

# Tektonik

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Géologie et géographie = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Geologie und Geographie**

Band (Jahr): **9 (1921-1927)**

Heft 1: **Über die subalpine Molasse im Kanton Freiburg**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

## **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.

### III. TEKTONIK

In diesem Abschnitt behandle ich bloß die großen tektonischen Züge unserer subalpinen Molasse. Auf die Details ging ich bei der Besprechung der einzelnen Stufen ein.

Studer gab 1825<sup>1)</sup> ein kleines Profil längs der Sense vom Guggershorn bis an den Zusammenfluß beider Sennen. Er sah aber keine Untertiefung der Molasse unter den Gurnigelflysch, sondern hält jene, da, wo sie an diesen anstößt, für abgebrochen. 1834<sup>2)</sup> hat er bereits eine Molasseantiklinale erkannt und deren Verlauf von Schangnau über Falkenfluh=Giebelegg=Riedstatt=Altenryf angegeben. Dann schreibt er: »Ein Abstoßen der Molasseschichten an dem Fucoidensandstein ließe sich hier wohl verteidigen, ja, man dürfte sogar geneigt sein, die ungewöhnliche gewölbartige Biegung derselben durch ein Aufstauen oder Zurückdrängen an dem Wall der Gurnigelkette zu erklären.«<sup>3)</sup> Es ist aber natürlich ein Irrtum, wenn er die den Kalkalpen zunächst liegende Molasse des Gurnigels und Guggisbergs wegen einiger jedenfalls unrichtig bestimmten Petrefakten der jüngsten Tertiärzeit (Oeningien) zuschreibt.

1853 zeichnet er ein Profil Schwarzenburg=Hallstädteck. Daraus sind zwar »die Molassefelsen als wellenförmig gebogene, deutlich abgesonderte, bandähnliche Lager« ersichtlich. Er hat aber offenbar wieder ungenau beobachtet, wenn er sagt und zeichnet: »Gegen Mittag, wo man sie bis nahe an den Flysch verfolgen kann, scheinen sie horizontal an den steilen Flyschtafeln abzustoßen.«<sup>4)</sup>

Sein Profil Velroz=Semsales=Vaurus<sup>5)</sup> und dessen Beschreibung bringen keine Details für die subalpine Molasse, ebensowenig die Profile Gasteren=Praroman<sup>6)</sup> und Mont Playau=Vevaise.<sup>7)</sup> Überhaupt kommt bei ihm die Molasse des Kantons Freiburg im ganzen sehr bescheiden weg.

1) *B. Studer*. Beiträge zu einer Monographie der Molasse, Taf. I. Fig. 1 und Beschreibung auf pp. 34–35.

2) *B. Studer*. Geologie der westlichen Schweizeralpen, p. 393.

3) *l. c.* pp. 395–397.

4) *B. Studer*. Geologie der Schweiz, II, pp. 375–376.

5) *l. c.* pp. 21 und 156.

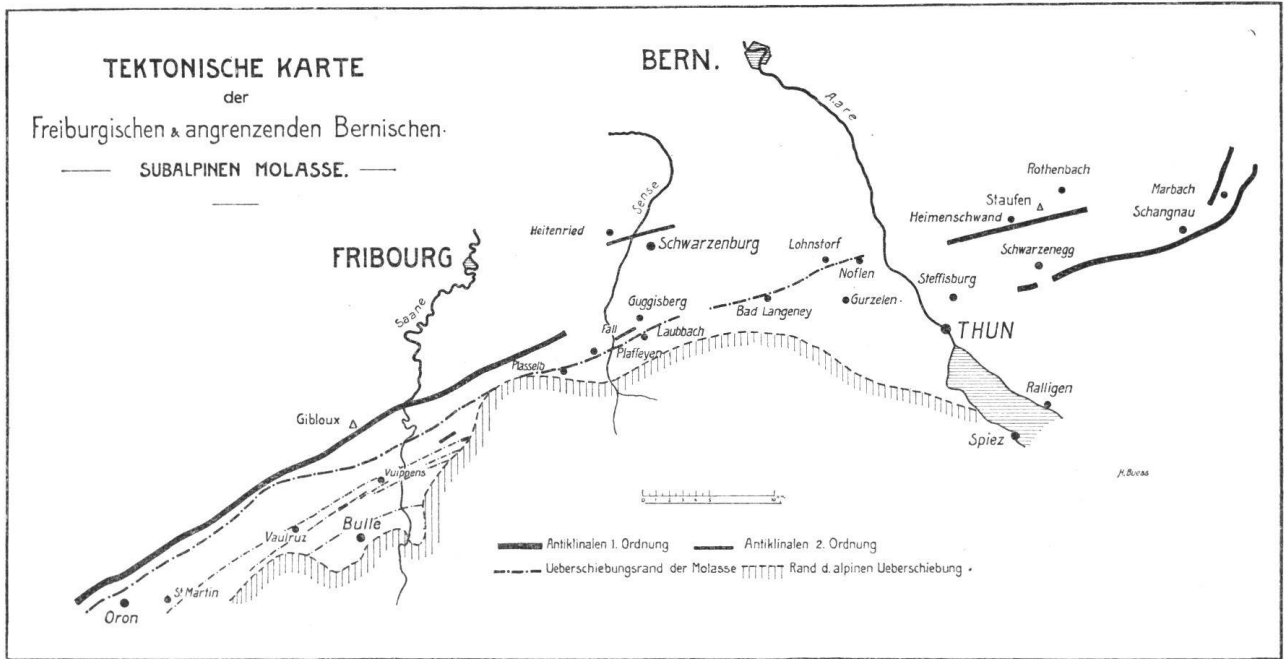
6) *l. c.* p. 157.

