermutlich mittelmiozäne Fläche ragt mit ihren 759 m Höhe die Schartenflue (Rauracien) beträchtlich hinaus. Man könnte sie als stehengebliebenen Zeugenberg auffassen. Ohne mehr als Indizien zu haben, versuchen wir eine andere Deutung zu geben. Die Anregung hinzu gab uns der Nachweis von Schollenbewegungen während des Quartärs östlich von Basel[4]). Da sich an der Schartenflue mit der grossen Höhe ein auffallendes NNE-Fallen der Gesteinsschichten einstellt (Tafel I), ist doch zum mindesten denkbar, dass auch hier eine späte, nachmiozäne Hebung vorliegt. Eine entsprechende Annahme ist für einen kleinen Horst auf der Hint. Ebni, nordöstlich von Arlesheim gemacht worden (Seite 339).

Die Frage nach dem Beginn der Bruchbildung lässt sich im Untersuchungsgebiet nicht abklären. Nach A. SENN (1928) geht das Aufbrechen der Zeininger Verwerfungszone (Fig. 1) auf das Eozän zurück. A. BUXTORF (1918a) bestreitet dies entschieden und besteht auf oligozänem Alter. Wichtige, diese Fragen betreffende Beobachtungen beschreibt L. VONDERSCHMITT (1942) aus der Gegend von Hirtzbach (Elsass), wo Tiefbohrungen eine eozäne Anlage der dortigen NNE/SSW verlaufenden Brüche ergeben haben. Wir werden kaum fehlgehen, wenn wir auch für einen Teil der Brüche im Tafeljura eine frühe Anlage im Eozän annehmen; stichhaltige Beweise dafür fehlen allerdings einstweilen.

Mit den Ursachen der Bruchbildung im Tafeljura und im Dinkelberg haben sich bisher manche Autoren beschäftigt:

Nach F. v. HUENE (1900) sollen die Brüche im Tafeljura im Spannungsfeld zwischen der Wehratalverwerfung im Osten und den nach Norden vorgeschobenen Falten des Blauengebietes entstanden sein. Diese Spannungen sollen sich durch Aufreissen von Gräben und Brüchen gelöst haben. Anders erklären S. v. BUBNOFF (1912, 1920), A. BUXTORF (1916b) und L. v. WERVECKE (1913, 1918) die Bildung der Keilgräben und Brüche des Tafeljura. Die Keilgräben seien Interferenzer-

[4]) Vortrag von HJ. SCHMASSMANN und L. VONDERSCHMITT anlässlich der Geomorphologischen Tagung der Schweiz. geomorph Ges. in Aarau 1954: Anhand vieler Sondierbohrungen auf Grundwasser in der Hard, östlich von Basel, haben sie bei Untersuchungen des vordiluvialen Untergrundes des Rheintales nachweisen können, dass spät nach der Bruchbildung an alten Brüchen im Quartär Hebungen aufgetreten sind, wobei der Graben von Grenzach höher gehoben worden ist als die benachbarten Horste.

scheinungen zwischen einem alpinen Schub, dem Einbruch des Rheintalgrabens und dem Widerstand des Schwarzwaldes. Der Tafeljura sei in ost-westlicher Richtung gedehnt worden und zur Kompensation dieser Dehnung seien die Keilgräben eingesunken, wobei der einsinkende Rheintalgraben ein Ausweichen nach Westen ermöglicht habe. Besonders A. BUXTORF (1916b, S. 240ff.) weist darauf hin, dass der Grundgebirgssporn bei Säckingen als Drehpunkt gewirkt habe, an dem die Baselbieter Brüche nach Südwesten abgebogen worden seien (Torsion). Ihm fällt das spärlichere Auftreten von Grabenbrüchen im westlichen Tafeljura auf; sie seien durch einfache Verwerfungen ersetzt, weil der Widerstand des Schwarzwaldes dort nicht mehr so direkt in Erscheinung getreten sei. Im oft beobachteten «antiklinalen Bau» der Keilgräben sieht er eine Folge der Torsion; v. BUBNOFF deutet dies mit nachträglicher Stauchung. ALBERT HEIM (1919) und nach ihm E. TREFZGER (1925) können sich mit den oben erwähnten Ansichten nicht befreunden. Sie finden es sonderbar, dass der alpine Schub am Widerstande des Schwarzwaldes im Oligozän nur Verwerfungen und nachmiozän nur Falten erzeugt habe. V. BUBNOFF (1920) entkräftet diesen Einwand und legt dar, dass nicht nur die Richtung eines Druckes sondern auch dessen Stärke zu beachten seien (S. 73: «Das seitliche Ausweichen ist nur bis zu einem gewissen Grade möglich; wird der Druck sehr stark, so tritt eben doch ein vertikales Ausweichen (Faltung, Überschiebung) unter teilweiser Verschonung der versteifenden Scholle ein»). E. TREFZGER (1925) lehnt die Auffassung, die Jurafaltung habe etwas mit der Bildung von Gräben und Brüchen zu tun, ab und betrachtet (S. 55) Tafeljura und Dinkelberg als Staffelbruch zwischen Wehratalverwerfung und Rheintalflexur. Die auch von ihm festgestellte Dehnung führt er einzig auf zerrende Kräfte des einsinkenden Rheintalgrabens zurück. Wenn TREFZGERS Ansicht voll zutreffen würde, müssten Gräben und Brüche der Rheintalflexur parallel verlaufen und zwar auch im Gempengebiet. Unsere Aufnahmen zeigen aber, wie schon die von GUTZWILLER & GREPPIN, ein spitzwinkliges Auftreffen der Verwerfungen auf die Rheintalflexur. Im Gebiet der Steingruben östlich Münchenstein und am Hollenberg, östlich Arlesheim, sind sie noch in der Flexurzone wirksam und scheinen diese sogar zu schneiden (Fig. 2).

S. v. BUBNOFF stellt 1936 die Entstehung des Rheintalgrabens und der Brüche im Tafeljura in einen grosstektonischen Rahmen. Er postuliert verschiedenartige Bewegungen von Großschollen. Ein westlicher Block (Vogesen) wandere nach Südwesten, ein östlicher (Schwarzwald) etwas langsamer nach Süden. Die daraus resultierende Dehnung in ost-westlicher Richtung sei die Ursache für das Einsinken des Rheintalgrabens und für das Aufreissen der Brüche im Tafeljura gewesen. Damit weicht er von seiner früheren Darstellung eines reinen Süd–Nord-Schubes ab. 1942 griff L. VONDERSCHMITT v. BUBNOFFS Idee auf.

b) **Adlerhofgewölbe**

Von Neuewelt über Geispel–Sulz–Egglisgraben–Tal–Adlerhof–Frenkendorf nach Arisdorf verläuft eine Struktur, die als Adlerhofgewölbe bezeichnet wird (Fig. 2). Da sie grösstenteils tief erodiert ist und sich im Gelände kaum ausprägt, wurde ihr antiklinaler Bau erst spät erkannt.

P. Merian (1821) fiel eine anormale Lagerung des Trigonodusdolomits am Asprain, S Rütihard auf. Tektonische Deutungen dafür gab er keine.

