

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

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

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.11.2025

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

V. X, F. 1. GÉOLOGIE ET GÉOGRAPHIE B. X, H. 1.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ FRIBOURGEOISE

DES

SCIENCES NATURELLES



MITTEILUNGEN

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

IN

FREIBURG (SCHWEIZ)



GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

IM GEBIETE DER

PRÉALPES EXTERNES
ZWISCHEN VALSAINTE UND BULLE

VON

OTMAR BÜCHI.



FREIBURG (SCHWEIZ)

1923

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	5
Bisherige geologische Bearbeitung	7
A. Stratigraphie:	
I. Stratigraphie der Niederung von Bulle	9
Stratigraphische Vergleiche des Doggers	25
II. Stratigraphie des Montsalvens	29
1. Malm	29
2. Kreide	41
Stratigraphische Vergleiche des Montsalvens-Neocom mit Nachbargebieten	53
Vergleiche der mittleren und oberen Kreide	59
3. Zusammenfassende Resultate	59
4. Flysch mit eingeschlossenen mesozoischen Schuppen	60
5. Molasse	62
6. Diluvium	63
7. Alluvium	69
B. Tektonik:	
I. Tektonik der Niederung von Bulle	74
II. Tektonik des Montsalvens (Antiklinalen 1—6)	78
Überschiebung des Hügels von Montsalvens	81
Covayesmulde	95
Hügel au Frassillet	98
Bodevenazone	100
Berraflysch und Schuppenzone	101
Molasse	104
III. Zusammenfassende Resultate	105
C. Anhang:	
1. Morphologie und Flußläufe in der Niederung von Bulle	109
2. Morphologie des Montsalvensgebietes	110
3. Quellen und Wasserversorgung des Montsalvensgebietes	111
4. Rutschungen und Erdschlipfe	114
Literaturverzeichnis	116

VORWORT.

Auf Anregung von Herrn Prof. Dr. S c h a r d t übernahm ich im Jahre 1920 die geologische Untersuchung der „P r é a l p e s e x t e r n e s“ zwischen Valsainte und Bulle.

Den zusammenhängenden Faltenwurf der Montsalvenskette kartierte ich im Maßstab 1:10 000 auf der vergrößerten Siegfriedkarte. Dieses Blatt findet seine Abgrenzung gegen S und SE durch die Klippendecke, welche von der Saane bis Charmey durch Verploegh-Chassé bearbeitet wurde, gegen E durch die Flyschmassen des Forêt de la Valsainte, gegen N durch eine Linie vom Oberlauf des Rio de la Tioleyre über P 1481 des Berragrates gegen Hauteville, gegen W durch die Hauptstraße von Hauteville bis zur Jognebrücke bei Broc.

Die Saaneufer und die Gegend W der Saane untersuchte ich, soweit als prädiluviale Aufschlüsse sich finden ließen und stellte die Resultate auf dem Blatte Bulle des Siegfriedatlas dar.

Für die Feldarbeit verwandte ich die Sommer 1920 und 1921, zusammen 7 Monate.

An dieser Stelle sei H. Prof. S c h a r d t, meinem hochverehrten Lehrer, der beste Dank ausgesprochen für die zweimalige Begehung meines Gebietes und die zahlreichen Anregungen und Ratschläge, die er mir im Verlauf der Arbeit erteilte. Ebenso bin ich zu großem Dank verpflichtet Herrn Prof. R o l l i e r, der meine Fossilbestimmungen überprüfte und ergänzte in den beiden Wintersemestern 1920/21 und 1921/22.

Das Untersuchungsgebiet gehört morphologisch zur G u r n i g e l - B e r r a k e t t e, der nördlichsten Kette der Freiburger Voralpen. Die Falten der Montsalvenskette aber stehen mit ihren hellen Kalkfelsen und steilen Abstürzen in schroffem

Gegensatz zum sanft welligen Flyschgelände der Berra-Niremontkette. Dem Montsalvens vorgelagert ist der Flyschrücken von Paquiers, der durch einen breiten Sattel, den Bodevenapaß mit ihm verbunden ist. Es ist dieser Rücken der westlichste Ausläufer des Berragrates. Seine sanfte N-Abdachung führt unmerklich in die fruchtbare, moränenbedeckte Molasseland-schaft hinunter.

W des Montsalvens liegt das 6—7 km breite Durchbruchsthal der Saane durch die Berra-Niremontkette, das man in der geol. Literatur „Plaine de Bulle“ nennt, besser aber als Niederung oder Peneplain bezeichnete.

Anmerkung: Sämtliche Fossilien und Handstücke, welche in der Arbeit angeführt werden, finden sich in der Sammlung des geologischen Instituts der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich.

Bisherige geologische Bearbeitung.

Als einer der ersten hat sich S t u d e r mit der Erforschung dieser Gegend abgegeben. Er bezeichnet in den „Beiträgen zu einer Monographie der Molasse“ 1825, den Berraflysch als Gurnigelsandstein. In der „Geologie der westlichen Schweizeralpen“ 1834, wird der Montsalvens genauer behandelt. Der Name Châtelkalk wird erstmals gebraucht und die Dreiteilung: Ober-Jura, Tithon, Neocom, gemacht. In seiner „Geologie der Schweiz“ Bd. 2 1885, stellt Studer die Schiefer an der Saane in den Lias.

O o s t e r publizierte in seinen paläontologischen Werken Fossilien von Broc und Botterens.

Die erste eingehende Bearbeitung erfuhr das vorliegende Gebiet durch G i l l i é r o n 1873 (Lit. 9). Er war von der geol. Kommission der schweiz. Naturf. Gesellschaft beauftragt, das Blatt 12 des topographischen Atlas aufzunehmen. Diese Arbeit verzögerte sich und die geol. Kommission drängte, wenigstens einen Teil dieser Untersuchungen zu veröffentlichen. Da wählte Gilliéron den Montsalvens vornehmlich aus dem Grunde, weil er mehr Fossilien liefert als die innern Ketten.

Dieses Gebiet des Montsalvens in der Außenzone der Praealpen wurde von ihm mit aller Genauigkeit untersucht und im Maßstab 1 : 50 000 auf der vergrößerten Dufourkarte aufgenommen. Er stellte erstmals ein stratigraphisches Sammelprofil der vorkommenden Schichten auf und bestimmte an Hand der Fossilfunde, so genau als es zu jener Zeit möglich war, deren Stufen unter Parallelisierung mit den übrigen bearbeiteten Gebieten Mitteleuropas.

