

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

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 10 (1923-1927)

Heft: 1: Geologische Untersuchungen im Gebiete der Préalpes Externes
zwischen Valsainte und Bulle

Artikel: Geologische Untersuchungen im Gebiete der Préalpes Externes
zwischen Valsainte und Bulle

Autor: Büchi, Otmar

Kapitel: B: Tektonik

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-307120>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.03.2025

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

B. TEKTONIK.

I. Tektonik der Niederung von Bulle.

Zuerst mögen die verschiedenen Ansichten früherer Autoren besprochen werden, dann folgt meine Auffassung, die sich aus den neuen Funden ergibt.

Gillieron ist sich nicht klar geworden über die Tektonik dieser Gegend und berichtet nur von Brüchen z. B. der Saane entlang am Kontakt von Flysch-Oxfordien. 1907 ist eine eigene Arbeit über die Tektonik der Ebene von Bulle von Arthur Engelke (Lit. Nr. 3) publiziert worden. Sowohl Arn. Heim wie Buess lehnen seine nur auf erkünstelten Konstruktionen beruhenden Erklärungen ab. Er hat 3 Antiklinalen konstruiert und sie in Verbindung gesetzt mit drei entsprechenden am Montsalvens. Die Unrichtigkeit der Annahmen ergibt sich aus den neuen stratigraphischen Funden, die ich anführte, welche einer Auffassung der Niederung von Bulle mit Antiklinalen-Bau völlig widersprechen. Das durchschnittliche Streichen der Schichtkomplexe ergibt nach der geolog. Aufnahme ganz andere Richtungslinien als am Montsalvens, ca. N 30 E als Fortsetzung des Streichens der Moléson-Antiklinalen. Sowohl Engelke wie Prof. R. de Girard (Lit. Nr. 30) haben die Ebene von Bulle als: *champ d'effondrement* betrachtet, um sich erklären zu können, daß hier der Malm von la Tour de Trême in viel tieferer Lage ist als am Montsalvens.

Buess (Lit. Nr. 2) läßt diese Frage bei Seite und untersucht nur, ob die Molasseunterlage Anlaß geboten habe zum angenommenen Einbruch der „Gewölbe“, sei es daß sie ein Erosionstal aufwies, oder daß sie mit eingebrochen ist. Prof. Schardt spricht im Exkursionsbericht von 1907 (Lit. 30) die Vermutung aus, daß die Überschiebungsdecke, der die

Relikte in der Ebene von Bulle angehören, in ihrem Substratum eine erodierte Depression vorgefunden habe, ein pliocänes Tal.

Die kleinen Brucherscheinungen im Vaulruz-Sandstein bei Montcaillaz und den verschiedenen Aufschlüssen von Champotey, Sur le Mont, Vuippens, Marsens sollen nach Buess für das Einbrechen des ganzen in Frage stehenden Gebietes sprechen. Diese Brüche sollen bedeutendes „Dénivellement“ aufweisen und sich nicht als Folge von Überschiebungen erklären lassen.

Wenn Buess noch eine dritte Möglichkeit erwähnt, eines Einbrechens der Molasseunterlage vor der Ankunft der Decken, so muß ich denn doch fragen, wie Buess sich überhaupt die Deckenüberschiebung über das Alpenvorland vorstellt, um eine Möglichkeit der Trennung der Molasse-Überschiebung und Faltung vor der Deckenbewegung ins Auge zu fassen.

Buess liefert gerade in seiner Arbeit eine übersichtliche Skizze über das Streichen der verschiedenen Molasseaufschlüsse in der Ebene von Bulle, das sehr einheitlich ist. Das weitaus überwiegende Streichen ist N 60 E mit vereinzelt Abweichungen bis zu N 90 E. Diese Skizze wie auch die tektonische Kartenskizze am Schlusse der Dissertation zeigen ein ganz kontinuierliches Verlaufen der Molasse von La Savoyardaz am Fuße der Alpettes bis Hauteville an dem N-Teil der Ebene von Bulle vorbei. Beim Einbrechen von ca. 160 m, wie es Engelke berechnet hat, wäre ein Ausbiegen der Molasseaufschlüsse gegen N zu konstatieren; im Gegenteil aber finden wir hier viel südlicher als im W und E der Plaine de Bulle noch Molasse (Montcaillaz bei Bulle). Die Molasse bietet mir also durch ihren ganz regelmäßigen Verlauf am N-Rand der Ebene von Bulle und durch das Fehlen von jeglichen bedeutenderen Störungen in vertikaler Richtung den Gegenbeweis für einen Kesselbruch in der Gegend.

A r n. H e i m (Lit. Nr. 11) befaßte sich 1919 mit der Tektonik der „Ebene“ von Bulle und erklärte, man könne sich aus den einzelnen Aufschlüssen kein befriedigendes Bild konstruieren. Er konstatierte nur, daß die einzelnen Aufschlüsse Falten und Fältelungen bieten mit Schichtstreichen nach allen Seiten.

Nach den im stratigr. Teil erwähnten Tatsachen konstatierte ich:

1. dreimaliges, durch jüngere Bildungen getrenntes Auftreten von Aalenien,
2. ziemlich regelloses Auftreten von sandigen Kalkschuppen des mittleren Doggers,
 - a) ein flaches, schiefes Gewölbe bei Pereyre (nach Arn. Heim), das sich noch ca. 300 m gegen E verfolgen läßt;
 - b) in der Richtung dieser Gewölbeachse folgt die einfache Bajocien - Bathonienschichtreihe von der Fabrik von Tour de Trême;
 - c) oberhalb und unterhalb der Brücke Bulle — la Tour eine leicht gebogene, zuerst S und dann SE fallende Schichtplatte von Bajocien, das flußabwärts von Bathonien überlagert wird; darüber aufgeschobene oder aufgeschürfte weitere Bathonienschichten. Der ganze Komplex ist entweder mit Pereyre zu verbinden oder mit den isolierten Bathonien-Aufschlüssen am Waldrand P 732. Der Aufschluß an der Rinne im Wald ob les Oyes kann im Streichen mit dem S-Schenkel des Pereyre-Gewölbes verbunden werden; beweisen läßt sich der Zusammenhang nicht;
 - d) in Crêt Vudy zwei nach Lagerung und lithologischer Beschaffenheit sich unterscheidende Bathonien-schuppen, die in einem Winkel von 70° gegeneinander stoßen. Wenn es ein Spitzbogen wäre mit 40° axialem SW-Gefälle, wie Arn. Heim ausrechnet, so hätten sich die Schichten gegen W schließen müssen und es wäre von Gilliéron beobachtet worden, der den Aufschluß vor dem Abbau durch Steinbruch sah. Gegen E müßten die Schichten des Kerns zum Vorschein kommen, das ist auch nicht der Fall, weil vermutlich nur eine Füllmasse von Aalenien vorhanden ist. Auf der S-Schuppe liegen Callovien-Schiefer in allmählichem Übergang zum Divesien, welcher Komplex die beiden südlichen Aalenienmassen trennt.

Die Aalenien-Hauptmasse liegt im NW auf Flyschmergeln, in welchen das Doggergewölbe von Pereyre steckt

mit den übrigen isolierten Bathonienbänken. Die Flyschmasse setzt sich sehr wahrscheinlich gegen W fort und bildet die Unterlage oder Hüllmasse für die Malmklippen von la Tour de Trême. Der kleine Zwischenraum zwischen der Dogger- und der Malmschuppe bei der Fabrik war starker Erosion unterworfen und ist im Diluvium mit Grundmoräne zugedeckt worden. Für diese leicht erodierbare Schicht dürfen wir füglich Flysch annehmen, da sie in der streichenden Fortsetzung des Flysches von Bouleyres liegt.

Diese Flyschzone, die ich am NW-Waldrand von Bouleyres gegenüber Bulle nochmals konstatierte, bildet das Liegende der ganzen praealpinen Überschiebungsmasse und liegt in der Gegend von Bulle (Montcaillaz) auf Molasse. Die Nähe der Molasseunterlage mit den aufgeschobenen Vaulruz-Sandsteinschuppen erklärt sehr leicht die regellose Lagerung der Doggerschuppen im Flysch, welche zerrissen, verbogen und geschuppt wurden, zugleich mit ihnen die drei Malmklippen.

Die ganze Niederung von Bulle bietet uns das Bild einer Schuppenzone in der vollen Bedeutung des Wortes. Wir erinnern uns an die Sattelzone, an die Gegend zwischen Adalboden und Lenk, wo auch eine Schuppe auf die andere folgt ohne stratigr. Reihenfolge und immer wieder von Flysch unterbrochen, nur mit dem Unterschied, daß dort fast alles von den Alpen weg gegen N fällt und hier alles S-wärts unter die Klippendecke eintaucht und gegen N ansteigt über die älteste aufgeschobene Molasse.

Diese Zone bildet wahrscheinlich als Erosionsrelikt die Unterlage der früheren westlichen Fortsetzung des Montsalvensschürflings. Die heutige Verbindung der Vorkommnisse der Niederung von Bulle mit der Unterlage der Montsalvensfalten ist unterbrochen durch die von Arnheim erkannte transantiklinale Flyschauwölbung, die jetzt durch die Saaneerosion bloßgelegt, einem tektonischen Fenster gleichkommt. Die Karte zeigt die Reihe der Flyschaufschlüsse der Saane entlang, vom Pont de Broc bis zum Dorf Morlon, welche alle mehr oder weniger gegen SW einfallen und jene vom Pont des Moulins in Broc-Fabrik und unterhalb Botterens, welche ihrer Kleinheit und

wirren Lagerung wegen die Feststellung der Streichrichtung nicht gestatten. Dagegen werden letztere sichtbarlich gegen E durch die mesozoische Masse der Montsalvensfalten überlagert, tauchen daher gegen E ein. Statt der Bruchlinie von Gilliéron der Saane entlang und dem Kesselbruch von Engelke haben wir Aufwölbung der Unterlage, welche zwei stratigr. verschiedene, aber derselben Hauptdecke zugehörige Gebilde trennt. (Divesien und Malm sind beiden Teilen gemeinsam.)

Das Juragebiet der Niederung von Bulle betrachte ich als westliche Fortsetzung derselben Decke, die an der Basis statt der Falten in Fetzen zerrissene Dogger-Malmmassen enthält in beliebiger Anordnung und in allmählichem Ausklingen gegen W.

Schon Engelke hat gegen W keine Fortsetzung des Mesozoikums konstatieren können wegen der mächtigen Moränenüberlagerung. Der tiefe Trêmedurchbruch durch die Vorberge des Moléson weist nur Flyschsandstein und Mergel auf, ebenso weist der über die Moränenbedeckung herausragende Teil des Hügels von La Schia von 1000—1400 m nur Flysch auf, der gegen S einfällt und gegen E hoch über die in der Tiefe liegenden mesozoischen Schuppen wegstreicht, sie einstmals mit vielleicht 1000 m Mächtigkeit überlagerte.