A. Tobler (1896) vermutete, die antiklinale Querdislokation von Neuewelt könne zum jurassischen Faltungssystem gehören.

F. v. Huene (1900) schrieb, es sei ihm bei Egglisgraben gelungen, eine recht deutliche Antiklinale mit sehr schmaler Faltung nachzuweisen. Nach seiner Meinung ist sie im Endstadium der Jurafaltung entstanden.

Gleicher Auffassung waren A. Gutzwiller und E. Greppin (1916). Von A. Buxtorf (1916a) stammt die Bezeichnung «Adlerhofantiklinale». Zur Altersfrage schreibt er (S. 187): «m. E. ist aber auch ein oligozänes Alter derselben nicht ausgeschlossen und die Auffaltung wäre dann zu vergleichen mit den ähnlich gerichteten Mettauer- und Mandacher-Störungen des Aargauer-Tafeljuras (vgl. E. Brändlin 1911), die ich ebenfalls als «alt» aufzufassen geneigt bin. Die auffallende Tatsache, dass da, wo die Antiklinale rechtwinklig auf die Rheintalflexur stösst, die letztere nach Westen ausbiegt, scheint mir eher für hohes Alter zu sprechen.»

L. Vonderschmitt (1942) schreibt (S. 95): «Merkwürdig ist die südöstlich von Basel auftretende, EW-streichende Wölbung zwischen Birs und Ergolz, die als Adlerhofgewölbe bezeichnet wird. Sie ist vermutlich prästampischer Entstehung, doch besteht hierfür noch keine Sicherheit.»

Die mir übertragenen Untersuchungen sollten zeigen, ob durch eine Neukartierung des Gebietes weitere Anhaltspunkte zur Lösung der Fragen beigebracht werden könnten.

Tieferen Einblick in den Bau des Gewölbes erlauben drei Sondierbohrungen, die in den letzten Jahren durch die Vereinigten Schweizer Rheinsalinen auf der Gewölbeachse abgeteuft worden sind.

Im folgenden werden die Ergebnisse der Felduntersuchungen von Osten nach Westen beschrieben. In einem späteren Abschnitt wird versucht, die Entstehungsgeschichte des Gewölbes zu rekonstruieren.

Abschnitt Neu Schauenburg–Risch

Die Gewölbeachse lässt sich in diesem Abschnitt recht gut verfolgen, einesteils mit Hilfe des untern Lias im Nord- und Südschenkel, andererseits durch Messungen des Schichtstreichens im Lias sowie im Keuper westlich Adlerhof (Tafel I). Sie verläuft hier in NW-Richtung, biegt wenig weiter westlich in die WNW-Richtung um, während sie im Gebiet von Risch bis Frenkendorf W–E gerichtet ist (Fig. 2).

Beträchtliche Differenzen sind in der Ausbildung zwischen dem Süd- und dem Nordschenkel zu sehen: Im Norden stossen NS-streichende und ostfallende Schollen an das Adlerhofgewölbe, die sich erst im südlichsten Abschnitt zum Nordschenkel des Gewölbes aufrichten (Tafel I). Im Süden hingegen streicht noch der Hauptrogenstein am Aspenrain und am Ättenberg ungefähr dem Gewölbe parallel. Beide Schenkel weisen dazu noch Komplikationen auf, die nachstehend besprochen werden sollen.

In den Südschenkel des Gewölbes dringen die beiden Randbrüche des Grabens von Schauenburg–Schartenflue ein. Der östliche Randbruch (Tafel I) zieht zwischen Ättenberg und Aspenrain nach NNE; ungefähr 350 m südwestlich dem Adlerhof kann er zum letztenmal gefasst werden, da er Opalinuston im Osten von Dogger im Westen trennt. Wie stark er noch den Lias des Südschenkels verstellt, lassen die Aufschlüsse im Gelände nicht erkennen. Auf der Westseite des Bruches stossen die Murchisonaeschichten direkt an mittleren Lias, ohne dass dazwischen Opalinuston vorhanden wäre (Tafel I). Für dessen Fehlen scheinen uns zwei Erklärungen in Frage zu kommen:

1. Beim Einsinken ist der Graben von Schauenburg–Schartenflue an einem kurzen Ost–West-Bruch vom Südschenkel des Adlerhofgewölbes abgerissen. Damit wären wohl die lokalen Verhältnisse gedeutet, nicht aber die damit verbundene Frage nach der Bedeutung des Unterschiedes im Streichen zwischen dem Dogger am Aspenrain und dem Keuper westlich Adlerhof, sowie der kleinen Überschiebung im Nordschenkel des Adlerhofgewölbes (Tafel I). Wir stimmen daher eher einer andern Deutung zu:

2. Der Graben von Schauenburg–Schartenflue ist inkl. dem im Westen anschliessenden Gebiet am westlichen Randbruch der Scholle von Röseren etwas nach Norden verschoben worden. Dadurch wurde das Adlerhofgewölbe zwar nicht zerrissen, wohl aber nach Norden abgedrängt. Der Drehpunkt liegt knapp östlich Pt. 467 (NE Aspenrain). Da hier der schiebende Druck am grössten war, ist die nachgiebige Masse des Opalinustons ausgequetscht worden (Taf. III, Prof. II). Gegen Neu Schauenburg erreicht der Opalinuston wieder ungefähr seine normale Mächtigkeit (Taf. III, Prof. III).

Der westliche Randbruch des Grabens von Schauenburg–Schartenflue kann noch bis in die Gegend von Neu Schauenburg verfolgt werden (Tafel I). Im Lias des Südschenkels, der zwischen der Strasse Egglisgraben–Schönmatt und Neu Schauenburg gut aufgeschlossen ist und eine deutliche Geländerippe bildet, tritt er indessen nicht mehr auf.

Der Nordschenkel stösst an die NNE streichende und nach Osten einfallende Bruchscholle Zunftacher–Adler. Die beiden Brüche, die diese Bruchscholle begrenzen, dringen bis in den Nordschenkel des Gewölbes ein (Tafel I). Der östliche Randbruch ist noch SSE des Adlers im Dogger fassbar. Irgend ein Anzeichen, das uns berechtigt, ihn mit dem gleichsinnigen östlichen Randbruch des Grabens von Schauenburg zu verbinden, fehlt; beide Brüche scheinen vielmehr das Gewölbe nicht zu queren. Der westliche Randbruch der Bruchscholle verstellt noch den Lias des Nordschenkels, was im Tälchen westlich Zunftacher deutlich erkennbar ist. Auf der Südseite des Gewölbes tritt auch er nicht mehr auf (Tafel I).

Zwischen Ebnet und Adlerhof haben die Felduntersuchungen im Nordschenkel das Vorhandensein einer kleinen Überschiebung des Lias ergeben. Aus Tafel I ist ersichtlich, dass der Überschiebungsbetrag rund 200 m betragen wird. Gegen Osten keilt sie offenbar rasch aus. Auf Profil II (Tafel III) ist der Überschiebungsbetrag nur noch gering, und die Überschiebung scheint sich in kleinere Teilüberschiebungen aufzulösen. Auch gegen Westen finden wir keine weitern Anhaltspunkte für Überschiebungen. Das einzige, einigermassen gut aufgeschlossene Profil durch den Keuperkern findet sich SSE Egglisgraben.