7) *l. c.* p. 32.

# TEKTONISCHE KARTE

der  
Freiburgischen & angrenzenden Bernischen.

— SUBALPINEN MOLASSE. —





Die modernere Tektonik der subalpinen Molasse, nämlich Überschiebungen am Alpenrand und antiklinale Aufwölbungen weiter nördlich, wurde aber schon 1847 von Arnold Escher von der Linth erkannt. Die nördliche, große Molasseantiklinale war bereits auf der geologischen Karte der Schweiz von Studer und Escher (Ausgabe 1853) sowie auf der Karte in kleinerem Maßstab von 1855 eingezeichnet. Sie stellt eine fast kontinuierliche Linie dar von der Nordostecke der Schweiz bis an die Grenze Freiburgs, setzt aber hier aus und tritt erst zwischen Nialin und Ouchy wieder auf. Auf der zweiten Ausgabe dieser Karte (rev. von Bachmann) endigt diese Linie bei Guggisberg und fehlt für die Westschweiz ganz. Gilliéron hat sie hingegen auf Blatt XII der geologischen Karte der Schweiz 1: 100 000 von St. Sylvestre bis N Oron-la Ville eingezeichnet. Über deren Verlauf auf waadtländischem Gebiet orientiert Renevier.<sup>1)</sup>

Ein Schema der Antiklinalverhältnisse in der gesamten nordschweizerischen Subalpinmolasse gibt Rollier auf p. 78 seiner »Revision de la Stratigraphie et de la Tectonique de la Molasse au nord des alpes« etc. und die dazu nötigen Erklärungen und Belege auf pp. 72–78. Soweit diese unser Gebiet betreffen, möchte ich mich etwas näher damit befassen. Als einzige Quelle benutzte er hier Gilliéron, Matériaux 18, pp. 408–421 und Blatt XII (nicht XIII, wie es p. 74 druckfehlerhaft heißt) der geologischen Karte der Schweiz.

Wenn man dieser Karte keinen Zwang antut, kommt man zu dem von Rolliers Schema etwas abweichenden Bild auf meiner »Tektonischen Karte der freiburgischen und angrenzenden bernischen subalpinen Molasse« (Teilweise Pause der Blätter XII und XIII der geologischen Karte). Daraus ist ersichtlich, daß  $A_0$  am rechten Aareufer der linksufrigen  $A_{1-2}$  nicht vorgelagert, sondern exakt koordiniert ist, daß also kein zwingender Grund vorliegt, die letztere nicht als natürliche Fortsetzung von  $A_0$  zu betrachten, während die rechtsufrige  $A_{1-2}$  sich vielleicht von Steffisburg über Wattenwil=Gurnigelbad=Fall fortsetzt und ausklingt, oder unter der Berra verschwindet, oder in der Gegend von Menzisberg wieder mit der Giblouxantiklinale scharf. Diese deutliche Antiklinalbildung von Fall (siehe Photographie), von der Rollier keine Notiz nahm, könnte z. B. sehr wohl als die nach ihm auf 4–5 km südlich des Guggisbergantiklinals zu erwartende Fortsetzung von  $A_{1-2}$  (Steffisburg) angesehen werden; sie befindet sich hier zwar bloß ca 2 km südlicher. Der linksufrige Teil von  $A_0$  (Schwarzenburg=Heitenried) würde sich in