Die kleinen mesozoischen Schuppen der Ebene von Bulle erscheinen als untergeordnete Schürflinge in der mächtig entwickelten Berra-Gurnigel-Flyschdecke.

II. Tektonik des Montsalvens.

Das Tal der Saane liefert einen natürlichen Querschnitt durch die ganze Kette und gestattet schon von der Ferne eine Reihe von Falten zu erkennen. Gilliéron hat schon in seinem Profil 6 Gewölbe unterschieden und bis zum Divesien hinab gezeichnet. Arn. Heim hat als erster die Überschiebung

des Malm am N-Rand des Massivs auf Flysch und Oberkreide erkannt und gezeichnet. Die Détailaufnahme macht einige Korrekturen an der früheren Bearbeitung notwendig und brachte auch neue Tatsachen zum Vorschein. Ich werde die einzelnen Gewölbe, die von S nach N numeriert sind, der Reihe nach durchnehmen in Bezug auf ihr tektonisches Verhalten mit allen Dislokationserscheinungen.

Antiklinale 1. Beginnen wir mit dem S-Schenkel. Seine Untersuchung wird durch den interglacialen Abtrag des Jogne-Javrozlaufes und darauffolgende Auffüllung des Tales mit Grundmoräne sehr erschwert. Der S-Schenkel zeigt sich nur am Eingang der Schlucht bei Broc-fabrique auf 400 m Entfernung und weit E davon am Rio de Lidderey nur auf kurze Strecke im Bachquerschnitt. An beiden Aufschlüssen fällt er mit $50-60^{\circ}$ unter die Klippendecke ein und streicht N 54 E beim W-Aufschluß und N 5 E am Rio de Lidderey in gestörter Lagerung. Am Eingang der Schlucht sind nur dünnbankige Portlandschichten sichtbar mit Flysch an der Basis. Der S-Schenkel des Gewölbes ist zerrissen bis auf 10 m Portlandkalke, während gleichzeitig Flysch in die geborstene Antiklinale aufgedrungen ist. Das Malmwändchen weist eine Störung auf. Es knickt scharf ab im Streichen, taucht unter spitzem Winkel in die Tiefe und ist auf eine weitere Malm-schuppe mit Hauterivienbedeckung aufgeschoben.

Diese Schuppe steht nicht mehr in der Streichrichtung des S-Schenkels, sondern sie streicht N 30 E und fällt 35° gegen S. Ich erkläre mir diese Störung im Zusammenhang mit der Aufwölbung aller Antiklinalen am W-Rand der Kette und zugleich durch das Auskeilen der Schichten, wodurch sie leicht brechen und sich in Schuppen auflösen. Die Streichrichtung des Malmfelsens mit Wasserfall bildet die Resultante zwischen den beiden Kräften der fast N-S gerichteten Faltung und der axialen Aufwölbung. Dieser S-Malmschenkel muß gegen W stark angestiegen sein, denn in seiner Fortsetzung findet man Divesienmergel mit Fältelungen, welche hinter dem Flysch des Gewölbekernes hervorstreichen, während am E-Ende die Malmrippe vor dem Verschwinden im Diluvium unmittelbar an Wildflysch grenzt.

Am Rio de Lidderey ist der Flysch nicht mehr so weit ins Gewölbe hinaufgepreßt, es findet sich normal ein Divesienkern; im S-Schenkel ist Argovien nicht festzustellen. Es zeigt sich nämlich eine Störung, indem das Portland auf Sequan überschoben ist mit schwach S-fallender Überschiebungsfläche. Das Gewölbe 1 dürfte dort nahe am Auslöschen sein, es ist nur noch ein wenig überliegend, der N-Schenkel zeigt normale Schichtreihe. Das Argovien fällt 75° nach S und streicht N 34 E, also ergibt sich eine leichte Abdrehung gegen N, welche sich bei der 4 km langen Unterbrechung der Aufschlüsse leicht vollziehen kann.

N - S c h e n k e l. Er zeigt sich auf etwas größere Entfernung als der S-Schenkel. Vom Steinbruch an der Jognebrücke, der das Liegende der ersten Mulde darstellt, läßt er sich ungestört verfolgen bis in den oberen Teil der Jogneschlucht, fast auf 1 km Entfernung und zuletzt nochmals am Rio de Lidderey, was ich soeben erwähnt habe. Die Erosion hat alle Formen der Umbiegung vom liegenden bis zum verkehrten Schenkel herauspräpariert. Im Steinbruch fallen die Schichten flach nordwärts. Schon Gilliéron fand einen Aufschluß des unteren Divesien am bewaldeten Jogne-N-Ufer unmittelbar E des Steinbruches. Dieser Aufschluß ist nur kurz, da die ganze Schichtreihe auf einmal flexurartig gegen E abbiegt, so daß das Divesien unter dem Schutt verschwindet und nur noch das Argovien 10—20 m über der Jogne in steil aufgerichteten oder in in Hacken-Werfen begriffenen Felsstücken sich zeigt. Der höhere Malm ist von Moräne bedeckt. Diese Flexur entspricht wiederum dem allgemeinen Ansteigen der Schichten gegen W und findet seine Fortsetzung in einer gleichnamigen Verwerfung, die Prof. Schardt im Druckstollen des Kraftwerkes von Broc feststellte, (mündliche Mitteilung), wo Malm über Valangienmergel zu liegen kommt. Diese Flexur übergehend in eine Verwerfung, hängt auch zusammen mit der Überschiebung von Montsalvens, welche noch behandelt werden soll.

Die Umbiegung zum liegenden Schenkel ist im untersten Durchbruch der Jogne auf beiden Ufern sehr gut zu sehen. Die Sequan-Kimeridgeschichten ragen senkrecht ca. 50 m über

dem Fluß empor und biegen dann fast rechtwinklig um und gehen in den liegenden Mittelschenkel über. Im Sequan-Kimeridge ist der Schichtenzusammenhang noch gewahrt, im dünn- und dickbankigen Portland dagegen ist er gerissen. Dadurch erklärt sich, daß die Valangienmergel des S-Ufers in der Umbiegungsstelle fast 20 m höher liegen als weiter gegen E. Diese Mergel sind nämlich bei der Knickung des Malm eingeschlossen worden und das Portland schob sich darüber.

Der liegende Schenkel läßt sich gut verfolgen auf der inneren Seite des Défilé auf dem rechten Jogneufer, es sind dort verschiedene Kontaktstellen mit Valangienmergeln entblößt. Der P 810 bei Bataille besteht aus mittlerem Malm mit Kieselknollen. In der Straßenschlaufe W P 810 muß die Flexur oder Verwerfung sich durchziehen, da wir unvermittelt vom liegenden Mittelschenkel in den sich aufrichtenden Synklinalboden gelangen. Auf dem linken Ufer sieht man eine kleine Störung im unteren Malm mit Zerknitterung und Aufbiegung der Schichten. Sie wird mit der scharfen Umbiegung des Mittelschenkels im Zusammenhang stehen; genauer konnte sie der unzugänglichen Stelle wegen nicht untersucht werden. — Eine wohl 60 m hohe Malmwand bildet die S-Steilwand der Schlucht, zum Teil überhängend wegen des Schichtfallens von 55° gegen S. Das Streichen ist N 60 E und stimmt mit dem S-Schenkel des ersten Gewölbes überein.

Unterhalb P 816 bei Favaulaz durchschneidet eine kleine Verwerfung den Malm mit teilweiser Schleppung der Schichten. Die geschichtete Grundmoräne von Favaulaz überdeckt das Sequan. Das Argovien erscheint erst beim raschen Untertauchen des Mittelschenkels gegenüber les Râpes, darüber folgt normal Divesienmergel des Gewölbekernes dem S-Ufer entlang auf eine Strecke von 250 m.

Überschiebung des Hügels von Montsalvens.

Von der Ruine Montsalvens bis nach Rusille liegt eine weitere, von den beschriebenen Mittelschenkeln unabhängige Malmserie auf Valangien. Die Erklärung dieser Lagerung stieß auf größere Schwierigkeiten. Wie wohl Gilliéron die

normale Überlagerung der Schichten sah, hielt er eine vertikale Bruchlinie rund um diese Malmmasse als einzig mögliche Erklärung. Später hat sich Prof. Schardt mehrmals mit der Erklärung dieser anormalen Lagerung befaßt und verschiedene Entstehungsmöglichkeiten ins Auge gefaßt. Seine Ansicht hat er an der 34. Jahresversammlung der Schweiz. geol. Ges. mitgeteilt und 1920 in den *Eclogae* publiziert. (Lit. 31.) Später versuchte er diese isolierte Scholle zu erklären durch Annahme einer Aufschiebung N—S im Synklinalboden von Bataille und Abscheerung des überschobenen Malms durch eine Schubwirkung S—N.

Alle früheren Bearbeiter hatten die Schwierigkeit, daß die Schlucht fast ganz ungangbar war, vor allem, daß kein durchgehendes Begehen derselben möglich war, mangels eines Pfades. Erst durch die Arbeiten für das Kraftwerk von Broc mit Stausee sind eine große Anzahl von Wegen geschaffen worden, vor allem ein prächtiger Spazierweg durch die ganze Schlucht, so daß sich die Überschiebung nun in aller wünschenswerten Genauigkeit studieren ließ.

Prof. Schardt hielt die Überschiebung als eine *schräg stehende Transversalverschiebung*, welche das Gewölbe 1 auf die folgende Mulde hinaufgeschoben hatte, mit schräg gehender Überschiebungsfläche, wodurch die Malmscholle der Ruine Montsalvens in flacher Lagerung auf das Neocom zu liegen kam.

Gegenüber barrage Cailler fand ich in einem Mergelaufschluß Valangienfossilien (siehe Stratigraphie); wegen der Ähnlichkeit der Valangienmergel mit Divesienmergeln sind sie von Prof. Schardt verwechselt worden und als Antiklinalkern einer Transversalverschiebung betrachtet worden. Nicht nur die Fossilfunde, sondern auch das Feststellen von Berriaskalk und Valangienkalk auf dem S-Ufer machen die Transversalverschiebung unhaltbar. Durch die Begehung der Schlucht von oben nach unten drängt sich die Erklärung durch eine Faltenüberschiebung förmlich auf. Für die Transversalverschiebung fehlt auch die nötige Schnittfläche. Die im vorigen Kapitel erwähnte kleine Störung im Malm auf dem S-Ufer der Jogne gegenüber barrage Cailler

kann niemals als Schnittlinie für eine Störung von dem Ausmaß dienen.

Die Überschiebungsfläche und der Kontakt mit dem Valangien am Montsalvenshügel ist schon von Gilliéron gesehen worden (ohne sie zu verstehen). Man sieht sie deutlich bei Fenster 2 des Druckstollens, wo die Valangienmergel diskordant vom Malm abgeschnitten und überlagert werden, ebenso an bisher unerwähnter Stelle, dort wo der Mittelschenkel untertaucht SW unterhalb les Râpes, auf dem N-Ufer der Jogne. Dort folgen über Berriaskalk Divesienmergel.