Das Adlerhofgewölbe bei Egglisgraben

An der Strasse, die von Egglisgraben nach Schönmatt führt, befindet sich der Aufschluss, in dem F. v. HUENE (1900) die Existenz der Antiklinale im Tafeljura erkannt hat, welche später unter dem Namen Adlerhofgewölbe bekannt geworden ist (Taf. I u. Taf. III, Prof. IV). Die Strasse führt nach Durchquerung des Lias-Nordschenkels über eine kurze Strecke über rotbraunen, tonigen Boden und schneidet dann in einer schwachen Kurve eine Rippe, die aus gebanktem, wenige Meter mächtigem, graugelbem Dolomit besteht. Das Nordfallen hat im Dolomit gegenüber dem Lias (20°) bereits auf 35° zugenommen. Südlich dieses, wohl den Hauptsteinmergeln zugehörigen Dolomits finden sich an der Böschung Spuren sandiger Mergel, die dem Schilfsandstein zuzurechnen sind. Anschliessend ist die östliche Böschung durchwühlt und zeigt Spuren alter Gipsgruben. Eine Schichtung ist im Gipskeuper nicht mehr zu erkennen; offenbar stellt alles rote Mergelmaterial Abraum des früheren Abbaus dar. Erst wieder etwa 120 m südlich der Dolomitrippe erscheint Anstehendes (Hauptsteinmergel und obere bunte Mergel). Aber das Schichtfallen zeigt an, dass wir uns bereits im Südschenkel des Gewölbes befinden. Die bunten, mit Dolomitbänken wechsellagernden Mergel fallen in einem ersten Aufschluss mit 74°, dann mit 52° und im südlichsten mit 46° gegen SSW. Das hangende Rhät und der Gryphitenkalk des Lias können schlecht aufgeschlossen in einer kleinen Grube oberhalb der Strasse beobachtet werden, Gryphitenkalk und Obtusus-Ton ausserdem etwas weiter westlich an der Strasse, wo er mit 45° nach SSW einfällt. Das Profil zeigt ein starkes Aufpressen und eine relativ grosse Mächtigkeit im Südschenkel. Zweifellos ist auch hier disharmonische Faltung vorhanden; aber Anhaltspunkte für eine Überschiebung des Südschenkels auf den Nordschenkel liegen keine vor.

Der dem Nordschenkel des Gewölbes zuzurechnende Lias zieht vom Tälchen westlich Zunftacher mangelhaft aufgeschlossen den Abhang hinauf gegen Egglisgraben und baut im Süden des Gehöftes eine Geländerippe auf (Tafel I). Von da erstreckt er sich, wie durch die auf Seite 331 erwähnten Handbohrungen nachgewiesen worden ist, nach Nordwesten und wird östlich Zinggibrunn durch den westlichen Randbruch der Scholle von Cholholz abgeschnitten. Auf der Südseite des Gewölbes ist dieser Bruch nicht mehr nachweisbar.

Der Südschenkel des Gewölbes ist westlich der Strasse Egglisgraben–Schönmatt nicht mehr aufgeschlossen. Die Doggertafeln von Horn–Sulzchopf–Chlosterchöpfli liegen in ihrem NS-Streichen und Westfallen bereits ausserhalb des Einflusses der Antiklinale (Tafel I).

Adlerhofgewölbe zwischen Egglisgraben und Wartenberg

Westlich Egglisgraben ist der Nordschenkel des Gewölbes nicht mehr aufgeschlossen. An der Liaskante von Zinggibrunn ist zwar kein Einfallen messbar, aber der Lias liegt bestimmt schon flach und nördlich der Antiklinale. Über den Verlauf des Südschenkels geben nur wenige Stellen Auskunft, da die Abhänge von den im S liegenden Doggertafeln her stark verschuttet sind. Auf Tafel I sind zwei Vorkommen von Lias angegeben, die aber möglicherweise etwas versackt sind. Wie weit die zahlreichen Brüche, die von Süden kommen, ins Gewölbe

eindringen, ist nicht feststellbar. Auf alle Fälle treten sie nördlich davon nicht mehr auf. Es sei hier nochmals auf den auffallenden Unterschied im tektonischen Bau der Schollen im Norden des Gewölbes gegenüber derjenigen im Süden hingewiesen (Taf. II, Prof. 5, 5). Nach den Ergebnissen der Sondierbohrung nördlich Sulz (Tafel I) und den Aufschlüssen auf der Südseite des Tälchens von Egglisgraben zu schliessen, dürfte die Gewölbeachse knapp nördlich von Sulz durchziehen (Taf. III, Prof. V).

Der Nordschenkel am Wartenberg

In seiner Publikation über das Rutschgebiet am Südwestabhang des Wartenberges nimmt Hj. Schmassmann (1953a) an, der dem Wartenberggraben (s. str.) zuzurechnende Lias steige im Tal südlich des Dürrain schwach nach SSW an. Nach dem Erscheinen seiner Arbeit fand er, wie er mir freundlicherweise mitteilte, in einem Sondiergraben am Nordrande der Rutschmasse auf 360 m Höhe Keupermergel (Neusatzstrasse, Koord. 615 950/262 910). Dieser Keuper befindet sich in direkter Fortsetzung des Wartenberggrabens (s. str.) und liegt im Vergleich zu dessen Dogger viel zu hoch (Tafel I). Zur Erklärung könnte angenommen werden, der Lias und ein grosser Teil des Opalinustons sei bei der Aufwölbung des Adlerhofgewölbes ausgequetscht worden. Nun verläuft aber, wie die übrigen Aufschlüsse der Umgebung sowie die Sondierbohrungen bei Sulz und auf Geispel schliessen lassen, die Gewölbeachse ziemlich weit südlich der fraglichen Stelle durch das Gebiet von Dürrain, so weit, dass ein so kräftiges Ausquetschen am Wartenberg nicht mehr erwartet werden kann. Wir vermuten deshalb einen längs dem Adlerhofgewölbe verlaufenden Bruch, an dem der Wartenberggraben abgesunken ist (Taf. III, Prof. VI).

Das Gewölbe zwischen Dürrain und der Rheintalflexur

In diesem Abschnitt können nur über den Südschenkel einigermassen sichere Aussagen gemacht werden. An der Oberkante des Dürrain (S Muttenz) weist die Lage der Aufschlüsse von Rhät und Unterlias auf ein schwaches Südwestfallen der Schichten hin. Von hier gegen Westen stehen beidseits der Rothallen an den Böschungen zweier Bachgräben bunte Mergel mit Dolomitbändern (= obere bunte Mergel des Keupers) an (Tafel I). Diejenigen auf der Südwestseite von Rothallen passen ungestört zu den obern bunten Mergeln, die in einem Anriss 250 m östlich der Birsbrücken von Hofmatt anstehen; diejenigen auf der Nordwestseite liegen zu tief. Da beiderseits der Rothallen ein Südwestfallen von 25–30° festgestellt werden kann, sind wir genötigt, zwischen den beiden Bachgräben eine Störung anzunehmen (Taf. III, Prof. VIII).

Diese Störung kann am Nordende der Rothallen gefasst werden: Dort stehen im Bacheinschnitt die letzten Bänke des Trigonodusdolomits an, der von Pt. 301.4 (S Hof Rütihard) dem Asprain entlang nach ESE zieht. Dazu passen die Keupervorkommen unterhalb der Sondierbohrung Geispel (Tafel I), sowie die Ergebnisse jener Bohrung nicht. Vielmehr liegt dieser Keuper mehr als 100 m zu tief (Taf. III, Prof. VIII, IX). Als längs dem Adlerhofgewölbe verlaufender Bruch dürfte diese Störung mit einem südlich dem Hof Rütihard feststellbaren Bruch übereinstimmen (s. unten).