Nach Gilliéron beschäftigte sich längere Zeit niemand mehr eingehender mit dieser Gegend. 1891 fand eine Exkursion der schweiz. geol. Gesellschaft statt in die Freiburger-

und Waadtländeralpen. Das Referat über die Exkursion von Prof. S c h a r d t (Lit. 27) behandelt auch die geol. Verhältnisse der Niederung von Bulle und des Montsalvens in Anlehnung an die Arbeit Gilliéron's. Spezielle Aufmerksamkeit wird der Erklärung der Montsalvens-Störung geschenkt.

Im Jahre 1901 publizierte Prof. R. de G i r a r d (Lit. 10) seine „Tableau des terrains de la région fribourgeoise“, worin auch die stratigraphische Reihe der Außenzone aufgestellt wird in Anlehnung an Gilliéron's Arbeit und eine große Zahl von wichtigen Aufschlüssen erwähnt wird.

N u ß b a u m (Lit. 20) hat in der Arbeit „Eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes“ 1906 das Diluvium des gesamten Untersuchungsgebietes in vorzüglicher Weise kartographisch dargestellt und beschrieben.

Von E n g e l k e (Lit. 3) ist im Jahre 1907 die Niederung von Bulle tektonisch untersucht worden. Seine rein auf theoretischen Konstruktionen beruhenden Ansichten werde ich im tektonischen Teil widerlegen.

Durch die neue Auffassung der Alpentektonik mittels der Deckentheorie, (1893) schenkte man der Grenzzone erneute Beachtung (Lit. 28 u. 29). Gerade die Unterlagerung des Mesozoikums durch Flysch bei Broc war für Prof. Schardt einer der vielen Beweise für die Deckentheorie. Andere Beweise lieferte die vermittelnde stratigraphische Reihe der Außenzone zwischen Kalkhochalpen und Klippen (Sattelzone).

Stratigraphisch blieb Gilliéron maßgebend bis im Jahre 1919. Da veröffentlichte der vorzügliche Kenner helvetischer Facies in der Ostschweiz, Dr. A r n o l d H e i m , eine vornehmlich stratigraphische Untersuchung über dieses Gebiet: Zur Geologie des Mont Bifé am Freiburger Alpenrand. (Lit. 11 u. 12). Er paßte die lokalen stratigr. Bezeichnungen Gilliéron's an die moderne Stratigraphie an und betonte die stratigr. Verwandtschaft mit den obersten helvetischen Decken auch der Ostschweiz.

Die einzelnen Resultate, die von den genannten Forschern zu Tage gefördert wurden, werde ich an Ort und Stelle in vorliegender Arbeit noch eingehender erwähnen.

A. STRATIGRAPHIE.

I. Stratigraphie der Niederung von Bulle.

Unt. Bajocien (Aalenien).

Gilliéron stellt folgende stratigraphische Reihe auf, mit mutmaßlicher Stufenangabe:

Jura moyen: schistes à nodules (Callovien-Oxfordien)

Jura inférieur: { couches de Klaus (Bathonien-méditerranéen)
zone de l'Am. *Humphriesianus*.

Über dieses Resultat kam man nicht hinaus, weil die neueren Bearbeiter keine neuen Fundstellen fanden und Fossilien sich in den schistes à nodules gar selten zeigten. Da ich neue Aufschlüsse fand und an den schon bekannten zahlreiche Fossilien erntete, gelang es mir, eine genauere Gliederung aufzustellen.

Dem größten Irrtum war man unterworfen bezüglich der schwarzen glimmerreichen Kalkschiefer mit eisenschüssigen Sandkalkbänken an der Saane. Man fand keine Fossilien darin und somit war man auf Analogieschlüsse und Vergleiche angewiesen. Gilliéron gibt eine Liste von Fossilien ohne die Fundstellen zu nennen, dagegen sind die Fundstellen auf seiner Karte angegeben. Sie liegen beide an der Trême S von Crêt Vudy und beim ehemaligen Zusammenfluß von Trême und Albeuve, westlich P. 697.

Die Schichten jener Aufschlüsse sind ganz anders beschaffen als jene an der Saane, was Gilliéron nicht weiter aufgefallen ist. An der Saane sind es: schwarze, glimmersandige Schiefer mit rauher Oberfläche voll Konkretionen und Styolithen; Rutschspiegel und Calcitadern deuten auf tektonische Beanspruchung. In den genannten Aufschlüssen an der Trême dagegen sind es: hellgrau anwitternde, dunkle, feinglimmrige, ebenflächige, bröcklige Mergel mit feinkörnigen, harten, hellen Kalkbänken und reichlichen Fossilien. Sowohl die Mergel, wie die Kalkbänke unterscheiden sich leicht voneinander.

Am linken Saaneufer schlug ich ein Handstück eines schwach glimmersandigen, grauen, mergeligen Kalkes, etwas eisenschüssig; am Aufschluß an der Trême ob der Eisenbahnbrücke Broc-Bulle fand ich einen glimmersandigen, eisenschüssigen, braunen Kalk mit rostbrauner Verwitterungsschicht. Ich werde inskünftig zur Vermeidung von Mißverständnissen die Schiefer an der Saane als *rauhflächige glimmersandige Schiefer* bezeichnen. Sie sind unzweifelhaft bedeutend älter als die andern, die ich als *ebenflächige schiefrige Mergel* unterscheiden muß, aus denen die von Gilliéron erwähnten Oxfordfossilien stammen. In den rauhflächigen Schiefen fand zuerst Prof. Schardt Fossilien im Straßeneinschnitt bei der Haltstelle Les Marches, sodann fand ich 2 weitere Ammoniten, nämlich:

Dumortieria curvata Buck. (*Fontanesia*), leitend für *Concavumzone*.

Lioceras (*Hyperlioceras*) *curvicostatum* Buck., leitend für *Ob. Aalenien*.

Lioceras (*Hyperlioceras*) sp. cfr. Walker Buck.

Posidonomya opalina Qu.

Mit diesen 4 Fossilien scheint diese Fundstelle erschöpft zu sein, ich fand bei späteren Nachforschungen nie mehr etwas, ebenso an den Saaneuern, die ich dank des tiefen Wasserstandes der Saane im Sommer 1921 ziemlich gut absuchen konnte.

Mehr Glück hatte ich am Aufschluß an der Trême ob der Eisenbahnbrücke Bulle-Broc. Er enthält eine einzige 2—3 dm mächtige Bank von rostbraunem spätigem Kalk, eisenschüssig und so fossilreich, daß man sie fast als *Lumachelle* bezeichnen kann. Es sind meist *Harpoceraten* und *Nucula* darin enthalten. Ich gebe die Liste der Funde mit den für ihr Auftreten charakteristischen Zonen:

Phylloceras heterophylloides (Opp.) Neumayr 2 Exempl.