Sobald der Mittelschenkel untergetaucht ist unter die Talsohle, haben wir auf beiden Ufern Divesienmergel und somit normale Schichtreihe. Ob sich die beiden Malmkomplexe des Mittelschenkels und der Überschiebung in der Tiefe vereinigen, läßt sich nicht behaupten, aber es wäre möglich. Auf jeden Fall konvergieren sie, haben aber verschiedene Fallen, 60° im Mittelschenkel und 90° in der Überschiebung.

Am schwierigsten zu erklären war die Lagerung bei der Ruine Montsalvens. Wir haben dort an der Straße ein normales Profil von Divesien — ober Malm auf Valangienkalk und Mergel aufliegend. 150 m S der Straße endigt der umgebogene Mittelschenkel bei P 810, also mit verkehrter Schichtreihe. Wie sollte man nun diese verkehrte Malmreihe verbinden mit der normalen von Montsalvens? Das war die Schwierigkeit; um sie zu lösen, ließ man den Malm von Montsalvens durch vertikale Verwerfungen aus der Tiefe aufsteigen, welches dann normale Lagerung ergab. Untersuchen wir die überschobene Masse bei der Ruine genau, so sehen wir N-fallende Schichten von Divesien-Sequan mit sehr reduzierten Schichten. Dann folgt, durch deutliche Verwerfung getrennt, dünnbankiges Portland, in vertikaler bis horizontaler Lage, gefältelt und mannigfach gestört. Die Verwerfungsfläche streicht 200 m E der Ruine in die Luft aus. Somit ist das normal liegende Schichtpaket ganz isoliert. Das N-Fallen der Schichten, sowie das Vorhandensein der jüngsten Schicht am Außenrand verraten uns, daß es sich hier um Schichten aus der Stirnumbiegung des ersten Gewölbes handelt. Die erste Antiklinale ist als liegende Falte

nahe der Stirn umbiegung geborsten und überschoben ein schwach N-fallendes Schichtpaket auf die Valangienunterlage.

Bei der Ruine ist der Betrag der Überschiebung am größten, der obere Malm ist ca. 200 m vom Mittelschenkel entfernt, gegen E verringert sich diese Distanz, vielleicht vereinigen sich in der Tiefe die beiden Teile, vielleicht geht die Überschiebung in eine Unterschiebung über. Letztere Bewegung wird angedeutet durch eine kleine Unterschiebung in der Schlucht E des Tunnels, wo die höheren Teile des senkrecht gestellten Malm gegenüber den unteren um 4 m zurücktreten.

Es ist interessant zu konstatieren, daß von Chésalles unterhalb Châtel an die Überschiebungsmasse vollständig senkrecht steht, so daß diese Partie nicht mehr von der Stirn umbiegung, sondern vom Mittelschenkel selbst abgetrennt worden sein dürfte. Zwei Bruchflächen trennen beim Wasserfall ob Fenster 2 des Druckstollens die beiden Überschiebungsteile.

Die Überschiebungsfläche senkt sich rasch gegen E, oder besser gesagt, steigt gegen W an mit dem allgemeinen axialen Ansteigen sämtlicher Gewölbe. An der Straße ob Bataille liegt sie in 830 m, bei Fenster 2 in 770 m, unterhalb les Râpes ganz an der Jogne unten in 750 m. Da der Mittelschenkel auf dem S-Ufer auf größere Strecke 810 m erreicht, gegenüber 770—750 m der Überschiebungsfläche, ergibt sich eine abwärts gerichtete Überschiebungsbewegung, welche die untere Kreide der ersten Mulde zum Ausweichen und Abbiegen zwang, wie die Profile 1—3 zeigen. Dieser Vorgang könnte allerdings als eine Querverschiebung aufgefaßt werden mit sehr flacher Lage der Schubflächen, viel flacher nach E geneigt, als sie Prof. Schardt angenommen hatte.

Laut persönlicher Mitteilung von Prof. Schardt werden im Druckstollen des Kraftwerkes außer den Malmschichten, in welchen die beiden Eingänge liegen, keine anderen Malmschichten angeschnitten, nur Valangienmergel und -Kalke und unteres Hauterivien. Das beweist auch die Überschiebungsrichtung von S her und schließt zugleich das Hervor-

pressen der Malmscholle aus der Tiefe, wie sie früher aufgestellt wurde, definitiv aus. Im obersten Teil der Schlucht gegenüber Fenster 1 sind die Valangienschichten im Kontakt mit Malm wieder zu beobachten, es fehlen die Berriasschichten vollständig durch Ausquetschen unter dem Druck der Überschiebung. Die Jogne durchbricht zweimal in enger Kluse diese Malmserie, welche dann unterhalb Rusille unter dem Alluvium verschwindet auf eine Strecke von 350 m.

Nach Saudy tritt wieder eine schmale Malmrippe auf und setzt sich jenseits der früheren Holzbrücke fort bis zur Jogne-Javrozvereinigung. Dieses Stück ist von Gilliéron übersehen worden, wohl infolge der geringen Mächtigkeit (10—15 m) und der wilden Überwachsung in der Schlucht. Es sind nur Portlandkalke sichtbar, die S liegenden Schichten sind in einer interglacialen Periode abgetragen und durch geschichtete Grundmoräne ersetzt worden. Nun stellt sich die Frage: ist dieses Malmstück die Fortsetzung der Überschiebung von Montsalvens, ist es der normale Mittelschenkel des Gewölbes 1 oder etwas anderes? Als Fortsetzung der Überschiebung von Montsalvens läßt es sich kaum deuten, da jene vor Rusille entweder erloschen sein dürfte oder doch tief unter dem Lauf der Jogne liegt. Dafür zeigen sich neue Störungserscheinungen. In dem epigenetischen Jognelauf zwischen dem alten interglacialen Bett bei Praz Paufert und dem Javrozlauf finden wir drei getrennte Malmstücke. (Ihre gegenseitige Lage siehe auf der geol. Karte.) Die südlichste Bank fällt 37° gegen S, die mittlere Bank, die ganz wurzellos auf Valangien sitzt, 50° gegen S, die nördlichste Bank mit Divesien, Argovien nur schwach ausgebildet, steht annähernd senkrecht und setzt sich, wie vorhin erwähnt, bis Saudy nach W fort als 15 m mächtiges Felsband. Der Malm ist also hier schon stark reduziert. Die Neocomschichten vor den Malmschuppen sind aufgeschlossen und zeigen starke Pressung. Das ganze Valangien ist auf ca. 20 m reduziert und der Valangienkalk durch die zweite überschobene Schuppe abgeschnitten. Die Fortsetzung desselben muß man sich N vor dem Malmfelsen denken, wo sie durch die Jogne erodiert ist. Diese 3 Malmrippen sind durch zwei Transversalbrüche verschoben worden, wodurch jedes

W-Stück etwas mehr gegen N gerückt wurde. Dafür spricht auch, daß auf dem gegenüberliegenden E-Ufer der Jogne nur eine Malmrippe in Verbindung mit der südlichsten des W-Ufers zu sehen ist, und an Stelle der anderen Schuppen sich das Valangien ungestört entfalten kann. Am W-Ende des Malmfelsens bei der früheren bedeckten Holzbrücke über die Jogne haben wir von S nach N folgendes Profil im reduzierten Valangien:

5. metamorpher Fleckenkalk;
4. Fleckenkalk mit schiefrigen Mergeln;
3. Kalkbänke mit groben konglomeratischen Konkretionen, kieselig, braun anwitternd, wohl Valangienkalk 2—3 m;
2. 20 m Fleckenkalk mit Mergeln;
1. 2—3 m stark metamorpher Kalk mit kieseligen Kalkbänken (eine Druckschieferung dieses Gesteins ließ sich im Dünnschliff feststellen).

Die oben erwähnte Störung ist wegen der Ausquetschung des ganzen Valangiens die Stelle der stärksten Eindrückung der ersten Antiklinale, da E und W davon das Valangien wieder etwas entwickelt ist. Gerade diese schwächste Stelle wählte die Jogne zum postglacialen Durchbruch. Die Pressungerscheinungen in den Valangienmergeln mit Zerreißen des Valangienkalkes lassen für den Malm auf der ganzen Länge des Auftretens Abtrennung vom tiefer und rückwärts liegenden Mittelschenkel vermuten durch kleinere Überschiebungen.

Der Malm bildet auf der Halbinsel zwischen Jogne und Javroz in leicht geneigter Lagerung den S-Abhang derselben. Unterhalb P. 833 wird er durch Grundmoräne unterbrochen und erscheint E davon nochmals mit älteren Schichten: calcaires schisteux mit Kieselknollen, mit einem Streichen von N 54 E und Fallen von 80° gegen S. Auf der Kurve 810 verschwindet diese Rippe unter den diluvialen Bildungen.

Die ursprüngliche Fortsetzug der ersten Antiklinale gegen E ist durch den besprochenen Aufschluß am Rio de Tidderey sichergestellt, während sie jetzt unterbrochen sein muß durch den interglacialen Javrozlauf.

Der S-Schenkel muß reduziert unmittelbar im S gefolgt sein, da 130 m davon entfernt bei P 797 eine Liasrippe der Klippendecke auftritt. Gegenüber Saudy findet sich auch eine Liasrippe, aber in 250 m Entfernung vom Malmmittelschenkel, was dort auch für Überschiebung desselben gegen N spricht.

Die Ursache der Montsalvens-Überschiebung, sowie der Querverschiebung weiter E, ist nicht weit zu suchen. Wir befinden uns am N-Rand der Klippendecke. Die Überschiebung derselben über die Hochalpen gegen N, hat den Montsalvens in Flysch eingehüllt nach N geschürft. Als der Flysch auf die Molasse aufbrandete und der Druck der Klippendecke fort dauerte, legte sie sich in Falten, um ihm nachzugeben. Der Druck der liegenden Falten der Dent de Broc auf die erste Antiklinale brachte sie zum Bersten und erzeugte sowohl die Montsalvens-Überschiebung als auch die andern Störungen, da alle ein Ausweichen nach N bedeuten. Am Fuße der mächtigen Klippendecke haben sich auch Schuppungen ereignet, was uns z. B. das Liasvorkommen außerhalb der Trias an der Basis der Klippen am Rio du Motélon offenbart. Es ist daher nicht zu verwundern, daß der viel schwächere Malm unserer Decke geborsten ist.

Synklinale 1—2. Zwischen den beiden ersten Malmgewölben findet sich eine liegende Mulde mit unteren Kreideschichten als Kern. Diese jüngsten oberen Hauterivienschichten sind im S-Teil der Mulde ganz ausgequetscht durch die Montsalvens-Überschiebung. Arn. Heim konstatierte den unteren Kieselkalk bei P 961, ebenso an der Hauptstraße unterhalb Crésuz unteren und oberen Kieselkalk.