Über den Nordschenkel des Gewölbes erlauben die Aufschlussverhältnisse nur in beschränktem Masse Angaben zu machen. Einzig spärliche Funde von Rhätsandstein am Fahrweg, der von Muttenz auf das Plateau von Rütihard–Geispel hinaufführt (Tafel I), geben einen Anhaltspunkt über dessen Bau.

Der Übergang des Gewölbes in die Rheintalflexur ist leider nicht gut aufgeschlossen, da am West- und Nordwestabhang der Rütihard Gehängeschutt und vor allem Rutschmassen den grössten Raum einnehmen (Tafel I). Gut aufgeschlossen ist der mittlere Keuper im Birsbett (vgl. Hj. Schmassmann 1953b).

Der Trigonodusdolomit, der dem Asprain entlang mit 30° gegen Südwesten einfällt, kann bis zum Pt. 301.4 (S Hof Rütihard) verfolgt werden. Kurz bevor er den Wald verlässt, ist in einer Grube sein Einfallen nochmals bestimmbar. Gleich nördlich von Pt. 301.4 greift eine Mulde weit den Abhang hinauf (Tafel I). In der Wiese, dann eindeutig im Wald oben treten obere bunte Mergel des Keupers auf. Am Weg, der vom Hof Rütihard nach Osten aufs Plateau hinaufführt, stehen graugelber Sandstein sowie schwarze und bunte Mergel (= Schilfsandstein) in schlechten Aufschlüssen unter Baumwurzeln an. An der Böschung unterhalb des Bauernhofes ist Gipskeuper zu erkennen. In welcher Richtung alle diese Keupergesteine geneigt sind, kann leider nicht bestimmt werden. Vermutlich sind sie noch zum Südschenkel des Adlerhofgewölbes zu zählen, da die Gewölbeachse erst weiter nördlich anzunehmen ist (Taf. III, Prof. VIII, IX); sie werden wohl entsprechend dem Trigonodusdolomit nach Südwesten einfallen. Auf jeden Fall aber erscheint der Keuper gegenüber dem Trigonodusdolomit um ein beträchtliches Mass verworfen (Taf. III, Prof. X). Bei dieser Verwerfung dürfte es sich um die Fortsetzung des Bruches handeln, der bei Rothallen festgestellt worden ist (Tafel I).

In den Rutschmassen nördlich des Bauernhofes Rütihard können Gesteine des Lias vom Gryphitenkalk bis zu den Leptolepisschichten erkannt werden. Aber nur am Waldrand oben sind Anzeichen von Anstehendem vorhanden. Diese Gesteine liegen da so nahe beieinander, dass eine horizontale oder gar nach Westen geneigte Lagerung kaum in Frage kommt. Vermutlich gehört der Lias, wie auf Profil 4 (Tafel II) gezeichnet, einem eingeklemmten Grabenbruch an, der im Südwesten von der anschliessenden Keuperstaffel durch einen WNW/ESE verlaufenden Bruch zu trennen ist. Es muss dann angenommen werden, dass er auch im Norden durch einen entsprechenden Bruch begrenzt wird (Tafel I).

Die neuerdings von Hj. Schmassmann (1953b) beschriebenen Keuperaufschlüsse im Birsbett bei Neuewelt stehen mit ihrem Westfallen von 40° ganz unter dem Einfluss der Rheintalflexur. Sie stellen den äussersten Aufschluss des Adlerhofgewölbes dar. Ob dieses westlich der Rheintalflexur immer noch vorhanden ist, wird nur durch Tiefbohrungen abgeklärt werden können.

Die Sondierbohrungen auf dem Scheitel des Adlerhofgewölbes

Im Verlauf des Jahres 1953 haben die Vereinigten Schweizer Rheinsalinen auf Geispel, beim Hof Sulz (S Wartenberg) und beim Hof Tal (S Pratteln) je eine Sondierbohrung abgeteuft (Tafel I). Da alle drei Bohrungen die Trias bis zum Wellengebirge mit dem Kernrohr durchfahren haben, sind ihre Ergebnisse auch in geologischer Hinsicht von grossem Wert.

Die Bohrung auf Geispel (Koord. 614 770/263 140) durchfuhr über eine Strecke von 65 m stark zerbrochene Gesteine des Gipskeupers. Mit nur 5° Einfallen lag der darunter folgende Muschelkalk auffallend flach. Sein Liegendes, die Anhydritgruppe, wies nach unten zunehmende Aufstauchungserscheinungen auf, die Mergel waren gefältelt, gestaucht und zerbrochen. Die Basis der Anhydritgruppe und das Wellengebirge liessen keine tektonische Beanspruchung mehr erkennen. Die beiden weiteren Bohrungen (Hof Sulz, Koord. 616 600/262 460, Hof Tal, Koord. 618 720/261 670) wiesen entsprechende Erscheinungen auf: die plastischen Massen von Keuper und Anhydritgruppe waren stark gestört und durchgeknetet – beim Hof Tal waren die Gesteine des Gipskeupers so fein brekziert, dass sie fast als Mylonit bezeichnet werden können – und deuten auf tektonische Durchbewegung hin, auf Aufpressung im Kern des Gewölbes. Der Muschelkalk war mit 15–20° geneigt.

Mit diesen drei Bohrungen haben wir drei weitere Stellen erhalten, die über den Bau des Adlerhofgewölbes Auskunft geben. Sie erlauben uns, mit unseren Folgerungen weiter zu gehen, als es den früheren Autoren möglich war. Aber es muss festgehalten werden, dass immer noch vieles Hypothese bleibt.

Die Bohrbefunde haben ergeben, dass im Gebiet von Geispel, südlich des Wartenbergs und beim Hof Tal die Auffaltung nur die hangenden Schichten des Wellengebirges erfasst hat, während dieses selbst kaum beeinflusst ist. Wenn wir auch nur von drei Punkten Auskunft haben, glauben wir doch, dieses Ergebnis auf die ganze Erstreckung des Gewölbes ausdehnen zu dürfen. Beim Adlerhofgewölbe scheint also ähnlich, wie seinerzeit A. Buxtorf (1916) für den Faltenjura angenommen hatte, die Anhydritgruppe gewissermassen die Rolle eines Gleithorizontes gespielt zu haben.

Auf dem in der Achse des Adlerhofgewölbes gelegenen Profil 4 (Taf. II) ist die Lage des Muschelkalkes rein konstruktiv gezeichnet, gestützt durch die drei Sondierbohrungen. Kulminationen der Achse sind sicher vorhanden, auch wenn ihre Lage nicht genügend genau bestimmt werden kann. Unsicherheit besteht auch in bezug auf mögliche Bruchstörungen.

Die Entstehung des Adlerhofgewölbes

Während ältere Autoren im Adlerhofgewölbe die nördlichste Jurafalte sahen und ihre Auffaltung ins Jungtertiär stellten, postulierten A. Buxtorf (1916a) und L. Vonderschmitt (1942) ein höheres Alter (vgl. Seite 349). Unsere Untersuchungen erlauben mit Hilfe neuerer Publikationen, wenn auch nicht das Problem der Entstehung vollständig zu lösen, so doch deren Geschichte wesentlich zu vervollständigen.