<sup>1)</sup> E. Renevier. L'axe anticlinal de la molasse aux environs de Lausanne (Eclogae geol. Helv., vol. VII, No. 4, 1903, pp. 287–299).

diesem Fall auf eine besondere Falte von kurzer Ausdehnung reduzieren, die sich vielleicht dadurch so weit in der Lücke zwischen der Giebelegg- und der St. Sylvestreantiklinale vorgeschoben hat, weil sie sich dort, außerhalb des Nagelfluhkomples leichter bilden konnte.

Möglicherweise ist der heutige Unterbruch der Heimenschwand-Giebeleggantiklinale im zweifellos alten Aaretalboden, wenn nicht ein Eintauchen der Faltenachse oder tiefgehende Erosion vorliegt, so zu erklären, daß sich diese Falte weiter talabwärts an der Belpberg-Nagelfluhmasse gestaut hat. Beim vollständigen Mangel an anstehendem Tertiär in diesem Gebiet, abgesehen von übrigens weiter südlich anstehenden Nagelfluhresten bei Gurzelen, ist man auf bloße Vermutungen angewiesen.

Wieso Gilliéron (Matériaux 18, p. 409) schreiben kann, bei Fall lägen die Schichten horizontal oder gar »l'horizontalité mentionnée à Fall semble indiquer l'existence d'une synclinale«, ist mir nicht erklärlich, sagt er doch im selben Werk »un peu au nord du ruisseau de la Gauchheit, au bord immédiat de la Sense (eben bei Fall) un pli amène au jour une couche fossilifère«<sup>1)</sup> und gibt von dieser Stelle sogar eine kleine Zeichnung (pl. XIII, fig. 5).

Südlich dieser beiden Falten (Phot.) gibt es wenigstens noch drei weitere, zwar weniger deutlich erkennbare, sodaß das Ganze doch kaum bloß als untergeordnete, lokale Störung anzusehen ist; ich halte es vielmehr für das Äquivalent einer großen Antiklinale, resp. deren diskordant gefalteten Kern, der sich vielleicht wegen der Last der darüber liegenden Nagelfluhmasse nicht einheitlich gestalten konnte, sondern die Horizontalverkürzung in einer Reihe von kleineren Einzelfaltungen auslöste. An dieser Stelle ist heute die Nagelfluhdecke zu einem großen Teil verschwunden.

Ähnliche Antiklinalen und Synklinalen zweiter Ordnung (diskordant gefaltete Gewölbekerne), bloß in etwas größerem Maßstab, glaube ich übrigens auch aus den Profilen IV (Wartenfluh) und V (Kriens) der Tafeln VI und VII in Heim, Geologie der Schweiz (siehe auch p. 173) herauszulesen.

Das Profil von Fall bietet ein sehr instruktives Bild von der Tektonik der subalpinen Molasse überhaupt: Nördlich die nicht zu stark gewölbte Antiklinale, dann die sehr steile, sogar übergelegte, die beinahe an der Grenze der Überschiebung angelangt ist; noch weiter südlich ist leider das Profil stellenweise durch Erosion gestört, wir können aber dort sehr wohl kleine Schuppen (Listren) beobachten, welche dann zur eigentlichen

<sup>1)</sup> V. Gilliéron, Matériaux 18, p. 387.

Überschiebung überleiten, denn am Bächlein S. Gopplismatt stehen bereits steil einfallende aquitane Mergel an, die auf die marine Molasse von Fall aufgeschoben sind. Hier fand ich einen prächtigen jungen Rhinoceroszahn und Helices.