Ludwigia rudis Buck. (*Ludwigella*) Sowerby-
und *Concavumzone* 4 ..

Ludwigia subrudis Buck. (*Ludwigella*)
Sowerby- und *Concavumzone* 7 ..

Ludwigia Sinon Bayle ? jung, Sowerby- und Concavumzone	2	Exempl.
Ludwigia carinata Buck. Murchisonaezone	2	„
Ludwigia Baylii Buck. Murchisonaezone . .	1	„
Ludwigia robusta Buck. (Graph.) Concavum- zone	2	„
Ludwigia Wilsoni Buck. (Hyattia) Murchi- sonaezone	1	„
Ludwigia compacta Buck. (Platygraph.) Con- cavumzone	2	„
Ludwigia spec. ind. jung	1	„
Ludwigia spec. ind.	3	„
Belemnopsis spec. ind. länger als canaliculata Schloth.	1	„
etwa wie Bel. acuarius Qu. Jura: Tafel 41 fig. 14.		
Pachyteuthis spec. nova (Phragmocon bis in die Spitze des Rostrums)	1	„
Pachyteuthis brevispinata (Bel.) ?	3	„
Pachyteuthis spec. ind.	1	„
Nucula Hausmanni Roemer, Zone des Am. torulosus	15	„
Zahn von Sphenodus longidens Ag. . . .	1	„

Diese Funde vereinigt mit jenen des Bahneinschnittes der Haltstelle Les Marches beweisen unzweifelhaft, daß die schwarzen, eisenhaltigen, rauhflächigen, glimmerigen Schiefer, welche den größten Teil des Bouleyreswaldes unterlagern, dem oberen Aalenien zugehören, nämlich den Zonen des *Am. Murchisonae*, *Am. Sowerby* und *Lioceras concavum*.

Für das untere Aalenien oder die eigentlichen Opalinuschichten fand ich keinen leitenden Ammoniten, doch ist es wahrscheinlich, daß die Opalinuszone in den fossilereen Schiefern enthalten ist, da sie ja doch die Hauptmasse derselben ausmachen.

S des alten Albeuvelaufes finden sich wieder solche rauhflächige schwarze Schiefer. Die Albeuve hat vor ihrer Verbauung an ihrem S Steilbord zahlreiche gute Aufschlüsse ge-

schaffen, worin ich eine *Posidonomya opalina* Qu. fand. Der ganze Hügel um P. 722 besteht aus diesen Schiefer. Ich konnte sie auch an der Hauptstraße bei Prays feststellen. Dieses soweit südlich gelegene Vorkommen nahe der Klippendecke hat tektonische Bedeutung und ich werde noch darauf zu sprechen kommen.

In Bouleyres selbst lassen sich an verschiedenen Stellen diese rauhflächigen Schiefer nachweisen bis zum Sträßchen von La Tour de Trême nach Morlon. Außerdem fand ich in der bewaldeten Rinne S Morlon diese gleichen Schiefer ein drittes Mal, von Kurve 770—725, ohne sichtbaren Zusammenhang mit der Hauptmasse der Schiefer.

Die Mächtigkeit dieser schwarzen Schiefer läßt sich sehr schwer angeben, nicht nur der Fältelungen und der verworrenen Schichtlage, sondern der tektonischen Anhäufung wegen. Die Profilkonstruktion ergibt eine vermutliche Anhäufung von ca. 500 m.

Humphriesischichten von Fulet.

Diese Schichten von Fulet oder Praz Coquand sind schon längst bekannt und von Gilliéron genau beschrieben worden. Es ist nämlich eine der bekanntesten Fundstellen für große, wohl-erhaltene Ammoniten bis 50 cm Durchmesser, vornehmlich des Leitfossils *Coeloceras Humphriesianum*. Auf den Schichtflächen der sandigen Kalke finden sich prächtige Exemplare von *Zoophycos scoparius*, deren Spiralen eine Höhe von $\frac{1}{2}$ m erreichen. An Fossilien fand ich:

Coeloceras Humphriesianum Sow. 4 Exempl. (2 junge)

„ (*Teloceras*) cfr. *coronatum* Schlot. sp. 1 Exempl.

(sehr groß, aber viel weniger aufgebläht).

Coeloceras cfr. *nodosum* Qu. sp. (Bruchstück) 1 Exempl.

(käuflich erworben).

Oppelia (*Oxycerites*) *bisulcatus* Opp. (für Am. *Henrici* Kud. p. p.) 1 Exemplar.

Phylloceras cfr. *viator* d'Orb. 2 Exemplare.

„ *mediterraneum* Neumayr 1 Exemplar.

Belemnopsis canaliculata Schlot. sp. 4 Exemplare (1 jung).

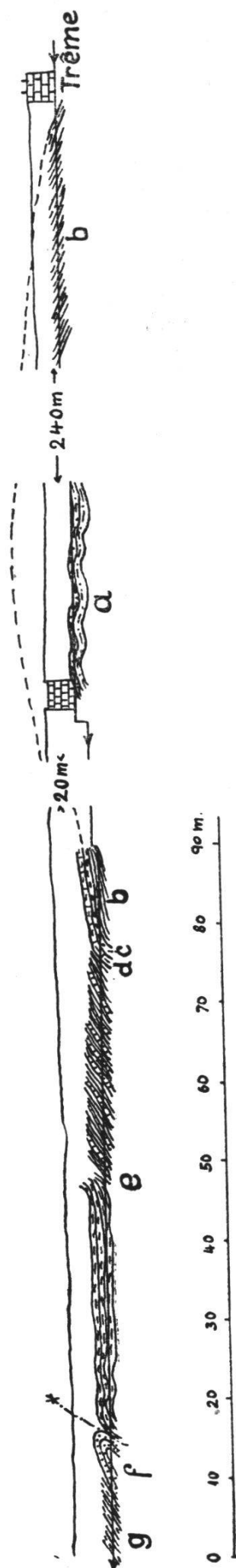
An dem N Ende des Aufschlusses fand ich oolithischen

Tafel I.

Eisenbahnbrücke

Strassenbrücke

P. 756



Maßstab 1:1000.

Bajocien - Bathonienaufschluss an der Trême westlich Bulle.

Kalk, den Gilliéron hier nicht erwähnt. — Die Lagerung der Schichten ist auffällig. Sie streichen N 170° E und fallen 50° gegen W. Der ganze Komplex ist gegen den Flysch hin aufgerichtet. Jener streicht anders, beim S Ende des Aufschlusses N 25 E mit Fallen 50° gegen SW, beim Hängebrücklein nördlich davon N 95 E, Fallen 32° nach E. Wir begnügen uns vorläufig festzustellen, daß die Humphriesischen Schichten auf unregelmäßig gelagertem Flysch aufsitzen, steil gegen W einfallend.