An den weniger stark gestörten Stellen ist Berriasien erhalten geblieben (Vorkommen im stratigr. Teil). Die oberen Valangienmergel und -Kalk bilden die Umrandung der Mulde, darüber folgen mit vielen Aufschlüssen untere Hauterivienmergel und oberes Hauterivien mit Kieselkalk. Die Mulde öffnet sich von P. 961 W Châtel gegen Crésuz immer mehr. Wegen des 60—70° betragenden S-Fallens scheinen alle Schichten gegen das Tal des Rio du Gros Mont S-wärts einzu-biegen im Erosionsrand. Das jüngste der ersten Mulde findet

sich S des Dorfes Crésuz, denn dort sind beide Kieselkalke an der Straße aufgeschlossen sowohl im S- wie im N-Schenkel. Darüber sollten die Barremienschichten folgen, aber aufgeschlossen sind sie nirgends. Darum verzichtete ich, sie eigens auf der Karte anzugeben. Es können übrigens auch andere Kieselkalkbänke sich zwischen die beiden Grenzhorizonte einschieben, so daß man nicht sicher behaupten kann, die obere Grenze des Hauterivien erreicht zu haben.

E Crésuz schließt sich die erste Mulde wieder. Bei der Javrozbrücke bildet der untere Kieselkalk den Muldenkern und sticht mit 60° S-Fallen steil unter die Talsohle ein. Dies deutet auf beträchtliche Tiefe der ersten Mulde an jener Stelle, entsprechend dem Axialgefälle der ganzen Decke gegen E.

V a l a n g i e n k a l k. Die Muldenumbiegung des Valangienkalkes ist bei barrage Cailler durch die Jogne angeschnitten. Auf dem N-Ufer läßt sich derselbe verfolgen bis zum Fenster 2, dann ist er wohl durch Schutt unterbrochen bis gegen Bataille, wo er als Unterlage des Malm bei der Ruine Montsalvens konstatiert werden kann. Er ist dort wohl noch doppelt, N und S-Schenkel sind noch nicht getrennt und enthalten keine jüngeren Schichten eingeschlossen. Der S-Schenkel findet sich von Rusille bis Lavisse. Von dort fehlt die Verbindung bis unter die Ruine. Es wäre denkbar, daß dieser S-Schenkel von der Überschiebung abgeschnitten wurde bei Fenster 2 des Druckstollens und vor dem überschobenen Malm hergestoßen wurde, wo er jetzt abgetragen ist. Dann entspräche dem Valangienkalk bei Bataille und unter der Ruine nur der liegende N-Schenkel und die Mergel darüber mit *Belemnites pistilliformis* wären Hauterivienmergel.

Das Zerreißen des nämlichen Kalkes von Saudy bis les Auges habe ich schon erwähnt. Beim Javrez verschwindet der Valangienkalk des S-Schenkels definitiv unter Diluvium.

Der N-Schenkel kann von der Ruine Montsalvens bis P 1017 verfolgt werden, dann verschwindet er unter Moräne, zeigt sich nur auf kurze Strecke beim Durchbruch des Rio du Gros Mont bis Crésuz, in deren Fortsetzung er von Moräne bedeckt ist. E der Javrozbrücke steigt er in die Schlucht hinunter, geht auf das S-Ufer und biegt dann wieder nordwärts

ab zur Bedeckung des untergetauchten Malmgewölbes 2, wo er sich binnen kurzem mit dem Valangienkalk der folgenden Mulde verbinden würde; die Vereinigung ist wegen Moränenbedeckung nicht zu sehen.

Antiklinale 2. Sie gehört zu den wichtigsten Antiklinalen, die auf längere Strecke zu verfolgen sind. Sie beginnt als tief aufgebrochenes Gewölbe mit breitem Divesienkern oberhalb Botterens. Sie ist auch schwach gegen N überliegend, da der N-Schenkel steil gegen S fällt. Er ist reduziert, das Argovien kann S P. 1154 nicht konstatiert werden, dagegen im S-Schenkel. Gegen E ist alles von Moräne bedeckt, nur schmale Portlandkalkrippen lassen sich noch verfolgen bis zum Rio du Gros Mont. Diese Rinne bringt wieder interessante Aufschlüsse. Der S-Schenkel ist vollständig ausgebildet. Er fällt 67° gegen S und muß den Divesienkern in geringer Höhe überdeckt haben, wie es auf dem E-Ufer noch der Fall ist. Der Bach durchsägt im Kern 100 m Divesienmergel mit Fleckenkalkbänken. Sie enthalten an der N-Grenze des Aufschlusses eine Malmlinse von ca. 10 m eingeschlossen, dünnbankige Kalke. Dann folgt auf dem E-Ufer ein stark reduzierter Malm-N-Schenkel, nur ca. 10 m, auf dem W-Ufer sind nur einige m entblößt. Der Malm beider Ufer zeigt merkwürdigerweise verschiedenes Streichen. Streichen im N-Schenkel: W-Ufer N 92° E, E-Ufer N 64° E, Fallen: W-Ufer 75° gegen N, E-Ufer 70° gegen S. Die jüngeren Schichten müssen zerrissen und in Schuppen aufgelöst sein, wie eine solche im Divesienkern drin steckt. Im Wäldchen W dieser Stelle findet man den N-Schenkel besser ausgebildet mit 40 m Mächtigkeit (Sequan—Portland). Der Bach hat jedenfalls eine tektonisch schwache Stelle zum Durchbruch gewählt und sich deshalb schon bis in den weichen Divesienkern eingegraben.

Nach E ist der Malm über dem Divesien geschlossen und kann in den mageren Weiden verfolgt werden bis zu seinem Untertauchen bei der Kapelle Cerniat. Die Aufschlüsse W derselben zeigen eine kleine Gewölbeumbiegung im Sequan, während die jüngeren Schichten gegeneinander aufgepreßt sind und nirgends sich zum Gewölbe schließen. Sie streichen in

beiden Schenkeln N 54 E und fallen im S-Schenkel 75° gegen S, im N-Schenkel sind sie senkrecht.

Antiklinale 3. Es ist dies ein liegendes Gewölbe mit zerrissenem Mittelschenkel. Unmittelbar E über dem Dorf *Botterens* treffen wir in 860 m auf den Mittelschenkel, der von ca. 1400 m der Gewölbeumbiegung bis auf genannte Höhe herabsteigt. Die Entfernung vom Scheitel bis zur Mulden-Umbiegung mißt etwa 700 m, ein beträchtliches Maß für das kleine Falten-system. In dem bewaldeten Steilhang läßt sich der Schenkel verfolgen bis 1070 m. Dort folgt in der Fortsetzung des Malm plötzlich Divesien und die ganze Schichtreihe des S-Schenkels. Gehen wir weiter nordwärts, so finden wir Divesien an Valangienmergel und -kalk angrenzend, also Zerreißung und Überschiebung des Mittelschenkels auf die vorliegende Mulde. Nach 150 m Unterbrechung taucht wieder eine dünne Malmschicht auf zwischen Valangien und Divesien, sie schwillt an; der Gewölbekern schließt sich im Divesien-Argovien und schließlich im oberen Malm. Der P 1395 liegt in Portland. Der rekonstruierte Gewölbescheitel im Malm käme nicht viel höher zu liegen, während bei Gewölbe 2 wenigstens 200 m abgetragen sind. Gegen E sinkt das Gewölbe, wie Gilliéron feststellte, am Rio du Gros Mont unter die Valangienschichten. Im Streichen schließt sich das Gewölbe 3 ganz an Gewölbe 2 an.

Antiklinale 4 A und B. Es sind 2 kleine Sekundär-gewölbe ob *Villarbeney*, welche den Abrupt einrahmen. Sie erheben sich beide mit ihrer Malmbedeckung nicht bis auf Grathöhe, sondern bleiben von Kreideschichten bedeckt und erlöschen ostwärts rasch, da die folgenden einheitlichen Mulden gar keine Störung durch tiefere Gewölbe zulassen.

Gewölbe 4 A: Sein S-Schenkel steigt aus der liegenden Mulde von P 880 an sichtbar empor bis zum Scheitel bei 1274 m. Es ist ein aufrechtes Spitzbogengewölbe. Diese spitze Umbiegung konnten begreiflicherweise nicht alle Malmschichten mitmachen, daher finden wir weitgehende tektonische Reduktion. Das Argovien fehlt im oberen Teil beider Schenkel, Sequan-Kimeridge sind äußerst reduziert, Portland bildet die angeschwollene Scheitelumbiegung. Die Divesien-

mergel sind weit hinaufgepreßt worden, bis ca. 1220 m. Der Abriß ist so steil, daß die Mergel aufgeschlossen sind und der Schutt erst unter 1100 m ansetzen kann. Der S-Schenkel fällt im steilsten Teil 60—70° gegen S, der N-Schenkel 70—80° gegen N. Nahe der Umbiegung ist im Kern eine kleine Störung. Das Sequan-Kimeridge setzt aus und stößt in seiner Fortsetzung an Divesien. Ich nehme an, zuerst zerriß der Malm bei der Faltung, dann füllten die Divesiensichten die Lücke in der Umbiegung aus.