Rollier<sup>1)</sup> führt dann für das Alter des Vaulruzsandsteins (Basis des Helvétien) die Stelle bei Wattenwil an, wo die untere Süßwassermolasse (mi) einerseits gegen N in die marine Molasse (mm), anderseits im Süden gegen Laas in den Rallig- und Gurnigelsandstein übergehe und sagt (p. 75), der Rallig-sandstein in Ralligen selbst, in der Verlängerung derselben Überschiebungszone (man vergleiche wieder die Karte) zeige durch seine anormale Lage die Dislokation eines innern Antiklinalen an, welches die Fortsetzung von A<sub>3</sub> sei und welches man in Vevey wieder antreffe. Warum aber dann bei Ralligen gar keine und bei Vevey die Bezeichnung A<sub>5</sub> einsetzen, oder gar letztere wieder in eine unsichere Beziehung mit A<sub>4</sub> bringen (p. 76), statt konsequent A<sub>3</sub> für alle drei Antiklinalreste beizubehalten. Ganz abgesehen davon tritt bei Vevey kein eigentlicher Rallig-sandstein auf, denn die Bezeichnung Ralligsandstein neben mr (molasse rouge, aquitanien inférieur) in der Legende auf der Geologischen Karte Blatt XVI ist offenbar unzutreffend. Alle diese Kombinationen scheinen mir allzusehr von der Idee diktiert, die Molassetektonik auf möglichst einfache Formeln mit großen Faktoren zu bringen. Im Terrain sieht die Sache bedeutend komplizierter und vielgestaltiger aus und je näher wir, wenigstens in unserem Gebiet, dem Voralpenrand kommen, desto mehr treten an Stelle einfacher Antiklinalen wiederholte Überschiebungen.

Für »horizontale Verschiebungen im Bereich des Aaretals unterhalb Thun« spricht sich zwar auch E. Gerber aus<sup>2)</sup> und stützt sich dabei auf seine Studien der Schotter und der Molasse dieses Gebietes. Er anerkennt die auf Blatt XII der geologischen Karte markierte Antiklinale von Giebelegg nicht, sondern ersetzt sie durch eine Überschiebungslinie von Noffen=Lohnstorf=nördlich Rüti am Südabhang der Giebelegg=Längeneybad=Ryffenmatt=Fallvorsassli östlich Plaffeyen, längs deren sich stark schiefgestellte aquitane Mergel fast unvermittelt auf nur schwach südfallendes Vindobonien an- oder aufschoben. Diese Linie hat am rechten Aareufer ihre Fortsetzung nicht etwa in ihrer Verlängerung bei Kiesen, sondern ca. 5 km weiter südlich an der Zulg, zeigt also eine starke horizontale Verschiebung. Die direkte Fortsetzung dieser Überschiebungslinie nach Westen ist auf meiner »Karte

<sup>1)</sup> L. Rollier. l. c. p. 74.

<sup>2)</sup> E. Gerber. Über ältere Aaretal-Schotter zwischen Spiez und Bern, 1914, p. 32 und – E. Gerber. Molasseprofile zwischen Bielersee und Gurnigel, 1918, pp. XXIII–XXIV.

der freiburgischen subalpinen Molasse« und meiner »Tektonischen Karte« eingezeichnet. Ritter<sup>1)</sup> hat sie auf seiner »Flözkarte« bis an den Genfersee weitergeführt.

Eine solche Transversalverschiebung längs eines Querbruches im Verlauf des heutigen Aaretals wäre allerdings nicht ausgeschlossen, wenn die Hypothese von Schardt richtig ist, die er in folgenden Satz faßt: »Dans le plateau, la plupart des dislocations trahissent l'influence incontestable d'une poussée allant du sud-est au nord-ouest. La poussée horizontale a non seulement plissé le plateau, mais l'a déplacé en bloc, de la valeur du plissement du Jura, vers sud-ouest, en glissant évidemment sur une zone formée par des terrains plastiques (Lias-Trias), sur laquelle le plateau s'est déplacé tout d'une pièce.«<sup>2)</sup>

Heim<sup>3)</sup> ist mit Rolliers und Gerbers Transversalverschiebungen von Molasseantiklinalen in großem Maßstab nicht einverstanden; er glaubt vielmehr, daß meist bloß die kartographische Darstellung dazu verleitet hat, weil wohl die geometrische Antiklinale infolge Schwankung um die aufrechte Stellung (und je nach der Wirkung der Erosion) sich verstellen kann, die stratigraphische Antiklinale dagegen ungebrochen verläuft. Überhaupt bildet die große Molasseantiklinale in unserem Gebiet durch Verkümmern oder Aufhören des nordfallenden Nordschenkels nur eine *Flexur*, die mit der Nordlinie der subalpinen Molasse zusammenfällt.<sup>4)</sup>

Weil in der Ostschweiz die Molasse gegen die Alpen hin zuerst mächtig aufgefaltet, im Gegensatz dazu aber in der Westschweiz hinabgefaltet ist, erwägt derselbe Autor die Möglichkeit, daß die Ursache für dieses Verhalten in einer Höherhebung der flachen Molasse als Ganzes vor der Alpenfaltung liege. Diese letztere hätte die Molasse dann nicht aufgestaut, sondern eingedrückt.