Trêmebrücke bei Bulle.

Schon Gilliéron fand hier eine flach gewölbte Schichtreihe, mit Kern bei der Brücke. Das Profil von Arn. Heim (Lit. 11) muß vervollständigt werden. Es fanden sich vom Kern gegen E folgende Schichten: (Siehe Tafel I)

- a) ca. 5 m. Spätiger feinkörniger, sandiger Kalk, hell, mit Bänken von klingend hartem kristallinen Echinodermenkalk; eine Kalkbank ist oolithisch wie bei Fulet. Streichen N 102 E, Fallen 40° S.
- b) ca. 16 m. Unterhalb der Brücke: feinkörnige, dichte Fleckenkalkbänke, mit mehreren dm mächtigen Mergeln wechsellagernd. Die Mergel sind bläulich, schieferrig, glimmerreich. Diesen nämlichen Horizont b fand ich unmittelbar unterhalb der Eisenbahnbrücke mit SW Fallen. Dies entspricht einem flachen Gewölbe.
- c) 6 dm. Als Übergang folgt eine Bank körnigen Sandsteins, dann Glaukonitsandstein und Mergel mit Fossilien:

<i>Perisphinctes tenuissimus</i> Siem. (Bajocien)	1	Exempl.
<i>Phylloceras heterophylloides</i> Opp. (Neumayr) (Baj.)	1	„
<i>Belemnopsis Bessina</i> d'Orb. sp.	3	„
<i>Belemnopsis</i> sp. ind.	(1 jung)	2 „

Die mir von Prof. Schardt zur Verfügung gestellten Fossilien stammen sehr wahrscheinlich (aus lithologischen Gründen) aus der gleichen oder einer tieferen Schicht:

- Coeloceras Bayleanum, Opp., Fragment
nach d'Orb. Am. Humphr. 1 Exempl.
Coeloceras sp. nova cfr. linguiferum d'Orb.
ohne Ohren 1 „
Coeloceras Freycineti Bayle 1 „
Nautilus sp. ind. mit sehr breiten Um-
gängen 1 „
Nautilus lineatus Sow. (Bajocien) . . 1 „
- d) 1,4 m. Mehrere dünne Bänke von glaukonitischem Sandstein mit glatter Oberfläche mit blauen schief-
rigen Mergeln mit *Zoophycos*, dann eine 8 dm mächtige
Bank gleicher Art mit *Belemniten*, mit scharfer well-
liger Oberfläche, an deren Basis oolithische Mergel
mit Glaukonit.
- e) 10 m. Mikroflaserschichten nach Arn. Heim, mit bläu-
lichen Mergeln, gut gebankt, mit *Belemniten*. Die Mer-
gel überwiegen im mittleren Teil. Dann folgt, durch
eine Schubfläche getrennt, mit einer Umbiegung der
untersten Bank, die wohl als Aufschiebung zu be-
trachten ist:
- f) 1—2 m. Dunkler, harter, spätiger Kalk, Bänke von
2—3 dm, mit 1—2 dm schwarzen Mergeln dazwischen,
mit *Belemniten*. Streichen: N 45 E, Fallen: 35°
gegen SE.
- g) 3,5 m. Feinkörniger Kalksandstein mit *Zoophycos* und
Abdrücken von *Ammoniten*, in Bänken von 1—2 dm
mit dünnen, sandigen, mergeligen Zwischenlagen.

Die Fossilfunde beweisen, daß wir es hier mit B a j o c i e n zu tun haben, wie Prof. Schardt und Arn. Heim vermuteten. Aus Analogie mit Fulet und Pereyre, wo das Bajocien auch einen sandig kalkigen, mit Mergeln wechsellagernden Komplex darstellt, stelle ich Schicht a)—d) ins Bajocien, e) stimmt mit dem Hangenden in Pereyre überein, muß also Bathonien sein, während die typischen Pereyreschichten (Arn. Heim) bei Bulle vielleicht durch Diskontinuität fehlen. Die aufgeschobenen Schichten f) und g) gleichen lithologisch am besten denen von Crêt Vudy, die, wie ich an geeigneter Stelle zeigen werde, ins

obere Bathonien gehören. Sie sind vielleicht normal auf den liegenden Schichten gelegen und durch einen Druck von E, vielleicht vom Doggerkomplex von Pereyre aufgeschürft worden. Einen sicheren Zusammenhang mit dem kaum 300 m entfernten Pereyreauftauch läßt sich nicht beweisen. Man könnte eine muldenförmige Verbindung der beiden gegeneinander einfallenden Schichten annehmen, indem die sicheren Bajocienkerne und die Mikroflaserschichtenbedeckung miteinander verbunden werden.

Trêmebrücke bei La Pereyre.

Das genaue Profil hat Arn. Heim (Lit. 11) bereits gezeichnet, er gibt den Schichten 2) a—c den Namen *P e r e y r e s c h i c h t e n* und stellt sie wegen zahlreicher typischer Fossilfunden ins Bathonien.

Die Schichten des Gewölbekerns: die blaugrauen Schiefermergel mit knolligen Kalkbänken voller *Zoophycos* und *Fucoiden* enthalten reichlich Ammoniten und Belemniten und gestatten, ihre Stufe zu bestimmen:

Coeloceras Freycineti Bayle	1 Exempl.
Coeloceras Braikenridgii Sow. Bajocien	4 „
Garantia bifurcata Zieten	1 „
Lytoceras tripartitum Rasp. Bathonien	1 „

Die erstgenannten Coeloceraten ergeben sicher ein *B a j o c i e n a l t e r* der Schichten. Der vereinzelte *Lyt. tripartitum*, dessen Deutung nicht anders möglich ist, muß als verfrühtes Auftreten einer Bathonienart im Bajocien angesehen werden. Im Molésongebiet ist dieser Fall auch schon vorgekommen, aber von Mauve in Abrede gestellt worden (Lit. 19).

In der Hauptfossilbank der Pereyreschichten machte ich auch Funde:

Parkinsonia planulata (Qu.) Roll. Parkinsoni- schichten	1 Exempl.
Perisphinctes (Proplanulites?) sp. Ober Dogger	1 „
„ Pseudomartinsi (?) Siem. (ge- kauft)	1 „
Perisphinctes Pseudomartinsi (?) Siem.	2 „

Perisphinctes spec. ind.		1	Exempl.
Nautilus dispansus Mor. a. Lyc.		2	„
Phylloceras Demidoffi Rousseau = Am. tatri-			
cus d'Orb. = disputabile Zittel = Puschi			
Neumayr		1	„
Rhynchonella spec. ind. aus der Gruppe der			
Rh. Oppeli		1	„
Rhynchonella Tremensis Mayer	} (käufl. 4 erworben) 1	4	„
„ subtrigona Gill.		1	„
Pleurotomaria Allica d'Orb.		1	„

Von Prof. Schardt erhielt ich von dieser Fundstelle:
Haploceras (Lissoceras) oolithicum d'Orb.