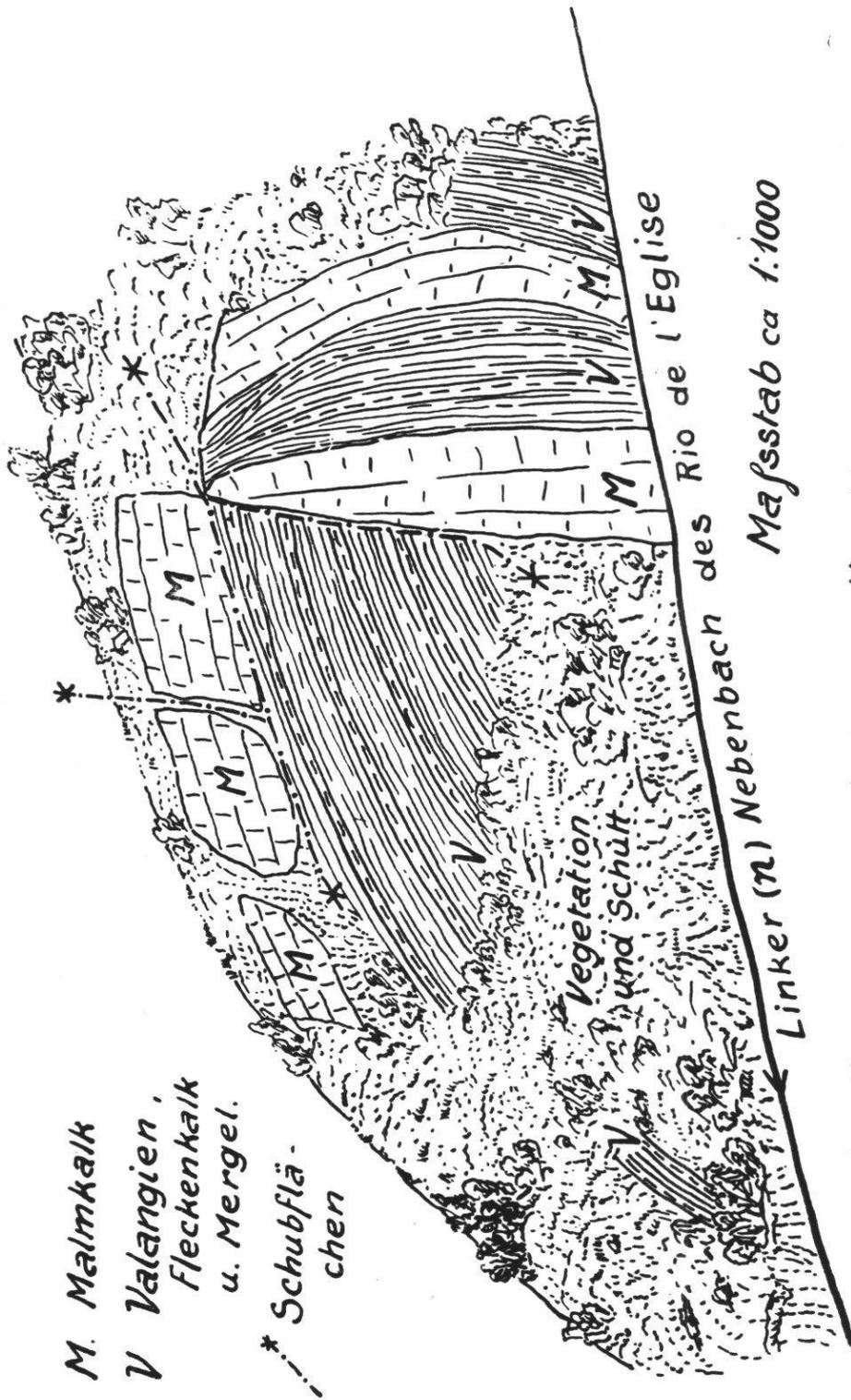
Gewölbe 4 B. Es bildet einen größeren Winkel mit seinen Malmschenkeln als das besprochene. Im S-Schenkel fallen die Schichten 60° gegen S, im N-Schenkel sind sie annähernd senkrecht und sehr reduziert. Das Argovien und Divesien füllen den Kern aus. Im S-Schenkel tritt eine von Arn. Heim konstatierte *T r a n s v e r s a l v e r s c h i e b u n g* auf, die von den Valangienmergeln an durch den ganzen Malm durchsetzt. Der Malm stößt an die Berriasmergel. Die Verwerfungskluft streicht ungefähr N-S und fällt 60° gegen SW. Dislokationsbreccie ist vorhanden. Gilliéron konstatierte nur den anormalen Kontakt einiger Malmbänke mit Kreide und gibt Zeichnungen davon. Einige Malmstücke stecken ganz in den Zementsteinschichten und keilen dann aus. Ein Teil der anormalen Kontakte ist der Verwerfung zuzuschreiben, ein anderer dem Aufblättern der obersten Malmschichten bei der Umbiegung, wie noch andere Störungen zeigen.

Synklinale 3—4. Die Mulde zwischen Gewölbe 2 und 3 enthält am W-Abriß Berriasien, dann Valangienmergel, schließlich tritt E des Grates Valangienkalk auf mit 2 sofort divergierenden Schenkeln, deren Verlauf von Moräne unterbrochen wird im Gros Mont-Tal. Jenseits des Baches lassen sie sich weiter verfolgen. Der N-Schenkel steigt über den untergetauchten Malm bis Kurve 1250 auf dem Grat *c b T r e m b l e x*, biegt dort wieder hinunter gegen Pissot, läßt sich verfolgen bis zur Einsattelung N P 1305 und geht dann in die liegende Mulde 3—4 hinein. Bei Kurve 1100 verschwindet er. Ein N-Schenkel läßt sich in der liegenden Mulde nicht entdecken. Er ist jedenfalls durch das spitze Gewölbe 4 A zerissen. Der S-Schenkel nimmt im Wald von Tremblex einen

unerwarteten Verlauf. Er steigt fast parallel zum N-Schenkel die Hügelkante hinauf bis Kurve 1200 und biegt durch den Wald, wo er nur schwer zu verfolgen ist, gegen den Waldrand von les Esserts hinunter. Nach einem Unterbruch durch Moräne finden wir ihn wieder an der alten Straße Crésuz-Cerniat, P 1012. Abermals durch Moräne unterbrochen, zeigt er sich ein letztes Mal unterhalb les Clos am Rio des Pelleys, indem er zum Valangienkalk der ersten Mulde konvergiert.

Gros-Mont-Mulde. Wir sehen im Verhalten des Valangienkalkes, daß die untertauchenden Malmgewölbe sich rasch verflachen müssen, indem er sich sofort über den Gewölben schließt und selber auch eintaucht, eine einheitliche breite Mulde über sich lassend. Diese große Mulde liefert uns wertvolle Kreideaufschlüsse (siehe Stratigraphie). Sie beginnt mit dem A b r u p t d e V i l l a r b e n e y, dessen Gipfel P 1334 im oberen Hauterivien steckt. Das rasche Einsinken der Mulde gegen E erlaubt das Auftreten von jüngeren Stufen der Reihe nach, indem die älteren sich schüsselförmig öffnen. Bei der Hütte Gros Mont tritt der obere Kieselkalk auf, darüber reduziertes Barremien mit Urgonkalk, weiter E Albiengrünsand und schwarze Mergel. Die beiden Schenkel der Mulde verhalten sich ungleich, der S-Schenkel ist z. T. ausgequetscht, der harte Urgonkalk zerriß und fehlt in demselben. Die unteren Barremiensichten sind auf 30 m reduziert. Die gepreßte Lage der Mulde ergibt sich aus den Profilen. Nach E wird sie rasch sehr tief. E von l e s U t z e t s ist die ganze Mulde von Moräne bedeckt. Es zeigen sich nur vereinzelte Aufschlüsse von Urgonkalk, einer ob den ersten Häusern von les Utzets, ein weiterer ob dem mittleren Teile des Weilers, einer hinter der Kirche von Cerniat. Die beiden letzten bilden ihrer Lage nach nicht die direkte Fortsetzung des Urgons vom Rio des Pelleys. Ich glaube, daß diese Mulde sich hier noch mehr öffnet, um auch der Oberkreide Platz zu machen, wodurch der Urgonkalk in den N-Schenkel verschoben würde. Der isolierte Mergel- und Fleckenkalk-Aufschluß bei der Straßenbrücke am Rio des Pelleys muß ich nach seiner Lage wie lithologischen Beschaffenheit ins untere Barremien stellen. Am Rio de l'Eglise ist wieder ein isolierter Aufschluß

Tafel II.



M. Malmkalk
 V Valangien,
 Fleckenkalk
 u. Mergel.
 * Schubflä-
 chen

Rio de l'Eglise
 Maßstab ca 1:1000
 Linker (n) Nebenbach des Rio de l'Eglise

Profil durch Malmgewölbe V vor dem Untertauchen.

mit Kieselkalk, den ich ins obere Hauterivien stelle, da er knapp hinter dem Urgon hindurchstreicht. Zwischen ihm und Malmgewölbe 5 bleibt allerdings sehr wenig Platz für das Valangien. Die Gründe für jenes Verhalten werden im nächsten Kapitel erörtert.

Diese Mulde stellt also die erste Mulde mit größerer Entwicklung und Auftreten von mittlerer Kreide dar. Der interessanteste Teil in der Umgebung von Cerniat — les Utzets ist leider ganz von Moräne bedeckt. Gegen E sollte sich diese Mulde mit der Covayes-Mulde vereinigen, was durch Konstruktion wahrscheinlich gemacht wird, Aufschlüsse gibt es dort keine mehr.

Antiklinale 5. Es ist wieder ein Gewölbe von größerer Lebensdauer, indem es sich von allen Gewölben am weitesten gegen E fortsetzt bis Cerniat. Sein S-Schenkel steigt von der Mulde unterhalb Tzervasse langsam an mit wechselndem Fallen, 25—50° und gleichmäßigem Streichen N 80—110 E. Der Gewölbekern besteht diesmal aus unterem Divesien, dann folgen Bergsturzmassen. Die letzten 200 m unter dem Gipfel sind gut aufgeschlossen vom oberen Divesien bis zum Sequan des Gipfels P 1486. Gegen E sinkt das Gewölbe ungefähr mit der Böschung. Der kleine Bach von le Cours durchschneidet es nur wenig und springt in Wasserfällen über die steilen Wände hinunter. Erst der Rio de l'Eglise liefert einen vollständigen Durchbruch. Nur die obersten umbiegenden Schichten des Portland sind entblößt, die tieferen Schichten des Kerns sind von Schutthalden bedeckt. Im aufsteigenden S-Schenkel des Portland fand ich Fältelungen, die den Beginn einer Störung ahnen lassen; die Valangiensichten liegen alle normal auf der Unterlage. Der linke Nebenbach des Rio de l'Eglise, der etwas unterhalb einmündet, schneidet das Gewölbe vor dem Untertauchen. Da gibt es seltsame Störungen. Auf beiden Ufern zeigt sich folgendes Bild: von S nach N 1. drei Malmschichtpakete eingeschlossen in Valangienfleckenkalk und schiefrige Mergel mit Fossilien: 2 Ex. *Hoplites (Turmannites) Thurmanni* Pictet leitend für Valangien, 2. 2 m Malm, 3. 2 m Fleckenkalk und Mergel, 4. 1 m Malm, wohl N-Schenkel des Gewölbes. (Siehe Tafel II.)

Die Fleckenkalke sind metamorph, voller Calcitadern und lassen sich deshalb nicht leicht vom Malm unterscheiden, wenn nicht die Mergel jeden Zweifel ausschließen würden. Der Malm ist teils fein brecciös, teils dicht. Rutschrammen und Ungleichheit der beiden Bachufer deuten auf geringe Transversalverschiebung mit Schleppung der Bachrinne parallel, leicht gegen N ansteigend. Ich erkläre mir diese Erscheinung folgendermaßen: die obersten Malmschichten wurden bei der Umbiegung von der S Kreidemulde stark gepreßt zu einem Isoklinalgewölbe. Sie zerrissen am Scheitel und wurden als Schuppen in die darüber liegenden Valangienmergel hineingestoßen. Diese Störungen an der Malm-Kreidengrenze sind ja eine häufige Erscheinung in diesem Gebiet.

Eine schmale Malmrippe läßt sich noch weiter verfolgen bis über die ersten Häuser von Cerniat, womit das Gewölbe 5 als letztes verschwindet.

Antiklinale 6. Ihre Tektonik ist von Arn. Heim beschrieben worden. Die Malmverbindung von Gewölbe 5 zu 6 zeigt eine von Gilliéron entdeckte und als cretacische Erosion gedeutete Reduktion auf 10 m. Arn. Heim spricht von Druckmetamorphose. Ich nehme im Gegenteil Zugwirkung an. Das Argovien sowie das Portland sind einfach zerrissen und setzen an beiden Muldenschenkeln plötzlich wieder ein, ohne Spuren von Metamorphose zu zeigen. Meine Auffassung wird bestätigt durch das Auffinden eines Malmschuppens in der Kreide drin. (Für das Profil verweise ich auf den stratigr. Teil. S. 45.) Nach demselben folgt über den Berriasschichten eine 3 m starke Malmbank ohne Schichtung, über derselben folgen die Valangienmergel. Da die oolithischen Kalke sich unregelmäßig wiederholen, deutet das auf Stauung des Berriasien unter Einpressung in die längszerrissenen Malmschichten, welche bei der stärkeren Auffaltung von oben in die Mergel eindringen.