Die Dislokationen unserer subalpinen Molasse, so wie sie das heutige tektonische Relief zeigt, zerfallen in verschiedene Phasen.

1. Die Mächtigkeit, das Vorkommen von Strandfacies (Nagelfluh, teilweise Muschelsandstein) in allen Horizonten, die heutige Meershöhe der flachen, nicht weiter dislozierten Molasse beweisen, daß sich der Untergrund während ihrer Ablagerung um über 1000 m senkte und sich später um wenig-

<sup>1)</sup> Tafel XV in »Der schweizerische Bergbau während d. Weltkriegs«, 1919.

<sup>2)</sup> H. Schardt. Aperçu géologique (in »les stations balnéaires et climatiques de la Suisse«) p. 15.

<sup>3)</sup> Alb. Heim. Begutachtung der Schläflistiftungspreisarbeit von Rollier, p. 57.

<sup>4)</sup> Alb. Heim. Geologie der Schweiz, pp. 175–178.



stens diesen Betrag wieder hob. Beide Bewegungen waren in der Westschweiz stärker accentuiert als in der Ostschweiz; denn bei uns ist die älteste Molasseablagerung des schweizerischen Plateaus, der Vaulruzsandstein (Unteres Stampien) vorhanden und aufgeschlossen. Die Wiederhebung und zugleich Schiefstellung (in letzterem Sinn hatte schon die Art der Ablagerung vorgearbeitet, ein Gefälle nach NW bestand also bereits) setzte bei uns früher ein; deshalb dauerte die Sedimentation weniger lange (obere Süßwassermolasse, Oeningien fehlt), die Erosion aber, weil früher einsetzend, bedeutend länger.

2. Arnold Heim<sup>1)</sup> fand durch detaillierte Beobachtung, daß die aus Kreide bestehenden Überwurfsklippen zwischen Thur und Linth auf den aberodierten Schichtköpfen von Molassenagelfluh aufsitzen, während das Molassegebirge selbst durch die Brandung der alpinen Überfaltungsdecken keine wesentliche Umgestaltung erlitten hat. Das Nagelfluhgebirge war schon gefaltet und durch Erosion angefressen, als die Überfaltungsdecken der Alpen noch weiter zurückstanden. Durch ihr Vorrücken wurde in der mittleren Pliocänzeit das Alpengebirge mit dem Nagelfluhgebirge zusammengeschweißt. Die Art seines Zerschellens ist durch die Unebenheiten der Molasseunterlage bedingt.

Die Faltung der Molasse mußte zu Ende des Miocäns stattfinden, und die Alpendecken konnten sich erst kurz vor der ersten Vergletscherung, während des unteren oder mittleren Pliocäns darüber gelegt haben.<sup>2)</sup> Denn die ganze, auch die jüngste Molasse ist harmonisch, alle Stufen miteinander, gefaltet. Das Alter dieser Faltung ist also *nachsarmatisch*, aber noch *vordiluvial*, weil keine Diluvialschotter mehr mitgefaltet sind. Die Molassefaltung in ihren Hauptzügen war also eine *pontische*, etwas verfrühte Bewegung der erst pliocän mit voller Wucht wirkenden Alpenfaltung, als deren letzte Phase wir das An- und Aufstoßen der Decken an der Molasse betrachten müssen.<sup>3)</sup> In unserem Gebiet aber, wo keine gewaltigen Nagelfluhriffe die Brandung brachen, ist es nach meiner Ansicht sehr wahrscheinlich, daß nicht nur die eigentliche Molassegebirgsbildung, sondern bis zu einem gewissen Grad auch dieser letzte Deckenschub sich an der steilen Aufrichtung der südlichsten, meist aquitanen Mergelmolasseschichten beteiligte.

<sup>1)</sup> *Arn. Heim.* Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge, pp. 56—57.

<sup>2)</sup> *Alb. Heim.* Contraste entre la tectonique de la Molasse et celle des chaînes voisines des Alpes externes. (Arch. Sc. phys. nat. Genève, t. 22, p. 343.)

<sup>3)</sup> *Alb. Heim.* Geologie der Schweiz, pp. 188—189.