Wir haben an diesem am besten bekannten, weil fossil-
reichsten Aufschluß der Trême, oberes Bajocien und Batho-
nien vertreten.

Trême bei Crêt Vudy.

An diesem Aufschluß stellte Gilliéron ein unregelmäßiges
Gewölbe fest von unbestimmtem Alter. Arn. Heim gibt eine
Zeichnung und bezeichnet die aufgeschlossenen Schichten als
Spitzbogengewölbe mit 40° axialem SW Gefälle, welches die
Basis der Oxfordschiefer darstellen soll. Nachdem die Schie-
fermassen des Bouleyreswaldes als Aalenien festgestellt sind,
fällt die letztere Behauptung von selbst. Auch die Gewölbe-
natur des Aufschlusses ist sehr anzuzweifeln. Es handelt sich
um 2 um 70° gegen einander verdrehte Schichtkomplexe, die
an der Stelle des Zusammenstoßens in den 3 innersten Kalk-
bänken Umbiegung aufweisen. Das braucht noch längst nicht
eine Gewölbeumbiegung für beide Schenkel zu beweisen, zumal
Arn. Heim selbst konstatiert, daß diese einander nicht ent-
sprechen. Auch ist ein Axialgefälle nicht zu sehen, sondern
nur zu konstruieren. Die beiden Schenkel setzen sich gegen E
durch das Wäldchen fort mit annähernd gleichem Streichen
und ohne die geringste Neigung zu einer Umbiegung nach oben.

Ich halte die beiden Schenkel deswegen für 2 aufeinander
gestoßene, unabhängige Schuppen, wobei durch die Aufschie-
bung einige Kalkbänke umgebogen wurden. Die beiden Schup-
pen scheinen sich gegen W sogar scharf abzuschneiden. Das

stratigraphische Profil bedarf folgender Ergänzung besonders in Schicht 1—4 des Profils von Arn. Heim. Von N nach S finden wir:

N-Schuppe.

1. (Unterlage) glimmersandige Mergel, knorrig, eisen-schüssig mit dünnen Kalkbänken, ca. 40 m, A a l e - n i e n.
2. Feinkörnige quarzsandige Kalkbank, grau und hart, wechsellagernd mit $\frac{1}{2}$ —1 dm dünnen Mergellagen mit *Zoophycos*. Letztere sind schwarz, glimmersandig, rauhflächig. Darin fand sich:
Nautilus subtruncatus Mor. a. Lyc. Bathonien.
Inoceramus spec. ind. jung.

S-Schuppe.

Es folgt die Umbiegung des mergeligen Kerns, in drei Kalkbänken erkennbar.

3. Es sind hellgraue dichte Kalke mit Pflanzenabdrücken und feinschiefrigen Mergeln dazwischen, ca. 1 m.
4. 12 m mächtige, glimmersandige, feinkörnige, etwas kieselige Kalkbänke mit 2—3 dm mächtigen, schwarzen, glimmersandigen Mergeln wechsellagernd, mit *Zoophycos* und *Posidonomya alpina* Gras?

In den Steinbruchblöcken, die für die Bachverbauung herausgebrochen wurden, fand sich: *Belemnopsis Bes-sina* d'Orb. spec. in 5 Exemplaren.

5. 1 m schwarze ebenflächige Mergel mit dichten hellen Kalkbänken (meist in Linsen zerrissen) mit *Pflanzen-abdrücken* und *Belemniten*.
6. 8 m rauhflächige schwarze glimmersandige Mergel mit *Zoophycos*, hart und widerstandsfähig gegen die Verwitterung, mit stark glimmersandigen spätigen Kalkbänken, Mergel vorwiegend.
7. Ebenflächige graue Mergel, glimmersandig, mit feinkörnigen Kalkbänken von unbestimmter Mächtigkeit.

In diesen letztgenannten Schichten sammelte Gilliéron nach Angabe seiner Karte die Callovienfossilien und fand:

Hecticoceras lunulatum und *punctatum*. Dazu fand ich: *Perisphinctes Balinensis* Neumayr. (Callovien)

Peltoceras spec. ind.

Phylloceras (*Sowerbyceras*) *transiens* Pomp.

Belemnopsis Sauvanausa d'Orb.

Die Funde Gilliéron's sowie die meinen erlauben mit genügender Sicherheit diese Mergelschiefer als **C a l l o v i e n** zu bestimmen.

Die beiden Schuppen dagegen gehören nach Fossilgehalt und lithologischer Beschaffenheit zum **o b e r e n B a t h o n i e n**. Besonders die S-Schuppe dürfte für eine ruhige ununterbrochene Sedimentation vom Bathonien bis Divesien sprechen.

Trêmeunterlauf bei der früheren Albeuvemündung.

(Nach Siegfriedkarte.)

Hier ist die Stelle, wo Gilliéron seine Divesienfossilien sammelte. Es gelang mir ebenfalls reichliche Ausbeute zu erhalten, gegen 50 Ammoniten, und das stratigr. Niveau unzweideutig festzulegen.

Es sind hier die ebenflächigen, hell anwitternden, feinglimmrigen Mergel aufgeschlossen, die sich ohne weiteres von den knorrigten Aalenienenschiefern unterscheiden lassen. Die Kalkbänke sind sehr spärlich, dagegen kalkige Konkretionen mit Fossilkernen häufig. Die Schichten gleichen jenen des Gewölbekerns von Joux Galez ob Villarbeney und stimmen auch im Fossilgehalt mit ihnen überein, was von tektonischer Bedeutung ist. Der Aufschluß, der durch die glaciale Flußverlegung der Trême geschaffen wurde, ist gegen 50 m lang, streicht und fällt etwas unregelmäßig, bildet eine flache Mulde und steigt in der E-Richtung an gegen die Flyschaufwölbung an der Saane. In dem kleinen Wäldchen nördlich fand ich in einer Rinne bis an die Oberfläche dieselben glimmerigen Schiefer, wo sie fast an die streichende Fortsetzung der S-Schuppe von Crêt Vudy stoßen. Daher halte ich die Unterlage im Trêmeknie von Crêt Vudy bis zum behandelten Aufschluß als Callovien-Divesien Schichtreihe. Auf dem S-Ufer findet sich noch ein kleiner Aufschluß der nämlichen Schiefermergel, im