Bei Untersuchungen im Salzgebiet von Schweizerhalle kam der Verdacht auf, der Südrand des Salzlagers könne mit dem Adlerhofgewölbe zusammenfallen. Oberflächenaufschlüsse und die bisherigen Sondierbohrungen geben hiefür zwar keine eindeutigen Anhaltspunkte; immerhin kann die Frage gestellt werden, warum sich die Antiklinale gerade dort, wo sie sich heute befindet, gebildet hat, ob nicht etwa der Untergrund zum Entstehen eines Gewölbes prädisponiert war. In Frage käme eine Ost–West verlaufende Verwerfung. Eine solche Möglichkeit glauben wir aus den Ergebnissen von Sondierbohrungen im Gebiet von Riburg ableiten

zu können. Dort ist nämlich nach einer mündlichen Mitteilung von Herrn Prof. L. VONDERSCHMITT nachgewiesen worden, dass die ungefähr Ost–West streichende Degerfelder–Rheinfelder-Verwerfung schon in der Trias aktiv war und offensichtlich das dortige Salzlager gegen Süden abschliesst. Gestützt darauf vermuten wir analog, dass im Gebiet des heutigen Adlerhofgewölbes zur Zeit des mittleren Muschelkalkes die im Norden liegende Scholle an einem Bruch abgesunken sein könnte. Eine solche Störung stellt nun aber eine Schwächezone dar, die bei einem späteren, tangentialen Druck eine Gewölbebildung stark erleichtern kann.

Nach der Sedimentation der übrigen mesozoischen Schichten sind die beiden Flügel dieser angenommenen triasischen Verwerfung übereinandergeschoben worden, wodurch das Deckgebirge aufgefaltet wurde. Über das Alter der Aufwölbung geben nur Indizien Auskunft. Die Beobachtungen im Feld haben ergeben, dass die NNE/SSW gerichteten Tafeljurabrüche das Adlerhofgewölbe nicht queren (vgl. auch E. TREFZGER 1925, S. 53–54), und dass die Bruchschollen und Gräben sich nicht durch das Gewölbe fortsetzen. So liegt gegenüber dem Graben von Schauenburg–Schartenflue **9** die nach ESE geneigte Bruchscholle Zunftacher–Adler **1** (Fig. 2) und gegenüber dem Graben von Wartenberg–Rothus **4** das völlig anders gebaute Gebiet von Hint. Ebni–Spitalholz **13–15** (Tafel I). Ausserdem steht dem generellen Ostfallen der nördlichen Schollen ein vorwiegendes Westfallen im Süden des Gewölbes gegenüber. Wir können diese Tatsachen nur damit erklären, dass das Gewölbe zur Zeit der Bruchbildung bereits vorhanden war. Das Zerbrechen der Tafel erfolgte dann nördlich und südlich dieser Zone an Brüchen, die wohl noch gleiche Richtung aufweisen, aber ganz anders angeordnet sind (vgl. S. 346/347).

Einen weiteren Hinweis auf das Alter geben die Wechselwirkungen zwischen Gewölbe und Rheintalflexur. A. BUXTORF (1916a) sieht darin, dass die Flexur im Gebiet von Münchenstein–Hofmatt nach Westen abbiegt, eine Folge des Adlerhofgewölbes.

Dass ausgerechnet an der Stelle, an der das Adlerhofgewölbe an den Rheintalgraben stösst, Trias (Keuper) aufgeschlossen ist, während südlich und nördlich davon Hauptrogenstein ansteht (Tafel I), erscheint uns ohne Annahme einer Präexistenz des Gewölbes unerklärlich. Ein früheres Bestehen der Rheintalflexur müsste ja als versteifendes Element eine Auffaltung im Flexurbereich verhindert haben.

Alle angeführten Indizien deuten also darauf hin, dass das Adlerhofgewölbe zur Zeit der Bruchbildung im Tafeljura und bei Beginn des Absinkens des Rheintalgrabens schon bestanden hat.

Auf Grund von Tiefbohrungen sind in letzter Zeit im südlichen Rheintalgraben (Elsässer Seite) Antiklinalen und Synklinalen festgestellt worden, die von jurassischen Schichten gebildet werden (SCHIRARDIN 1953). Für uns vor allem interessant ist die Tatsache, dass das Eozän diese Strukturen diskordant überlagert. SCHIRARDIN schreibt: «Ces plissements ayant eu lieu avant le dépôt du Lutétien moyen,...». Auch auf der badischen Seite des Rheintalgrabens konnten präeozäne Strukturen (Flexuren oder Brüche) in querer NW-Richtung nachgewiesen werden (O. WITTMANN 1955). Es liegt nun nicht fern, nachdem für das Adlerhofgewölbe ein hohes

Alter erwiesen ist, es mit den analogen Strukturen im Rheintalgraben zu vergleichen und auf ein entsprechend hohes Alter zu schliessen.

Nach einer ersten, nicht besonders starken Aufwölbung ist das Adlerhofgewölbe bei Neuewelt durch die Rheintalflexur überwunden worden, und die Gebiete nördlich und südlich des Gewölbes sind durch NNE–SSW streichende Brüche zerlegt worden. Vermutlich im obern Oligozän setzte im Tafeljura erneut Einebnung ein, die auch das Adlerhofgewölbe erfasste. Bei dieser Gelegenheit wurde es wahrscheinlich eines Teils seines Doggermantels beraubt. Für die nachmiozäne Zeit vermuten wir einen weiteren Zusammenschub des Adlerhofgewölbes. Dafür sprechen vor allem die Aufschlüsse an der Strasse Egglisgraben–Schönmatt (s. Seite 351) sowie die Ergebnisse der Kartierung und die Sondierbohrung bei Tal, S Pratteln (Tafel I): wenig nördlich der Bohrstelle beim Hofe Tal steht am Weg unterer Lias an, der mit 54° gegen NNE einfällt. Darunter kann die normale Schichtreihe des Keupers bis zum Schilfsandstein verfolgt werden; der liegende Gipskeuper ist durch Rutschmassen zugedeckt. In der benachbarten Sondierbohrung ist er dagegen über eine Strecke von 151 m durchfahren worden. Für den Gipskeuper beträgt nun aber die normale Mächtigkeit in unserer Gegend nur rund 100 m, so dass er im Gebiet der Sondierbohrung also mindestens 50 m zu mächtig erscheint. Dies, die starke Brekzierung und die Durchknetung des Gesteins weisen auf eine tektonische Ursache der übergrossen Mächtigkeit des Gipskeupers hin, nämlich auf Zusammenstauchung im Kern des Gewölbes. Der unter dem Keuper angetroffene Hauptmuschelkalk war weit weniger gestört. An den Bohrkernen betrug sein Einfallen nur 20°. Diese verhältnismässig geringe Neigung passt nun gar nicht zum steileren Einfallen des Lias nördlich der Bohrstelle (Taf. III, Prof. II, III). Die hiedurch festgestellte Disharmonie erscheint durch die kleine Überschiebung im Nordschenkel noch ausgeprägter. Eine analoge disharmonische Faltung muss für den Gewölbekern südlich Egglisgraben angenommen werden; denn das steile Aufspiessen, wie es dort in den obern bunten Mergeln (74°) konstatiert werden kann, lässt sich nicht in den Muschelkalk fortgesetzt denken (Taf. III, Prof. V). Nach einer ersten Auffaltung scheint demnach Keuper und Jura neuerdings zusammengestaucht worden zu sein, wobei nun die plastischen Mergel des Keupers als Gleithorizont dienten. Wir stellen diese zweite Faltungsphase in die nachmiozäne Zeit, weil Disharmonien dieser Art kaum hätten entstehen können, wenn das Gewölbe vor dem neuerlichen Zusammenschub nicht seines starren Doggermantels beraubt gewesen wäre.