3. Durch Abrasion wurde das »Plateau« nach der Alpenfaltung zu einem »praeglazialen Penepplain«<sup>1)</sup>, auf welche noch später die Rücksenkung der Alden in Form einer sogenannten »alpinen Randflexur« wirkte.<sup>2)</sup> Diese ist wohl von einer Molasseantiklinale oder -Flexur zu unterscheiden. Die *alpine Randflexur oder Randabsenkung der Molasse* verlegt Heim ins Mittel-diluvium, die Zeit der größten Vergletscherung. Er erklärt daraus die Entstehung der Alpenrandseen (ertrunkene alte Flußtäler) und die Schuttauffüllung der heutigen Täler bis tief in die Alpen hinein. Glaziale Übertiefung im Sinne der Geographen (u. a. Penck) = Aushobelung der Talböden durch Gletscher genügt nicht, denn es sind auch Höhen gesunken.

Für diese und weitere, z. T. heute noch wirkende *epeirogenetische Dislokationen* treten in unserem Gebiet z. B. *Bärtschi* und *Romer* ein. Ersterer spricht von Bewegungen, die den Boden systemlos an verschiedenen Stellen beulenförmig aufgetrieben hätten.<sup>3)</sup> Romer ist Anhänger der Heim'schen Rücksenkungstheorie: »Le mouvement de soulèvement (des Alpes) a été dans la suite remplacé par un mouvement d'affaissement.«<sup>4)</sup> Er glaubt zwischen Broye und Sense bedeutende Beweise dafür gefunden zu haben und schließt dann aus dem Umstand, daß das ausgefüllte Bassin von Bulle ebenfalls von dieser Bewegung mitbetroffen wurde, auf deren postbühliches Alter.<sup>5)</sup> In einer eingehenden Studie über das obere Rhonetal<sup>6)</sup> führt er seine Theorie weiter aus und kommt dabei auch wieder auf das Saanetal zu sprechen. Bärtschi widerlegt aber mit plausiblen Gründen dessen Argumente, soweit sie unser Gebiet betreffen, anerkennt jedoch andererseits durchaus die Möglichkeit sogar ganz moderner Niveauveränderungen.<sup>7)</sup>

Betrachten wir nun noch einige besondere Punkte unserer freiburgischen Molassetektonik.

Verfolgen wir die große nördliche Antiklinale oder besser Flexur durch unser ganzes Gebiet, so finden wir kaum einen Punkt, an dem sie sehr deutlich und auf eng begrenztem

<sup>1)</sup> *Roman Frey*. Monographie des schweizerischen Deckenschotters, pp. 136 ff.

<sup>2)</sup> *Alb. Heim*. Geologie der Schweiz, p. 190.

<sup>3)</sup> *E. Bärtschi*. Das westschweizerische Mittelland, p. 171.

<sup>4)</sup> *C. Romer*. Sur les zones morphologiques de la Suisse occidentale, p. 71.

<sup>5)</sup> *C. Romer*. L'instabilité du Plateau Suisse dans les temps post-glaciaires, p. 243. Siehe auch die Besprechung und z. T. Bestätigung dieser Ergebnisse durch J. Brunhes, P. Girardin, A. Gockel und A. Gremaud im Bull. de la Soc. frib. des Sc. nat. C.-R. 1909/10, vol. XVIII, pp. 14–17.

<sup>6)</sup> *C. Romer*. Mouvements épéirogéniques dans le haut bassin du Rhône et évolution du paysage glaciaire.

<sup>7)</sup> *E. Bärtschi*. I. c. pp. 174–175, 234–235.

Raum beobachtet werden kann. Sie ist größtenteils aus Fallmessungen konstruiert, die örtlich z. T. ziemlich weit auseinander liegen. Auch im tiefen Quergraben der Saane südlich Rossens und in dem diesem parallel geführten Tunnel de Tusy zeigt die Molasse beim Schneiden dieser Störungslinie keine besondern Merkmale, kaum daß ein leichtes Abfallen jederseits meßbar ist.

Einzig beim Fort Lambert (N Le Crêt) habe ich ein Fallen von  $40^{\circ}$  SSE und wenig weiter westlich bei Clos-du-Borny ein solches von  $0-10^{\circ}$  NNW gemessen. Eine stärker gestörte Stelle fand ich bei Le Clos (NE Bouloz), wo an einigen Ausbissen gut meßbar marine Molasse mit zahlreichen Geschieben  $40-50^{\circ}$  NW fällt. Der ganze, ziemlich steile Hang von Le Clos bis Les Vernes wird durch abgebrochene Schichtköpfe dieser nach NW einfallenden Molasse gebildet, die offenbar durch den Druck von SE in dieser Weise aufgerichtet wurde. Im Ravin des »Bois-du-Riez« (SE Bouloz) und in dem großen Steinbruch von Porsel fallen die mächtigen Bänke mariner Molasse  $20-22^{\circ}$  SSE.