Kontakt mit der südlichsten Aalenischicht. Folglich hat sich die Trême in den weichen Divesischichten den Durchgang verschafft. Fossilien:

Phylloceras (Sowerbyceras) tortisulcatum		
d'Orb., Oxford		30 Exempl.
Phylloceras (Sowerbyceras) transiens? Pomp.		
= Delettrei Mun.-Chalm = Phyll. Kobyi		
de Lor		4 „
Phylloceras Demidoffi Rousseau		1 „
Phylloceras Zignodianum d'Orb., Callovien-		
Oxford		1 „
Lissoceras spec. ind.		1 „
Lytoceras Orbrignyi de Lor.		1 „
Ludwigia Chatillonensis de Lor. spec.		1 „
Ludwigia, glatte Art		1 „
Oppelia Brunneri Ooster, unteres und mitt-		
leres Oxford		1 „
Perisphinctes Noetlingi de Lor., unteres und		
mittleres Oxford		1 „
Perisphinctes Moeschi Opp.		15 „
„ spec. ind.		1 „
„ subfunatus de Lor.		2 „
„ Bernensis de Lor.		10 „
Belemnopsis hastata Blainv.		3 „
eine Koralle: Thecocyathus spec. nov.		

Hügel zwischen Kistenfabrik von Tour de Trême und Bahnlinie im NE.

Es handelt sich hier um einen bisher nicht beschriebenen Doggeraufschluß. Im Wäldchen an der Bahnlinie Bulle-Broc, kurz vor der Station Tour de Trême fand ich Schichtköpfe von sandigem Kalk. Bei genauerem Nachsehen fand ich auf der W-Seite im Holzlager der Sägerei Nestlé folgendes Profil an der Straßenböschung aufgeschlossen:

- a) 5 m grobkörniger, sehr spätiger und sandiger Kalk. Im Wäldchen an der Bahn ist dieselbe Schicht als grobe Echinodermenbreccie mit etwas Quarzkörnern entwickelt.

- b) 12—15 m mittelkörniger, sandiger Kalk mit Glaukonit.
- c) 10 m feinkörniger, hellgrauer, sandiger Kalk mit Glaukonit und Pyrit, mit Mergeln wechsellagernd.
- d) x m hellbrauner, dichter, etwas spätiger Kalk mit feinen Flasern.

Allmählicher Uebergang von a) — d). Die Schicht a) läßt sich unschwer vergleichen mit a) des Aufschlusses an der Trême bei Bulle, c) gleicht ein wenig den Pereyreschichten. b) und d) haben keine Vergleichsstücke in der Ebene von Bulle. An Fossilien fand ich nur: *Belemnopsis canaliculata* d'Orb. spec., gewöhnlich im Bajocien auftretend. Ich nehme für Schicht a) Bajocien an. Die höheren Schichten stellen dann eine eigene Bajocien-Bathonienentwicklung dar, welche nur den Sand- und Glaukonitgehalt mit den andern Vorkommnissen gemeinsam haben. Der Einschnitt ist leider zu geringfügig, um Fossilien sammeln zu können und wird mit der Zeit wieder ganz von Vegetation überwuchert werden.

Kleinere Aufschlüsse im NW des Bouleyreswaldes.

Gilliéron will E Pereyre in einer Bachrinne Bajocien mit Ammoniten gefunden haben. Man kann bei der ungenauen Karte den Punkt nicht sicher identifizieren. Ich glaube an eine Verwechslung der Bachrinne beim Kartieren, da ich in der Rinne 500 m NE Pereyre wiederum sandige Bathonienkalke gefunden habe mit 45° S-Fallen, deren Verbindung mit dem Pereyregewölbe S-Schenkel oberflächlich nachzuweisen ist. Unter diesem Bathonien befindet sich ja Bajocien, während ich in der von Gilliéron angegebenen Rinne gar keine Aufschlüsse fand.

SW Mollaux, P 771 hat ein Bach eine tiefe Rinne gegraben, gegen les Oyes hinunter. In dieser Rinne fand ich auf Kurve 750 eine Lumachellenbank inmitten sandiger Kalke. Aus der harten Fossilbank schlug ich folgende Exemplare heraus: *Lucina* cfr. *Bellona* d'Orb., Bathonien und ein Bruchstück von *Pecten* (*Entolium*) sp. Die anderen Schalenfragmente waren nicht mehr bestimmbar. Die sandigen Kalke

streichen N 41 E und fallen 45° S. Gegen N folgen unter diesen Bänken: 1. helle, ebenflächige, glimmerige Mergel mit dünnen Kieselbänken. 2. helle, schiefrige Mergel mit vielen Konkretionen. Ich betrachte diese Mergel als Flyschunterlage des Pereyregewölbes. Das Streichen verbindet diesen Aufschluß mit Pereyre, wenn auch die Sichtbarkeit in dichtem Wald auf 500 m unterbrochen ist.

Wo das Sträßchen von Bulle nach Bouleyres den Wald betritt, stößt man wieder auf einen Aufschluß von sandigem Kalk. Ebenso findet man 100 m S einige Schichten von Bathonien, die mit 70° gegen N fallen und dem Waldrand parallel streichen. Ein Zusammenhang dieser beiden Aufschlüsse mit den Doggerschichten an der Trême bei Pereyre oder Bulle ist wahrscheinlich, aber nicht zu beweisen. Einzelne Bathonienschuppen im Flysch steckend, sind so nahe dem Überschiebungsrand der Voralpen wohl denkbar. — W des Waldes Sautaux fand Engelke während des Bahnbaues einen Ausbiß von „Klausschichten“. Nach den noch vorhandenen Trümmern war es Bathoniensandkalk. Dieser ganz isolierte Aufschluß läßt keine Schlüsse zu.

Malmklippen von Tour de Trême.

1. Außer den beiden von Gilliéron, Engelke und Arn. Heim beschriebenen Malmvorkommnissen in La Tour de Trême fand ich ein drittes W der Linie Bulle Gruyères. Der Malm erstreckt sich vom Gehöft N der Station bis zu einem Gebüsch auf eine Strecke von ca. 150 m mit einem Streichen N 150 E und annähernd senkrechter Lagerung. Es ist ein heller, harter, dichter Kalk, zum Teil brecciös. Er hebt sich nur wenig über die Alluvialebene der Umgebung hinaus und ist wohl deshalb übersehen worden.

2. Die Klippe E der Bahnlinie Bulle—Gruyères ist im S durch Steinbruchbetrieb zur Hälfte abgebaut und gut aufgeschlossen. Das eingehende Profil gibt Arn. Heim. Seine Breccien betrachte ich zum Teil als tektonische Pseudobreccien, denn sie treten überall da auf, wo der Malm am meisten gequetscht und beansprucht wurde, wie ich bei der Behandlung des Montsalvensmalm noch erörtern werde.