c) Rheintalgraben und Rheintalflexur

Unser Arbeitsgebiet umfasst im Westen noch einen schmalen Streifen des südöstlichen Rheintalgrabens. Aufschlüsse von Tertiär sind hier zwischen Dornach und St. Jakob nur spärlich vorhanden (Tafel I), da der grösste Teil der Oberfläche durch quartäre Schotter eingenommen wird. Umso wertvoller war, dass uns Ergebnisse zahlreicher Sondierungen auf Grundwasser im Birstal, sowie Berichte über den Bau der Eisenbahnbrücken bei St. Jakob (1925–1932) zur Verfügung standen. Im Bereich der Rheintalflexur erlauben hingegen mehrere Aufschlüsse manche Angaben zu machen.

Bei der Erweiterung der Bahnanlagen bei St. Jakob (E Basel) wurde in den Baugruben eine NNE–SSW streichende Synklinale festgestellt: Tüllinger Süsswasserkalk (ob. Chattien) war bei einer Strassenunterführung ca. 500 m westlich der Birs (Tafel I) mit 14° nach ESE geneigt, während die Fundamente der Bahnbrücken über die Birs auf saigere bis steil nach Westen einfallende Schichten gestellt sind (s. Profil BUXTORF 1934, und Taf. II, Prof. 2). Es ist hier ein Stück der «Mulde von St. Jakob», die bei O. WITTMANN (1949) «Infraflexursynklinale» bezeichnet wird, erschlossen gewesen.

Der Ostflügel der Mulde von St. Jakob lehnt sich steilstehend an die Rheintalflexur; der Westflügel liegt flacher. Die südlichste Stelle, an der sich die Synklinale noch erkennen lässt, liegt zwischen Therwil (Vorkommen von *Ostrea cyathula* an der Strasse Reinach–Therwil), Dornach (*Ostrea cyathula* im Birsbett) und Arlesheim (*Ostrea cyathula* unterhalb des Hollenberges, vgl. JENNY 1917). Die in der Muldenachse gelegenen Aufschlüsse im Birsbett bei Dornachbrugg und südwestlich Münchenstein weisen ein Nordfallen von 10° auf, so dass von Norden nach Süden immer ältere Serien zutage treten (Tafel I). Bei St. Jakob fällt der Tüllinger Süsswasserkalk allerdings schwach nach Südosten ein, was andeutet, dass der tiefste Punkt der Muldenachse hier bereits überschritten ist. Südlich Dornach–Reinach flacht die Mulde aus und ist nicht mehr nachweisbar. Vom Gebiet der Blauenkette hat P. BITTERLI (1945) über sie nichts vermerkt.

Im Osten geht die Mulde von St. Jakob in die Rheintalflexur über, welche die südliche Fortsetzung der kräftigen Bruchzone am Westrand des Schwarzwaldes ist, an der der Rheintalgraben abgesunken ist (Fig. 1); ihr Verstellungsbetrag erreicht bei St. Jakob, nach den Ergebnissen der beiden Bohrungen von Allschwil und den Aufschlüssen bei St. Jakob und Freidorf zu schliessen, ungefähr 1000 m. Ausser der Unterstützung durch Begleitbrüche (Fig. 2) macht sich bei der Rheintalflexur als weitere Komplikation eine von Kandern, an der Südwestecke des Schwarzwaldes, bis zur Hofmatt, nördlich von Münchenstein, zunehmende Überkippung gegen den Rheintalgraben bemerkbar (A. BUXTORF 1928b, O. WITTMANN 1949). Hand in Hand damit vertieft sich die Mulde von St. Jakob. Südlich der Hofmatt schwenkt die Rheintalflexur nach Osten aus und rahmt in einem grossen Bogen die «Bucht von Arlesheim–Dornach» ein (Fig. 2). Hier kann keine Überkippung mehr festgestellt werden; vielmehr ist das Schichtfallen flacher geworden (25–40°. Tafel I). In der Bucht von Arlesheim–Dornach (an der Rauracienrippe von Dorneck) liess sich, wie schon auf Seite 345 erwähnt, feststellen, dass dort der Meeressand mit einer Winkeldiskordanz von 13° dem Rauracien aufliegt. In der Gegend von Aesch ist die Rheintalflexur nicht mehr so deutlich ausgeprägt wie weiter im Norden, da sie von der Blauenkette überprägt wird. Dass sie nicht, wie auf der Geol. Spez.-Karte Nr. 77 gezeichnet, im Nordschenkel der Blauenkette aufgeht, zeigen die hintereinander liegenden Becken von Laufen und Delsberg sowie die Querfalten und Querbrüche im Kettenjura, die im Bereich ihrer südlichen Verlängerung liegen.

Wie wir heute wissen, ist der Rheintalgraben in mehreren Etappen abgesunken: Während früher angenommen wurde, sein Einsinken habe erst im untern Oligozän angefangen, zeigen sich nun immer deutlicher Anzeichen einer früheren