Abgesehen von einigen tiefern Niveaus in den Wasserläufen des Galternbaches, der Tafferna und der Sense tritt in unserer subalpinen Zone nördlich der Antiklinale die untere Süßwassermolasse bloß noch zwischen Bouloz und Promasens auf. Alle diese Aufschlüsse sind aber nur zum geringen Teil tektonischen Störungen zu danken. Ihr Zutagetreten ist wesentlich der Erosion zuzuschreiben.

Bietet also der Verlauf der großen Flexur nicht viel interessantes, so haben wir doch einige recht hübsche Nebenfaltungen und andere Störungen aufgeschlossen, z. B. die Doppelfaltung von Fall am rechten Senseufer, die flache Antiklinale bei der Sodbachmühle (Heitenried-Wahlern), welche beide hier an Stelle der geöffneten oder nicht vorhandenen grossen Antiklinale treten, die von Dillenius<sup>1)</sup> beschriebene und photographierte Falte am Ruisseau de Stoutz bei La Roche (von Heim<sup>2)</sup> auffallenderweise in die große nördliche Antiklinale einbezogen), die Falten der Vaulruzsandsteine z. B. bei Marsens (en Buchille, chez les Morets), das flache Nagelfluhantiklinal N Pont de Tusy, die Steilstellung und Verbiegung der Nagelfluhbänke an dieser Brücke selbst (siehe Phot.), die verschiedenen Überschiebungen und Querbrüche im Vaulruzsandstein (siehe dort) etc.

In diesem Zusammenhang müssen wir uns auch mit dem Problem der sogenannten *Ebene von Bulle* befassen. Durch seine Studien (Beobachtungen und Konstruktionen) ist Engelke<sup>3)</sup>,

<sup>1)</sup> E. H. Dillenius. Neuere Untersuchungen etc., pp. 21, 43–44.

<sup>2)</sup> Alb. Heim. Geologie der Schweiz, pp. 177–179.

<sup>3)</sup> A. F. Engelke. Untersuchungen über die Tektonik der Ebene von Bulle.

auch in Anlehnung an Gilliéron<sup>1)</sup>, dazu gelangt, diese Ebene als Senkungsgebiet, einen »Kesselbruch« zu betrachten. Dies hat er jedoch nur für die Jura- und Flyschformation bewiesen und die Frage offen gelassen, ob der Einbruch dieser Voralpendecken mit Eocän bei deren Überschiebung auf die Molasse, die an dieser Stelle bereits stark erodiert war, erfolgt, oder ob nachträglich dieses Stück der Voralpen zwischen Alpettes und Berra samt ihrem anormalen mittel- und jungtertiären Substratum eingebrochen sei. Auch ich kann dieses »Geheimnis der ewigen Teufe« nicht aufschließen, doch möchte ich immerhin versuchen, ein paar weitere Gesichtspunkte in Erwägung zu ziehen.

*Schardt* glaubte, daß die Überschiebungsdecke, der die Relikte in der Ebene von Bulle angehören, in ihrem Substratum bereits eine erodierte Depression vorgefunden habe.<sup>2)</sup>

*Engelke* hat plausible Anhaltspunkte für seine Konstruktion von drei lebhaft oszillierenden, allgemein NE—SW verlaufenden Antiklinalen gegeben, trotzdem zur Kombination der Streich- und Fallverhältnisse der wenigen z. T. noch verzerrten und lokal sehr beschränkten Klippen verschiedener stratigraphischer Horizonte viel Theorie und Vermutung aufgewendet werden mußte. Diese Antiklinalen setzen sich nach Westen etwas hypothetisch, nach Osten aber »unbedingt« in drei entsprechenden Antiklinalen des Montsalvens fort. Die Scheitelhöhe der ersteren ist bloß durch die Brüche am Montsalvens (Bataille) und den Saanebruch um etwa 140 m gesunken errechnet worden.<sup>3)</sup>

Wären diese Antiklinalen, Einbrechen infolge Depression im Substratum vorausgesetzt, während des Deckenvorrückens in ihrem Streichen so auffallend unverschoben und als solche erhalten geblieben? Ja, hätten sie sich in diesem Fall in dieser selben Weise ohne augenscheinlichen Bremsklotz in ihrer Front überhaupt gebildet? Ich denke kaum.