Der Siderolithbildung Gilliéron's oder den Bolustaschen Arn. Heim's habe ich zur Erklärung ihrer Entstehung vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt. Zwischen den senkrecht stehenden Schichten findet man rotbraune eisen-schüssige Tone als Füllmasse der karrenartigen Schichtoberfläche. Der angrenzende Kalk ist ebenfalls rötlich gefärbt, infiltriert. Die ganze Erscheinung geht von den Schichtfugen aus. Der Eisengehalt und Färbungsgrad nimmt von den roten Nestern aus in regelmäßigen Zonen gegen außen ab. Im Innersten der Bolusnester trifft man einen verrosteten Kern oder in günstigeren Fällen Pyrit, das randlich in Oxydation begriffen ist. Die Infiltration geht konzentrisch von diesen Pyritkernen aus, wie sich an einigen Stellen schön verfolgen ließ. Die Schichtfugen spielen insofern eine Rolle, als sie in ihrer senkrechten Lagerung dem Sickerwasser Zutritt boten, welches den massenhaft an den Schichtoberflächen verteilten Pyrit oxydierte. Die frei werdene H_2SO_4 zersetzt den Kalk zu einer karstartig zerklüfteten Schichtfuge und hinterläßt nur die unzersetzlichen Bestandteile, vor allem Ton. Diese lockere Masse wanderte den Schichtfugen entlang in die Tiefe, erfüllte die Hohlräume und wurde von den zirkulierenden Eisenlösungen infiltriert. Die Erscheinung ist also kaum mit der Bohnerzbildung zu vergleichen. Denn die unregelmäßigen infiltrierten Schichtfugen wiederholen sich mehrmals, die Erscheinung ergreift immer Hangendes und Liegendes zugleich. Die Entstehung während einer Festlandsperiode in der Malmzeit erscheint mir weniger wahrscheinlich als eine nachträgliche Zersetzung des Gesteins nach der Deckenbewegung an Ort und Stelle. Bohnerzkörner sind übrigens keine zu finden, nur Pyrit als primäre Malmeinlagerung. Gilliéron behauptete, die ganze Erscheinung stamme von außen. Ich halte dagegen die roten und grünen Nester und Adern als Anhäufung von Auflösungsrückständen, welche wir vor allem der Pyritverwitterung verdanken.

Eine Altersbestimmung auf äußere Erscheinungsform gegründet scheint mir bei allen 3 Malmklippen sehr gewagt ohne Fossilien. In dem soeben besprochenen Aufschluß fand ich: *Aptychus sparsilamellosus* Gumb. und *Aptychus laevis*

zu *Aspidoceras* (aus der westlichsten Schicht), welcher aus den *Acanthiusschichten* stammen dürfte, das wäre *Sequan*. Der östliche Teil wird darum wohl *Kimeridge — Portland* darstellen. Die Bolusbildung wäre dann im *Kimeridge* (*Calcaire en grumeaux*) und die dünnbankigen Schichten mit grünlichen Tonhäuten unteres *Portland*. Prof. Schardt stellte mir aus den obern Schichten ostwärts zur Verfügung: *Perisphinctes Gevreyi* Touc. leitend für oberes *Portland*. 2 Ex. und *Haploceras* (*Lissoceras*) spec. ind. Damit ist obige Annahme bestätigt.

Die dünnbankigen Schichten gleichen, von der Farbe abgesehen, dem Klippen-Neocom, doch glaube ich eine tonreichere Varietät des *Montsalvensportland* darin zu erkennen.

3. Bei der Klippe *E La Tour de Trême* glaubt Engelke (Lit. 3) *Argovien — Neocom* erblicken zu müssen. Der Wechsel von dickbankigen mit dünnbankigen und mit brecciösen Schichten ist ähnlich wie *W La Tour*. Das *Argovien* von Engelke (*Oxfordien*) ist nichts anderes als *Calcaire en grumeaux* *Gilliéron*, also *Kimeridge*. Schon der geringen Mächtigkeit wegen dürfen wir nur Schichten von *Kimeridge — Portland* annehmen. Sie ist auch durch Steinbruch aufgeschlossen.

4. Eine faciell durchaus ähnliche belemnitenreiche Malmklippe beim Waisenhaus *Epagny* hat Mauve kartiert als eine in die Basis der Klippen eingewickelte Schuppe.

Kreide.

In der Niederung von *Bulle* ist ein sicherer Kreideaufschluß nicht gefunden worden. Einzig ob den *Bains de Montbary* haben Schardt (mündliche Mitteilung) und Mauve (Lit. 19) obere Kreide in Form des hellen kreidigen Kalkes, Seewerkalk, eingequetscht zwischen *Flysch* und *Trias* der Klippen gefunden.

Flysch.

Die *Flysch*aufschlüsse entlang der *Saane* und an beiden Brückenköpfen *W Broc* sind schon von *Gilliéron* gut charakterisiert worden. Engelke hat Photographien darüber publiziert. Dagegen fand ich neue *Flysch*aufschlüsse in *Bouleyres*. Die

beiden Seitenbäche des Baches von L e s O y e s durchschneiden in 10—20 m tiefen Rinnen ein wenig widerstandsfähiges Material. Es sind helle, bröcklige Mergel, wechsellagernd mit glattflächigen Sandsteinbänken und sandig kalkigen Linsen. Die Mergel wiegen weit vor. Den ganzen, flyschartig ausgebildeten, harten Sandsteinbänken nach zu urteilen, wie auch wegen der ganz anders ausgebildeten Mergel als im Aalenien oder Divesien, halte ich diese für Flysch. Am NW Waldrand gegenüber Bulle habe ich ähnliche Mergel gefunden in sehr primitiven Aufschlüssen an Wegrändern und in kleinsten Rinnsalen.

Diluvium.

Es ist von N u ß b a u m (Lit. 20) vorzüglich bearbeitet worden. Ich werde nach seinen Ergebnissen eine kurze Übersicht geben, die notwendig ist zum Verständnis der ganzen Niederung. Da wir bei Bulle ein Endstadium des Saanegletschers haben während einer Rückzugsphase, findet sich ein Kranz von Stirnmoränen um Bulle vom Hügel von Morlon bis an den Hügel von la Schia, an dem sie langsam emporsteigen als Seitenmoränen.

Die mesoz. Aufschlüsse innerhalb des Moränenkranzes bedeuten eigentlich nur Rundhöcker, die aus einer mit Grundmoräne überkleisterten Landschaft herausragen. Nur die Bäche, welche vom Flyschgebiet gegen N und E strömen, haben reichlich grobes Schwemmmaterial angehäuft, so daß die flachen Niederungen zwischen Bulle und Gruyères größtenteils mit Alluvium auf Grundmoräne bedeckt sind.