Anlage. So gelang L. VONDERSCHMITT (1942) im Bohrfeld von Hirtzbach der Nachweis, dass der Graben von Dammerkirch schon im Eozän einzusinken begann. Was für diesen Graben gilt, dürfte sich auch auf den übrigen südlichen Rheintalgraben ausdehnen lassen. Im Bereich der Rheintalflexur fehlen zwar direkte Beweise für ein eozänes Absinken, da durch die Transgression des Rupélien (Meeressand) die eozänen und evtl. unteroligozänen Ablagerungen entfernt worden sind. Einen Hinweis gibt aber eine Störung am Ostrand des Beckens von Laufen, die R. KOCH (1923) als «Fehrenbruch» bezeichnet hat. Nach den Angaben KOCHS ist sie prästampisch, eventuell obereozän angelegt. KOCH, später auch L. VONDERSCHMITT (1942) betrachten den Fehrenbruch als südliche Fortsetzung der Rheintalflexur. Während das eozäne Absinken des Rheintalgrabens als Ganzes noch nicht völlig gesichert ist, sind sehr kräftige, vertikale Bewegungen im Unteroligozän (Sannoisien) seit den Bohrungen auf Kalisalze im Elsass und auf der badischen Seite des Rheins eindeutig nachgewiesen. Ein Vergleich von Mächtigkeiten des Sannoisien im südöstlichen Rheintalgraben soll dies illustrieren: Bohrung Allschwil II 271 m (W. HOTZ 1928), Bohrung Allschwil I 97 m (P. CHRIST 1924), am Blauen nach P. BITTERLI einige Meter, an der Flexur nicht nachgewiesen. Mit dem Beginn des Stampien (unt. Rupélien) setzte erneut ein Absinken des Rheintalgrabens ein. Deutlich wird dies durch die diskordante Lagerung des «Meeressandes» auf Rauracienkalk bei Dorneck und am Hollenberg (E Arlesheim) demonstriert. Ein langsames, fortwährendes Absinken dauerte während des Rupélien an, denn bis ins Laufenbecken kann eine beträchtliche Mächtigkeit des Septarientones festgestellt werden. Die Vertikalbewegungen sind damit aber nicht zum Stillstand gekommen; denn erstens liegt ja auch der Meeressand bei Dorneck nicht mehr horizontal (Tafel I) und zum andern sind bei St. Jakob noch die Süsswasserkalke und Mergel des obern Chattien (Tüllinger Süsswasserkalk) durch spätere Bewegungen steilgestellt worden (Taf. II, Prof. 2). Diese postchattische Steilstellung verstärkte die vorher relativ flache Rheintalflexur und bewirkte eine Überkippung im Gebiete von St. Jakob, sowie die Entstehung der Mulde von St. Jakob. Es ist fraglich, ob rein vertikale Bewegungen hiezu ausreichen. O. WITTMANN (1949, p. 33ff.) versuchte eine Deutung mit Hilfe horizontaler Bewegungen an den Nord–Süd gerichteten Scherzonen der Rheintalflexur zu geben: Während in der Tiefe Verschiebungen in der NS-Richtung stattfanden, seien in den Scherzonen Blöcke geringfügig um vertikale Achsen gedreht worden. Auf die dadurch bewirkten Pressungen sei die Überkippung der Rheintalflexur bei St. Jakob und die Entstehung der Mulde von St. Jakob zurückzuführen. Das südliche Ende dieser Pressungszone («distale Blockenden») scheint er nach seiner Abb. 5 in der Gegend wenig südlich St. Jakob anzunehmen. Und doch treten noch bei Neuewelt am Westende des Adlerhofgewölbes Pressungen auf (Taf. II, Prof. 4). Ausserdem kann die Mulde von St. Jakob bis ins Gebiet von Dornachbrugg sicher nachgewiesen werden; hier liegen keine Drehungen von Blöcken um vertikal stehende Achsen mehr vor. Es scheinen demnach noch andere Faktoren bei der Bildung der Mulde von St. Jakob und der Steilstellungen im Bereiche der Rheintalflexur mitgespielt zu haben. Was die bewegungsmechanische Deutung anbelangt, bleiben also noch manche Fragen offen. Dazu gehört auch das buchtartige Ausgreifen der Flexur nach Osten im Gebiet von Arlesheim; ebenso ist die Bedeutung der NW–

SE verlaufenden Brüche nördlich und südlich Münchensteins noch nicht abgeklärt. Dass sie mit der Ausbuchtung der Flexur genetisch zusammenhängen, ist möglich aber nicht notwendig; nicht ganz ausgeschlossen ist eine Einwirkung des wenig nördlich durchziehenden Adlerhofgewölbes. Es ist zu hoffen, dass eine weitere, detaillierte Kartierung des südlich anschliessenden Gebietes zu erkennen hilft, wie die verschiedenartigen Strukturen der Flexurzone miteinander verknüpft sind.

B. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Als Ergebnisse unserer Untersuchung fassen wir folgende Angaben auf:

1. Die Anlage des Adlerhofgewölbes ist älter als die Rheintalflexur;
2. sie ist ebenfalls älter als die NNE–SSW streichenden Brüche des Tafeljura.
3. Das Adlerhofgewölbe ist in mehreren Phasen aufgefaltet worden. Der letzte Zusammenschub erfolgte wahrscheinlich nach der Entstehung der Brüche.
4. Mit dem Beginn des Stampien erscheint in unserem Gebiet das erste Anzeichen einer Absenkung des Rheintalgrabens (Winkeldiskordanz zwischen Rauracien und Meeressand bei Dorneck), während die Grabenbildung weiter westlich schon im Sannoisien, zum Teil schon im Eozän begann.
5. Nach dem Chattien wurde die Rheintalflexur (St. Jakob, Dorneck) verstärkt.
6. Für die NNE–SSW streichenden Brüche ist in Analogie zu den Brüchen im östlichen Basler Tafeljura vormiozänes Alter anzunehmen.
7. Für jüngere Bewegungen (Miozän bis Quartär), die unser Untersuchungsgebiet betrafen, konnten keine bestimmten Anhaltspunkte gefunden werden.

Offen bleibt die Frage nach dem Verhältnis der Tafeljurabrüche zur Rheintalflexur. Wie aus den tektonischen Karten (Fig. 2, Tafel I) ersichtlich, treffen sie spitzwinklig auf die Flexur und durchsetzen sie an einigen Stellen. Sie könnten somit gleich alt wie die Flexur sein oder schon vor deren Entstehung bestanden haben. Da ein Teil der Brüche bestimmt eine alte Anlage aufweist, erscheint wohl möglich, dass diese Brüche älter sind als die Flexur. Auffällig ist nur, dass von ihnen im Blauengebiet nichts sichtbar ist. Es gibt dort wohl einige wenige NNE–SSW verlaufende Brüche, die ein höheres Alter als die Faltung aufweisen, aber sie sind bei weitem nicht so zahlreich wie in der Zone der Rheintalflexur.

Die tektonische Entwicklung des Gebietes erstreckt sich über eine lange Zeit. Das älteste Element ist das Adlerhofgewölbe. Wie wir aus seinen Beziehungen zur Rheintalflexur abgeleitet haben, hat es bei deren Entstehung bereits bestanden. Sollten die Angaben von I. Schirardin (1953) und O. Wittmann (1955) sich auf das Adlerhofgewölbe übertragen lassen, muss mit dessen Anlage vor dem mittleren Lutétien gerechnet werden. Aber auch das Absinken des Rheintalgrabens ist weit zurück zu verfolgen. So weisen die Untersuchungen im Bohrfeld von Hirtzbach auf einen Beginn der Absenkung des Grabens von Dammerkirch, der ein Teil des Rheintalgrabens ist, im Eozän oder sogar in der Oberkreide. Nach der ersten Aufwölbung der Adlerhofantiklinale rissen im Tafeljura die Brüche und Gräben auf, die NNE–SSW streichen. Während der ganzen Periode von Eozän bis ins obere Chattien ging das Absinken des Rheintalgrabens weiter. Sehr kräftig senkte er sich im Sannoisien. Vom untern Rupélien an griff das Meer bei fort-

währendem Absinken des Bodens ständig weiter nach Osten über, wie die Transgressionssedimente des Meeressandes bei Dorneck und am Dornachberg (VONDERSCHMITT 1941) zeigen. Noch im Becken von Laufen ist der Septarienton in beträchtlicher Mächtigkeit vorhanden; der östlichste Aufschluss von Molasse alsacienne, der bisher bekannt ist, befindet sich auf dem Gempenplateau bei Ziegelschür (S Hochwald). Erst nach dem Chattien erfolgte die Heraushebung des ganzen Gebietes über das Meeresniveau.