Das von Arn. Heim beschriebene plötzliche Eintauchen des höchsten Gewölbes E des Bifégipfels mit 60—70° Axialgefälle ist sehr auffällig, aber ich muß es durchaus bestätigen. Dieses plötzliche Aufbiegen des Malm zum höchsten Gewölbe der Kette und sein unvermutetes Erlöschen gegen E

deutet mir darauf hin, daß der Malm hier besonders großen Widerstand fand in der Unterlage; vor allem käme hier in Betracht eine Stauung der Flyschunterlage. Das Übergehen des Gewölbes in ein liegendes ob Joux Galez deutet mir darauf hin, daß vermutlich die transantiklinale Flyschaufwölbung zu beiden Seiten der Saane sich bis da hinauf geltend gemacht hat, vielleicht auch größere Widerstände in der Molasseunterlage, von welcher an besonderer Stelle gesprochen werden soll.

Covayes-Mulde.

Es ist die größte, am besten entwickelte aller Mulden und enthält die jüngsten Schichten, Senonmergel als Synklinalkern. Die Valangienaufschlüsse bis zum Sattel 1431 zwischen Gewölbe 5 und 6 habe ich soeben besprochen. E desselben tritt der Valangienkalk auf und öffnet sich unterhalb le Cours in seine beiden Schenkel. Der S-Schenkel setzt sich durch Lokalmoräne unterbrochen, bis Perrevuet ob Cerniat fort, um dort gänzlich zu verschwinden. Der N-Schenkel überdeckt sogleich das untergetauchte Malmgewölbe 6. Von P. 1410 geht er, durch den Wald verfolgbar, an den Javrex hinunter, erscheint nochmals nach ca. 50 m am linken Seitenbach des Javrex, an Malm gepreßt unter Ausquetschung des Valangien und überschreitet den Rio de la Joux derrey, tritt ein letztes Mal am Rio d'Allières auf, wo ich nochmals darauf zu sprechen komme.

Über dem Valangienkalk folgt das untere und obere Hauterivien, der untere Kieselkalk geht durch den P. 1451, der obere durch den P. 1376. Das ganze Neocom öffnet sich rasch gegen E und beweist das vollständige Erlöschen des untergetauchten Gewölbes 6 in seiner Fortsetzung. Insbesondere im Verlauf des oberen Kieselkalkes sieht man das rasche Ausbiegen nach N. Das Urgon setzt bei der Hütte 1229 m ein, nach W keilt es, wie ein Schiffsrumpf aufragend, in die Luft aus, nach E öffnet es sich sogleich und enthält Albien als Muldenkern. Es zeigen sich sofort F ä l t e l u n g e n i m S y n k l i n a l k e r n. Das Urgon streicht im N-Schenkel anfangs N 55 E, dann kommt ein Sekundärgewölbchen, das in der Richtung der Muldenachse 45° gegen E fällt und fast N-S streicht.

Als Kern der zweiten Teilsynklinale erscheint am Rio des Covayes, 1160 m, Grünsandstein. Durch Moränen getrennt sind die tieferen Aufschlüsse unter 1100 m. Dort zeigt sich der Muldenkern schon stärker gefältelt. Es sind drei kleine spitze Urgongewölbchen festzustellen, deren Schenkel 60° isoklinal gegen S fallen. Sie liegen nicht genau in der Fortsetzung der oben festgestellten Mulden. Daher nehme ich an, es seien in jenen Mulden weitere Teilalten entstanden. Das isoklinale Einfallen ließe eigentlich Schuppung vermuten, wie Arn. Heim annimmt. Da ich aber die regelmäßige Überlagerung der Urgongewölbe mit Grünsandstein auf beiden Seiten konstatieren konnte, welche sich talabwärts selber wieder zu Gewölben schließen, während in den Mulden sich schwarze Mergel einstellen, so muß ich Gilliéron's Auffassung von Fältelungen stützen, nur daß die Darstellung im Profil nicht wellenförmige Falten ergeben kann, sondern scharfe Spitzbogengewölbe.

Dem Achsenfallen entsprechend stellen sich im unteren Teile als Muldenkerne Seewerkalkrippen ein. Die eine Rippe läßt sich von Praz Haubert herab 400 m weit verfolgen. Im unteren Teil gesellt sich im Rio des Covayes eine zweite Rippe dazu. Ich verbinde beide zu einem steilen Gewölbe über den schwarzen Mergeln. Unterhalb Kurve 960 ist alles von Moräne bedeckt. Erst am Javrez findet sich in der Streichrichtung der Seewerkalke wieder derselbe Kalk, gefältelt und in verworrener Lagerung, Senonmergel darüber, die den ganzen Hügel ob der Hauptstraße einnehmen bei les Places und bis zum Bache reichen, der von la große Gite herabkommt. Dort endigen sie vermutlich unter Flysch, der nur verschwemmt oder in Moräne vorkommt.

Im N-Schenkel der Synklinale sind Aufschlüsse am Javrex bei der Säge P 921. Dort ist von N nach S zu finden: Urgon, Grünsandstein, schwarze Mergel mit Pyrit und Markasit, Grünsandstein reduziert, Urgon. Diesmal ist es sehr fraglich, ob es eine Teilmulde sei, da der Urgon im S gegenüber dem im N stark abgedreht ist. N-Schenkel: Streichen N-S, Fallen 50° gegen E; S-Schenkel: Streichen N 50° E, Fallen 52° gegen SW. Die Grünsandsteine im N-Schenkel biegen schon am Rio de la Joux de rey ab zum Streichen N 36° E bei Kurve 940. Ich

halte diese Lagerung als eine in Schuppung übergehende isoklinale Fältelung. Schon an dieser Stelle werden wir auf eine neue Störung aufmerksam. Gehen wir dem hier einmündenden Rio de la Joux derrey entlang, so fehlt das Urgon, der Grünsandstein grenzt an unteres Hauterivien, das gar nicht Druckerscheinungen, sondern Fältelungen zeigt, dann folgt Valangienkalk und das gesamte Valangien in normaler Reihenfolge, aber keine Zementsteinschichten. Diese Erscheinungen deuten auf Zerreißen der Kreideschichten durch Zug. Betrachten wir nun die Verhältnisse am Javrex. Valangien und Hauterivien zeigen normale Mächtigkeit und ungestörte Lagerung. Die Barremienschichten beginnen plötzlich sich aufzubiegen in der epigenetischen Schlucht ob Scierie P. 963. Die Valangien- und Hauterivienschichten hatten ein Einfallen von ca. 45° gegen S, jene fallen aber fast 80° gegen S. Woher diese Erscheinungen? Die Erklärung bietet das Studium des Malmschenkels 7, der nichts anderes ist als der N-Rand der auf Senon und Flysch überschobenen Schichtreihe des Montsalvens.

Malmschenkel 7. Die Malmverbindung mit Gewölbe 6 ist schon von weitem sichtbar. Eine kleine Verwerfung durchschneidet den liegenden Schenkel, indem der S-Teil vom nördlichen abriß und um geringen Betrag in die Tiefe sank. Ob der Hütte Pessot ist der Malm prächtig aufgeschlossen durch den erwähnten Bergsturz. Er streicht dort N 70 E, fällt $40\text{—}50^{\circ}$ gegen S. Im rechten Quellbach des Javrex, der von Commun derrey herabkommt, ist die Grenze Malm-Valangien von Kurve 1120—70 m aufgeschlossen. Ich fand dort eine dreimalige Einschaltung von Portlandkalkschuppen in Valangienmergel. Die Malmrippen scheinen noch im Zusammenhang mit der Unterlage. Da gerade hier die Malmschichten vom flacheren zum steileren Fallen unter die Covayesmulde übergehen, erkläre ich mir die Erscheinung mit einem Aufblättern der am meisten beanspruchten obersten Malmbänke, worauf die Valangienmergel in die Risse eingepreßt wurden, ähnlich wie bei allen übrigen Störungen an der Malmkreidegrenze.

Der Javrex unterbricht die Malmserie. Sie taucht erst am linken Nebenbach bei Kurve 1040 wieder auf mit Valangienkalk, dazwischen eine wilde Knetzone von Valangienkalk

und Mergel. Der Malm zeigt nur 10 m dünnbankige Schichten. Um hier anstehen zu können, mußte er im Streichen stark abbiegen, wie dies auch der Verlauf des Valangienkalkes andeutet. Arn. Heim nennt diese Erscheinung „*seitliche Eindrückung*“ mit Einschnürung der Kreide auf 200 m. Der Malm läßt sich weiter verfolgen von der Hütte en Ladde weg bis an den *Rio de la Joux derrey*. Dieser durchbricht wieder die ganze Gesteinsreihe mit mächtigem Divesien und streicht W-E mit senkrechtem Einfallen. Aber am Hügel E des Baches biegt er um und streicht fast N-S mit 55° Einfallen gegen E. Dieses wechselvolle Streichen zeigt sich auf dem Kartenbild als S-förmige Umbiegung des Malm. Die Ursache werden wir kennen lernen. Verfolgen wir unseren Malm weiter. Nach einem Unterbruch durch Moräne erscheint er wieder am *Rio d'Allières* mit seinen jüngsten Schichten. Dort streicht er N 25 E und fällt 51° gegen SE. Dann taucht er flach ein bei Kurve 1100 m. Steigt man aber zur Alpweide empor, so muß man wieder Malm durchqueren, zuerst Divesien, dann Argovien, gegen E gesellt sich auch noch Sequan und Kimeridge dazu, aber nichts vom mächtigen Portland. Über dieser Malmreihe folgt das Valangien des Hügels au Frassillet. Das Divesien läßt sich verfolgen, wie es über den untertauchenden Malm übergreift und langsam auskeilt, hernach das Argovien gleicherweise.

Diese von Gilliéron schon beobachtete Störung erklärt sich einfach durch Überschiebung des unteren Malm nach vorangehendem Schenkelbruch in der Tiefe. Das heißt der Malm stieß auf Widerstand bei der Deckenüberschiebung. Derselbe lag nicht wie gewöhnlich in der Schubrichtung, sondern mehr E in Form des auflagernden Flysches. Davon im nächsten Kapitel.

Hügel au Frassillet (P. 1204).