Wir haben weiter die Frage zu prüfen, ob dieses Einsinken sich nur auf Jura und Flysch beschränkt, oder ob auch die unter- resp. vorgelagerte Molasse mitbetroffen wurde. Trifft dieses letztere zu, so hätten wir einen zweiten Grund zur Annahme, nicht eine bereits vorhandene Erosionstiefe, sondern eine in Bezug auf den Deckenschub posthume tektonische Störung des ganzen Gebietes hätte die Brüche und damit das Einsinken bewirkt.

Leider verhindert die mächtige Entwicklung des Quartärs in der Ebene von Bulle jegliche Konsultation des anstehenden oligocänen oder miocänen Tertiärs. Wir sind also auf die

<sup>1)</sup> *V. Gilliéron*. Matériaux 12.

<sup>2)</sup> *R. de Girard und H. Schardt*. Excursion de la Soc. géol. Suisse dans les Préalpes frib. et vaud. 31 VII—4 VIII 1907, p. 170.

<sup>3)</sup> *A. F. Engelke*. I. c. pp. 50—57.

nächsten nördlichen Molasseausbisse angewiesen, dürfen aber dort natürlich bloß schwächer angedeutete Brucherscheinungen erwarten. An solchen fehlt es nun allerdings nicht. Schon am südöstlichsten Vaulruzsandsteinbruch bei Montcaillaz (P. 802 W. Bulle) treffen wir N-S-Brüche, freilich mit wenig ausgesprochener Vertikalverschiebung. Zahlreich finden wir aber solche Brüche im selben Gestein bei Champotey, sur le Mont, Vuippens, Marsens (siehe dort) z. T. mit bedeutendem Denivellement. Wir treffen sie auch längs der Saane z. B. bei Tussy-Pont-la Ville. Diese Brüche in der härtesten Molasse, die sich nicht sowohl als Folge von Überschiebung erklären lassen (wie die Brüche in Streichen), als eben von andern tektonischen Vorgängen, sprechen für das Einsinken des ganzen in Frage stehenden Gebietes.

Eine dritte Möglichkeit, die sich bloß auf die Zeit dieses Einbruchs bezieht, wäre noch die, daß das Molasse-Substratum schon vor der Ankunft der Decken eingesunken, nicht durch Erosion ausgetieft, sei, daß sich diese Masse also in den bereits vorhandenen Einbruchskessel ergoß und dabei, den größern Bruchlinien sich anschmiegend, selbst ähnlich brechen mußte.

Gegen die erosive Austiefung dieser Depression spricht bei mir außerdem der Umstand, daß ich nirgends einen so tief gelegenen Abfluß aus diesem Becken finden kann, dessen oberes Molasseniveau stellenweise doch wenigstens 100 m unter der heutigen Oberfläche, also ca. 600 m ü. M. liegen muß. Dieser Abfluß wäre dann vor dem Deckenschub nach Süden oder Südosten gerichtet gewesen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß sich schon während der Sedimentation der Molasse wenigstens lokale tektonische Bewegungen neben dem allgemeinen Sinken geltend machten. So kenne ich ein Beispiel von diskordanter Lagerung der marinen Molasse an der Straße Marly-au Mouret zwischen P. 675 und P. 705, La Crausaz, wo, auf eine Länge von ca. 30 m aufgeschlossen, von Geröllschnüren durchzogene Schichten 20° nach N einfallen, welche von fast horizontaler Molasse mit weit größern Geschieben und Mergeleinschlüssen überlagert sind.

Heim gibt in seiner »Geologie der Schweiz« eine Anzahl Molasseprofile typischer Regionen; davon entfallen auf die Westschweiz nur zwei, und von diesen tangiert keines das Gebiet Freiburgs, trotzdem gerade dadurch z. B. die Vaulruzmolasse ausgeschaltet wird. Ich habe nun auf meiner Karte und im Abschnitt Vaulruzsandstein drei solcher Profile gezeichnet.

Eine Übersicht über die Tektonik der gesamten subalpinen Molasse, soweit sie bis heute bekannt ist, findet sich als Tafel V in der »Geologie der Schweiz« von Heim.

Für unser Gebiet zeichnete ich die beigelegte Skizze (im Original 1 : 100 000).