Die im Helvétien abradierten Tafeljuraflächen wurden im späteren Miozän durch Schotter, welche durch Flüsse von Norden herangeführt wurden, eingedeckt. Die Entstehung der eigentlichen Rheintalflexur, wie sie heute als Ostrand des Rheintalgrabens erscheint, geht auf die nachchattische Zeit zurück; vielleicht hängt sie mit den Hebungen im Miozän zusammen. Während sich der südliche Rheintalgraben bis über das Meeresniveau emporhob, senkte sich der nördliche Abschnitt im Miozän und im Pliozän ganz beträchtlich (salinare Ablagerungen, W. WAGNER 1948). Vermutlich mit dem Pliozän setzte eine kräftige Flusserosion ein; Täler entstanden und damit begann die Bildung von Schuttmassen. An der Wende vom Pliozän zum Quartär erfolgte die Entwässerung durch einen Ost–West gerichteten «Rhein», der über die burgundische Pforte gegen die Rhone floss. Von ihm stammen die Schotter, die die Flächen des Sundgaus bedecken. Diese Schottertafel wurde anschliessend leicht schief gestellt (THÉOBALD 1934), vermutlich durch Heraushebung des Juragebirges. Mit den Eiszeiten im Quartär gelangten alpine Gletscher bis in die Nähe Basels; so finden sich Moränenwälle der grössten Eiszeit in der Gegend von Liestal und bei Möhlin (HJ. SCHMASSMANN 1955). In unserem Gebiet sind zwar keine Moränenablagerungen mehr vorhanden; aber als Zeugen der Eiszeiten sind die weit verbreiteten Schottermassen des Rheins und der Birs anzusehen. Auf diese Zeitperiode geht wohl die Entstehung der engen Talformen im Tafeljura zurück.

Während dem Pliozän und dem Quartär gingen die tektonischen Bewegungen im Rheintalgraben weiter (O. WITTMANN z. B. 1941), und Bodenbewegungen, teils Hebungen teils Senkungen, können bis in die heutige Zeit konstatiert werden.

Geologische Karte des Tafeljura südöstlich von Basel

(NE-Quadrant von L. K. 1067 Arlesheim)

von

Peter Herzog

(Quartär teils nach geol. Spez. Karte Nr. 77)

Masstab 1:25000

0 1 2 km

Zeichen

- Quellen, i. Allg.
- Quellen, gefasst
- Pumpwerke
- Einsturztrichter, Doline
- Streichen und Fallen d. Schichten (25)
- horizontal
- Verwerfung, Bruch
- Überschiebung
- Steinbruch
- Höhlen
- Prähistorische Station
- Bohrstelle (Farbe u. Index = oberste Schichten unter Quartärüberdeckung) (tııı)

Quartär

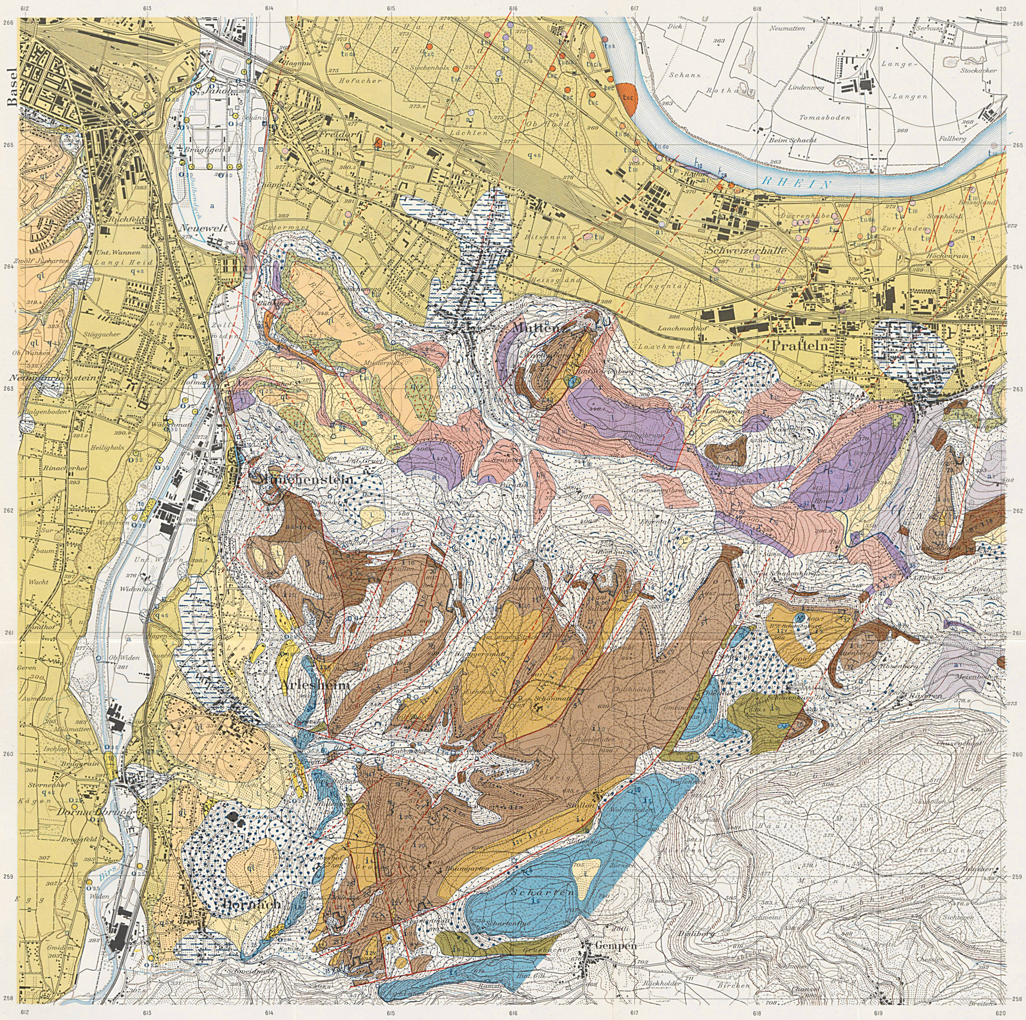
- Künstliche Aufschüttung
- a — Talböden
- Anschwemmungen der Seitenbäche auf die Niederterrasse
- Bachschuttkegel
- Erdrutsch, Rutschgebiete
- Bergsturz- u. Blockschutt
- Gehängeschutt
- Sackung
- L — Verwitterungslehm, Gehängelehm, abgespülter Löss
- ql — Löss und Lösslehm
- q4s — Niederterrassenschotter
- q3s — Hochterrassenschotter
- q2s — Jüngerer Deckenschotter
- q1s — Älterer Deckenschotter

Tertiär

Stampien	Chattien	o3D	Tüllinger Süsswasserkalk
		o3E	Molasse alsacienne
	Rupélien	o2S	Septarienton
		o2M	Meeressand

Mesozoikum

Malm		i5	Rauracien
		i4	Oxfordien
		i2v - i3	Varianssch. u. Callovien
Dogger	Bathonien	i20	Ob. Hauptrogenstein
		i0 i2H	Homomyenmergel
		i10	Unt. Hauptrogenstein
	Bajocien	i1B	Blagdeni-Schichten
		i1H	Sauzei-Humphriesi-Schichten
		i1S	Sowerbyi-Schichten
		a2	Murchisonae-Schichten
Lias		a1	Opalinustone
		l	Sinémurien-Toarcien
Trias	Keuper	r	Rhät
		tııı	Keuper
	Muschelkalk	tıı do	Trigonodusdolomit
		tıı c	Hauptmuschelkalk
		tıı b	Anhydritgruppe



Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 24.5.1956

WASSERMANN A.G. BASEL