Der ganze Hügel stellt nach dem Kartenbild eine N-S streichende Mulde dar im Gegensatz zum Streichen der anderen tektonischen Einheiten. Der *Rio d'Allières* bringt schöne Aufschlüsse. Nach dem Malm schneidet er die Valangienmergel an, ohne Berriasschichten, dann den Valangienkalk,

welcher N 20 E streicht und 50° gegen SE einfällt, dann untere Hauterivienmergel mit Fossilien in der Bachrinne. Bei Kurve 945 m geht der Bach in Moräne über. Hauterivienkieselkalk wird vom Bach nirgends angeschnitten, was sehr bemerkenswert ist und übereinstimmt mit den Aufschlüssen am Rio de la Joux derrey. Der Valangienkalk biegt auf dem E Bachufer plötzlich scharf in die Höhe und setzt dann aus, es folgt noch ein Brocken Valangienkalk, ganz losgetrennt vom andern und gequetscht. Dann fehlt der Valangienkalk zwischen den gut aufgeschlossenen braunen Valangienmergeln und den blauen schiefrigen Hauterivienmergeln. Die braunen Valangienmergel sind gefältelt, die Hauterivienmergel sind gestaut. Der Valangienkalk erscheint nach 250 m wieder und läßt sich bis an den Rio d'Allières hinunter verfolgen, bis Kurve 1140.

Gilliéron und Arn. Heim bezeichnen die Störung als Rückfaltung. Eine Faltenumbiegung im unteren Hauterivien ist nicht zu sehen, nur das Valangien ist gefältelt und der Valangienkalk zerrissen und nach rückwärts aufgebogen. Die unteren Hauterivienmergel zeigen eine durchaus abnormale Mächtigkeit von 200 m, auch wenn sie wie in der Covayesmulde als mächtiger angenommen werden müssen, als am Abrupt.

Die ganze Anordnung der Quermulde und das Abbiegen des Malm beim Hügel en Laddes spricht für eine seitliche Eindrückung durch den überlagernden Flysch über dem auskeilenden und in die Tiefe tauchenden Mesozoikum E des Hügels P. 1204. Sie erklärt auch die Überschiebung des Malm am oberen Rio d'Allières, die Zerreißung des Valangienkalkes, die Aufschiebung von Oberkreide, die durch den hangenden Flysch von der Unterlage abgeschürft und bis auf Hauterivienschichten aufgeschoben wurde. Die Hauterivienschichten fallen gegen E mit ca. 50° ein, der überlagernde Flysch aber fällt gegen W.

Die Verbindung der Schichten des Hügels au Frassillet mit der Fortsetzung der im S liegenden Covayesmulde, die bei les Places ansehnliche Tiefe erreicht hat, weil obere Kreide dort ansteht, kann nur durch flexurartiges Abbiegen erreicht werden unter Zerreißung der mittleren Schichten der Kreide (Hauterivien, Urgon und Grünsand z. T.), was sich sowohl aus

dem Profil bei der Säge am Javrex P. 940 und E davon aus dem Kartenbild ergibt.

Damit ist unsere Decke gegen E erledigt. Wie weit sie sich in der Tiefe unter dem Flysch noch fortsetzt, läßt sich nicht sicher erkennen. Man darf aber wohl annehmen, daß das vollständige Auskeilen nicht mehr lange auf sich warten lassen wird. Dafür spricht das W-E-Streichen aller Hauptgewölbe und Mulden, welche von der bei Charmey N 45 E streichenden Klippendecke abgeschnitten, oder mindestens überdeckt werden.

Bodevenazone.

Diese ausgedehnte Zone von oberer Kreide am N- und W-Rand des Montsalvens stellte schon Gilliéron fest, welche nach ihm mit einer Bruchlinie gegen den oberen Jura grenze. Arn. Heim konstatierte am Bergsturzaß von Pessot die Überschiebung von Malm auf Flyschfetzen und Oberkreide und damit die Gesamtüberschiebung des Montsalvens auf Senon. Die enorme Mächtigkeit von etwa 500 m am B o d e v e n a - P a s s , sowie ständig sich wiederholende Seewerkalkschuppen (ca. 8 am linken Javrexquellfluß) beweisen, daß wir es nicht nur mit einer einfachen Schichtreihe zu tun haben, sondern mit einer Aufschiebung und Anhäufung dieses leicht beweglichen Materials an der Deckenstirne.

Am Rio des Gottes fand ich schwarze Flyschmergel und Sandsteine in Linsen oder Fetzen in die Oberkreide eingeschaltet. Dasselbe muß der Fall sein in der Zone S des Bodevenapasses, wo zahlreiche Flyschblöcke die Oberfläche bedecken, während die Bachrinnen immer Oberkreide-Aufschlüsse zeigen. Zwischen Malm und Senon-Zone findet sich fast ununterbrochen ein Band W i l d f l y s c h , das gegen den Javrex immer breiter wird. Es scheint also gegen E das Senon abzunehmen und dem Flysch Platz zu machen. Im großen Wald von l a J o u x d e r r e y findet man nur in der tiefsten Rinne des Rio gleichen Namens Aufschlüsse, die nach Arn. Heim Schuppen von Senonmergeln, Seewerkalk, Hauterivienkieselkalk und Flysch andeuten. Oberhalb en la Rosseneyre findet sich eine größere Seewerkalkschuppe und lose Blöcke

auf größere Strecke verteilt, sodann NE desselben Gehöftes am linken Nebenbach des Javrex, Kurve 1090, wieder Seewerkalk, beides bisher nicht erwähnte Vorkommnisse. Die letzte und östlichste Schuppe ließ sich bei en Allières, Kurve 1310, feststellen. Der größte Teil des Waldes besteht oberflächlich aus verschwemmtem Flysch, z. T. wohl auch aus Flyschmoräne. Im E-Teile finden sich riesige Flyschsandsteinblöcke, ein eigentliches bewachsenes Blockmeer, das wohl von dem darüberliegenden Abhang als Bergsturz abgestürzt ist. Seine Umgrenzung ließ sich in dem urwaldartigen, überaus schwer gangbarem Wald nicht genau feststellen. Die topographische Karte versagt hier auch vollständig.

Am W-Abhang des Montsalvens ist die Senonzone bei R o s e x mit etwa 200 m Mächtigkeit nachweisbar. Gilliéron kartiert sie bis zum Rio de la Chaux. Es gelang mir noch weiter im S bis zum Oberlauf des Rio des Praz-Forand Senon nachzuweisen. Es ist auch hier noch ca. 100 m mächtig. Daraus schließe ich, daß es sich keilförmig unter den Bergsturzmassen gegen S verlängert und erst S Botterens ganz aussetzt.

Berraflysch und Schuppenzone.

Das Liegende der Senonzone bildet eine ca. 100 m breite Flyschmergelzone, aufgeschlossen bei B i m o n t 1251 m. Dann folgt ein durchgehender Zug von fein bis grobkörnigen Sandsteinen mit Übergang zu Breccien am Rücken von l a S c h i a z (von Paquiers, Gilliéron) 150 m mächtig. Diese Zone ist morphologisch von Bedeutung, sie bildet den Berragrät von la Schiaz bis zum Berragipfel mit flacher S-Böschung und steilem Abbruch gegen N. Durchschnittliches Streichen: N 45—50 E, Fallen im W 70°, im E 30° gegen S. Diese Zone wird vom Rio du Pessot unterbrochen und setzt sich wahrscheinlich im Sandstein des Wäldchens ob Hütte 904 m ob Planchery fort. In der streichenden Fortsetzung gegen S kommen wir an den Fuß des Berges, der nicht nur keinen Aufschluß enthält, sondern mit verrutschtem Flysch ev. mit Moräne gemischt, bedeckt ist. Es finden sich auch vereinzelte Malmblöcke darauf, die wohl eher von präglacialen Bergstürzen her-

stammen. Denn ein direktes Abstürzen vom Montsalvensgrat ist heutzutage nicht mehr möglich. Auf diese Sandsteinzone folgt wieder eine Flyschmergelzone, die sehr selten aufgeschlossen ist, dagegen wieder oberflächlich verrutschtes Material mit vielen Sandsteinblöcken der höheren Zone zeigt. Diese Zone ist von größerer Bedeutung wegen der zahlreichen mesozoischen Schuppen, die sie einschließt. Diese Schuppen sind fast alle von Gilliéron beschrieben und von Arn. Heim einer Revision unterzogen worden. Die Aufzählung nach Stufenzugehörigkeit erfolgte im stratigr. Teil.

Von den Schuppen nahe bei en la Terailloz berichtet Gilliéron nur, es seien lose Blöcke vorhanden, die keine sicheren Schlüsse gestatten. Ich habe eine Schuppe von Fleckenkalk festgestellt, die wohl ins Neocom zu stellen ist, sodann in der Fortsetzung gegen N eine Schuppe Malm mit *Aptychen*, brecciös bis dicht, über grobem Flyschquarzsandstein, weiter gegen N ist noch eine Malmschuppe. Größere Anhäufungen von hellen kreidigen Kalkblöcken, welche wohl einer oberflächlich zerstörten Schuppe angehören, fand ich bei der Hütte en la Terailloz P 1190, am Waldrand, Kurve 1160 genau N Chablex und bei der Hütte 1007, ob Petit Maroz. Eine größere unerwähnte Schuppe fand sich W la Guignardaz P 1165. Sie beginnt in der Alpweide ca. 200 m W der Hütte und läßt sich in die bewaldete Schlucht hinunter verfolgen, bis fast zum Bach, sie ist gegen 200 m lang und besteht aus sehr hellem Kalk.

Die Malmblockanhäufungen von Petit Maroz sind die südwestlichsten der ganzen Zone, während sich außerhalb des Kartenblattes im NE noch mehr solche finden nach Gilliéron. Wegen der Funde von isolierten Kalkblöcken muß ich annehmen, daß noch viele kleinere Schuppen vorhanden sein mögen, die von Vegetation oder Schutt bedeckt sind und bei Gelegenheit einmal aufgeschlossen werden.

Diese Schuppen sind meist von Flysch-Sandsteinbänken eingehüllt. Gegen SW streicht diese Schuppenzone gegen Perrex durch den großen Wald ob Villarvolard. Dort fand ich keine Spuren von Mesozoikum mehr; dagegen öfters Aufschlüsse von Flyschsandstein, die mir das Messen von Fallen

und Streichen gestattet. Dies ist sehr wichtig zur Erklärung der umstrittenen Aufschlüsse am Rio du Pessot (irrtümlicherweise Rio de la Chaux genannt von Arn. Heim und Buess). Wir haben fast lückenlose Verbindung der Aufschlüsse von Petit Maroz bis zum Rio du Pessot, Kurve 800. Dort streicht der Sandstein N 20—25 E, weiter östlich, N 32 E und näher gegen die mesozoischen Schuppen im Wald N 64 E. Daraus sehen wir gegen W, gegen die Saane ein leichtes Abbiegen im Streichen, welches dem stärkeren Aufwölben der Schichten an der Saane entspricht, also die gleiche Erscheinung, wie im Falten-system südlich. Das durchgehende Verfolgen der Flyschsandsteine von der letzten mesozoischen Schuppe bis an den Rio du Pessot gestattet den sicheren Schluß, daß wir es dort nicht mit Molasse zu tun haben, wie Arn. Heim vermutet und Buess als sicher annimmt, sondern mit einem molasseähnlichen Flyschsandstein. Diese Ähnlichkeit von gewissen Flyschsandsteinen mit Vaulruz-Molasse wird gerade von Buess zugegeben. Die Mergel am Rio du Pessot, Kurve 900 stellte ich wegen der harten kieseligen Sandbänke zum Flysch, wie auch der tektonischen Lage wegen, während Arn. Heim sie zum Senon rechnete.

Schuppen bzw. Quetschlinen.

Die Schuppen von la Guignardaz, Chablex und die höheren von Teraillonaz liegen in einer Reihe, die tieferen ordnen sich wieder in eine zur ersten parallelen Reihe ein, welche ca. N 50 E streicht.

Das älteste Gestein dabei ist Malm, der teilweise in einer helleren weicheren Ausbildung als der Montsalvensmalm vorkommt; dann ist Neocom vertreten mit Fleckenkalken (ev. Seewerkalk) und Nummuliten - Quarzsandstein. Wohin gehören diese in den Flysch eingeschlossenen Schuppen?

Der Malm gleicht in seiner brecciösen bis dichten dunkelgefärbten Varietät dem Montsalvensmalm, mit der helleren Varietät dem Malm von Dat bei Semsales. Deshalb gehören wahrscheinlich beide Varietäten derselben Decke an. Wenig-

stens ist aus den helvetischen Decken der W-Schweiz ein solcher Malmkalk nicht bekannt, auch nicht in höheren Decken.

Es bleibt noch die Möglichkeit, daß der Flysch selbst im penninischen Sedimentationsgebiet solche Schichten ausgebildet hätte, wie Gagnebin vermutet (Lit. 7), im unmittelbaren Anschluß an das helvetische Sedimentbecken mit der Bonvindecke als Randfacies. Das Auftreten in losgetrennten kleineren Schuppen ließe sich schon erklären bei der gewaltigen Beanspruchung des Flysches als Schmiermittel für die Deckenbewegung, der abgeschürft, eingewickelt und geknetet wurde wie kaum eine andere Decke. Diese Frage ist noch als ungelöst zu betrachten. Es bedarf noch weiterer Forschungen in der Gurnigel-Niesenzone, bis man eine Behauptung aufstellen kann.

Flysch des Forêt de la Valsainte.

Von der Hauptstraße Cerniat—Valsainte bei les Troncs bis P. 1208 im Forêt de la Valsainte ist Flyschsandstein anstehend. Er streicht am Bach W des Waldes N 160 E, wie die Schichten am Hügel au Frassillet und fällt 62° gegen SW, gehört demnach zum Flyschkomplex, der das Ende des Montsalvens-Schürflings überlagert und tektonisch seinen Platz vertritt. Zwischen P. 1208 und dem flach S-wärts geneigten Abhang von Botteys dürfte sich eine Wechsellagerung von Sandsteinen und Mergeln befinden. Das sumpfige Gelände ohne Aufschlüsse mit zerstreuten Sandsteinblöcken spricht ganz dafür. Vom Rio d'Allières über Botteys — la Poute Ciernes in der NE-Ecke des Kartenblattes zieht ein sandiger Flyschkalkzug durch und ermöglicht uns durch seine abweichende Facies den Verlauf der Flyschzonen zu erkennen. Er bildet das unmittelbar Liegende des Mesozoikums, wenigstens am Rio d'Allières.

Molasse.

Hier habe ich noch einiges über die Flysch-Molassegrenze beizufügen. Ihre Feststellung gehört zum schwierigsten in diesem Gebiet, da wir hier fast keine faciellen Unterschiede haben und auch keine tektonischen; d. h. die Vaulruz-Molasse ist in diesem Gebiet nach Buess (Lit. 2) geschuppt mitsamt

den Mergeln des Aquitanien. Darüber liegen k o n k o r d a n t die verschiedenen Flyschzonen. Die im stratigr. Teil mit ihrem Streichen erwähnten Aufschlüsse finden ihre Fortsetzung in den ähnlich streichenden Aufschlüssen W der Saane, während die Flyschaufschlüsse des Rio du Pessot ein durch die transantiklinale Flyschaufwölbung abgelenktes Streichen zeigen. Der südlichste Molasse-Aufschluß von Chânoz läßt sich mit Montcaillaz W Bulle sehr gut verbinden, aber nicht mit Planchery, wie Buess unter Nichtbeachtung des Streichens verband.

Die obersten Molasseaufschlüsse: im Rio de la Pattaz, 920 m und les Cuvettes ob P. 992, gestatten mir die Molasse-Flyschgrenze von Chânoz in annähernd geradlinigem Verlauf gegen die obigen Grenzpunkte zu ziehen.

Klippen von Hohberg und les Echelettes.

Die Klippe von H o h b e r g am Lac Noir gehört nach den Untersuchungen von H. Huber (mündliche Mitteilung) und nach eigener Besichtigung zur Klippendecke. Es finden sich Neocom, Bathonien oder Callovien-Mergelkalke mit Flyschzwischenlagerung. — Die Klippe von l e s E c h e l e t t e s E Valsainte zeigt Malm, der sowohl den Klippen wie dem Montsalvens angehören könnte, dagegen typisches Klippenneocom. Ihre Lage unmittelbar unter der Klippendecke spricht für Schuppung am Fuße der gleichen Decke.

III. Zusammenfassende Resultate.

Der M o n t s a l v e n s mitsamt seinen Falten stellt keine eigene Decke dar, sondern nur einen abgeschürften Fetzen aus der Sattelzone. Abgewickelt stellt er ein Dreieck dar, dessen Basis der W-Abriß gegen die Saane darstellt und 8 km Länge mißt, dessen Höhe vom Hügel au Frassillet auf die Basis gefällt, höchstens 4 km mißt unter Ergänzung des abgetragenen Gewölbes 6 gegen W. Es ist also ein Deckenstück von 16 km²,

das im W und E von Flysch abgeschnitten und eingewickelt war beim Deckentransport von der Innenzone an die Außenzone. Beim Aufbranden auf die Molasse wurde jene auch geschuppt, indem Vaulruzsandstein mit Aquitanmergeln in Schuppen auf miocäne Nagelfluhgewölbe im Vorland geworfen wurden. Diese Aufbrandung legte den Montsalvens in steile Falten, aus deren Muldenkernen die jüngsten Schichten meist ganz ausgepreßt sind. Der Malmkalk bot das Rückgrat für die Falten. Da er nur 100 m mächtig und von mergeligen Komplexen eingehüllt ist, gab es wenig Brüche, die Umbiegungen nehmen dafür die verschiedensten Formen an. Nur das erste Gewölbe wurde überschoben und zerhackt durch die Last der auflagernden Klippendecke. Die ungestörte, scharf isoklinale Faltung der folgenden Gewölbe weist darauf hin, daß die Klippendecke nie so weit reichte, höchstens bis zum liegenden Gewölbe 3, da die Falten ein Ausweichen nach oben bedeuten, wo der Widerstand geringer war.

Da die *Senonzone* auch Hauterivienschichten enthält (am Rio de la Joux derrey) und sich viel weiter gegen E fortsetzt als der Montsalvens, bis in den obersten Rio d'Allières, so halte ich sie als unabhängigen Schürfling, der schon von der Innenzone weg an der Stirne des Montsalvensschuppens vorgeschoben wurde, während das normal auflagernde Senon in den großen Mulden angehäuft war, wie heute noch am unteren Javrex.

In der *Niederung von Bulle* war es anders, der Flysch schürfte schon in der Innenzone unzusammenhängende Schichtpakete ab, welche beim Aufbranden über vielleicht etwas unebene Molasseschuppen sich noch mehr schuppten und verbogen, sowohl in der Streichrichtung wie quer dazu. Die transantiklinale Flyschaufwölbung an der Saane spielt hierbei eine besondere Rolle. Sie liegt in der Fortsetzung der Klippendepression von Gruyères, welche die Saane zum Austritt aus der Gruyères-Synklinale gewählt hat, Ihre Entstehung schreibe ich zum Teil der halbkreisförmigen Umbiegung der Voralpen zu, welche notwendigerweise die aus der schmäleren Innenzone kommende Flyschdecke in der breiteren Außenzone fingerförmig auseinander zerrte.

Gegen W setzen die mesozoischen Schuppen aus, um erst an den Alpettes-W-Abhängen wieder aufzutreten; das entspricht wieder einer Längsstreckung dieser Zone. Die Stellung des Montsalvens über dem Gurnigelflysch verlangt eine besondere Erklärung. Wir müssen doch annehmen, daß er bei der Abschürfung in der Innenzone unter der Flyschdecke seinen Platz hatte. Beim Aufstoßen der vordersten mesozoischen Schuppenzone auf die Molasse konnte sich in dieser Zone eine Überschiebung entwickeln, indem das zusammenhängende Montsalvensschichtenpaket über die Flyschzone an der Deckenstirne hinaufgeschoben wurde und die Flyschdecke damit in 2 Teile zerlegte. Der Flysch, der im Beginn der Überschiebung notwendigerweise auf dem Montsalvens lag, ist dann größtenteils durch die nachdrängende Klippendecke ausgequetscht worden und auf beide Seiten des Biféschürflings, Plaine de Bulle und Forêt de la Valsainte, ausgewichen. Zum Teil mag sich der Flysch auch gegen N verzogen haben, bei der Ausquetschung (wie auch die Oberkreide) und dort von der Erosion schon längst aufgezehrt sein.

Wir hätten somit eine Schuppung und Verdoppelung des Berra-Guringelflysches mit Hilfe des Montsalvensschürflings.

Die Schuppenzone im Flysch, die jetzt unter den Montsalvens eintaucht, dürfte bei der Überschiebung in der Sattelzone durch Abreißen und Einwickeln unter denselben gelangt sein: Stratigr. können diese kreidigen Malmkalke nicht N der Plainemortedecke gelegen sein. Man hat ihre Analogie in der Innenzone noch nicht gefunden und darum ist ihre Herkunft ein ungelöstes Rätsel.

Die Überschiebung des Berraflysches auf die Molasse erfolgte anders als in der E-Schweiz, wo die helvetischen Decken über steilauferichtete Nagelfluhschichtköpfe diskordant aufgeschoben wurde. Die Molasse bot in der W-Schweiz weniger Widerstand. Sie wurde bei der Alpenfaltung wohl durch die helvetischen Falten aufgerichtet und überworfen, sodann durch die Aufbrandung der Klippendecke mit dem Berraflysch an der Stirne geschuppt und in konkordante Lagerung mit den Flyschschichten versetzt.

Die Erosion hat seither je nach der Widerstandsfähigkeit des Gesteins den Montsalvensgrat herausmodelliert aus der weich geformten Berraflyschzone und die breite Lücke geschlagen in der Gestalt der Niederung von Bulle.

Die Eiszeit hat die Täler bis in die Alpen hinauf vertieft und mit gewaltigem Moränenschutt gefüllt. Jetzt bemühen sich die heutigen Wasserläufe, die einstigen Talböden wieder zu erreichen, während der Mensch ihre Kraft bricht oder sich zu Nutzen macht zur Energiegewinnung.