Im Saanetal sind die Verhältnisse komplizierter. Oberhalb Broc findet man zu beiden Seiten des Tales Grundmoräne. Diese taucht flach unter das Saane-Alluvium. Bei Broc haben wir die Reste eines ausgedehnten Jognedeltas, das in den jung glazialen Stausee vorgeschoben wurde. Die Ablagerungen sind von der Jogne nachträglich durch Erosion entzweigeschnitten worden, so daß wir sie nur noch an beiden Talhängen als Terrasse verfolgen können bis Morlon, resp. Botterens. Unterhalb Villarbeney taucht unter den Schottern wieder Saane-Grundmoräne auf, welche bei Villarvolard in die Endmoräne des Saanegletschers übergeht.

Der Hügel von Morlon, P 825, ist von Nußbaum als Anstehendes betrachtet worden, Bueß (Lit. 2) vermutet dort Molasse.

Am NE-Fuß habe ich allerdings noch typischen Flyschsandstein aufgeschlossen gefunden. Auf dem Hügel aber, etwas unterhalb P 826, habe ich eine Kiesgrube gefunden mit grobem Schotter mit Rhonegletschergeschieben. Dieser Schotter ist Nußbaum entgangen. Seines Niveau's wegen, das weit über allen andern Schotterniveaux der Gegend liegt (Jogne-deltaschotter liegt im Niveau von 730—740), halte ich es für einen älteren, vielleicht Vorstoßschotter der Rißeiszeit, der schon in der Würmeiszeit ordentlich verkittet war und als Riegel wirkte (nach Nußbaum) für den von W vorstoßenden Rhonegletscher und später bei der selbständigen Entwicklung des Saanegletschers die 2-Teilung desselben in 2 Endmoränenkränze herbeiführte. Den von Nußbaum als geschichtete Grundmoräne erwähnten Aufschluß von La Croix P 781, an der Straße Bulle-Morlon halte ich für Schotter. Der Aufschluß ist sehr klein und isoliert. An beiden Abhängen des Hügels sind an jener Straße Seitenmoränen des Saanegletschers entwickelt, während der Grat mit dem Aufschluß von La Croix möglicherweise dem älteren Schotter zugehört.

Stratigraphische Vergleiche.

In dieser obersten helvetischen oder ultrahelvetischen Decke, die uns nurmehr zerstückelt am Außenrand und Innenrand der Alpen und in Erosionsrelikten über den Kalkhochalpen zutage tritt, sind die stratigr. Zusammenhänge noch sehr wenig aufgeklärt. Wohl hat fast jedes größere Vorkommen dieser Facies seinen Beschreiber gefunden, aber Vergleiche sind erst versuchsweise angestellt worden, insbesondere von Arn. Heim (Lit. 14) im Bd. 2 der „Geologie der Schweiz.“ Dabei fehlte noch die genauere stratigr. Kenntnis dieses Gebietes, weshalb ich hier Einiges zu ergänzen versuche. In der Zone am Alpenrand bietet die Niederung von Bulle die einzigen Doggervorkommnisse dieser Decke. In der Sattelzone dagegen und bis ins Wurzelgebiet kommen sie häufiger vor. Ich be-

rücksichtige hier die stratigr. Angaben von B e r n e t (Lit. 1), R o e s s i n g e r (Lit. 21), S a r a s i n und C o l l e t (Lit. 25), A r n. H e i m (Lit. 13 und 14), die in der Sattelzone gearbeitet haben und von L u g e o n (Lit. 16, 17 und 18), der die Verbindung Wurzelzone — Sattelzone untersucht hat.

A a l e n i e n. B e r n e t hat: „schistes noirs micacés“ gefunden, die er in den Lias stellt, ich glaube darin die Aalenien-schiefer der Saane zu erkennen. R o e s s i n g e r fand: schistoides calcaires très micacés, rubefiés par des traînées ferrugineuses provenant de la pyrite, mit *Harpoceras aalense*. *Posidonomya Bronni*, hier sehen wir volle Übereinstimmung mit dem Aalenien (Opalinuszone) an der Saane. S a r a s i n und C o l l e t erwähnen: schistes noirs aus dem oberen Lias, welche den „schistes mordorés“ nach Lugeon und Roessinger entsprechen sollen. Sie stellen diese Schiefer in den Lias, weil in entsprechenden Aufschlüssen anderswo Toarcienfossilien gefunden worden seien. Das wird aber wahrscheinlich Aalenien sein, denn Lugeon rechnet seine „Schistes mordorés“, auf die sich obige Autoren beziehen, zum Aalenien. Er glaubt aber, daß der ganze obere Lias darin inbegriffen sei. Am Pommerngrat stellt A r n. H e i m Eisensandstein des Aalenien fest. Da die meisten Autoren nur schlechte Fossilfunde oder gar keine gemacht haben, so dürften die zahlreichen Ammonitenfunde vom Trêmeaufschluß von allgemeinem stratigr. Wert für die ganze Decke sein. Das Aalenien ist in allen helvetischen Decken der Westschweiz ausgebildet. Am Schilt-horn haben wir auch Eisensandstein und knorrige Schiefer nach Trösch und Arbenz.

Das obere B a j o c i e n ist mit Echinodermenbreccie, oolithischen Kalkbänken und sandigen bis dichten Fleckenkalken mit schiefrigen Zoophycos-Mergeln in 3 Aufschlüssen, ev. 4 vertreten in der Niederung von Bulle.

S a r a s i n und C o l l e t fanden „calcaires gris foncé jaunâtre par oxydation qui ont une structure gréseuse“ mit einem starken Glimmergehalt mit *Zoophycos*, *Belemniten* und *Stephanoceras Humphriesianum*. B e r n e t erwähnt allgemein als Dogger: sandige Kalke, glimmerführend, wobei jedenfalls auch Bajocien vertreten ist. L u g e o n erwähnt als

Bajocien: „schistes à patine mordorée à cause du mica sombre sur la cassure fraîche.“ Im unteren Teil treten schwarze Knollen auf. Unter diesen Schiefern stelle ich mir die etwas gepreßten sandigen Mergel von Fulet vor, eher als daß ich eine Ähnlichkeit mit Aalenierschiefern fände, wie Arn. Heim das Bajocien von Lugeon auffaßt. Das Bajocien dürfte im ursprünglichen Sedimentbecken allgemeine Verbreitung besessen haben, wegen der geringen faciellen Unterschiede. Gegen die Wildhorndecke zu schwillt das Bajocien wohl auf 100 m an, seinen glimmersandigen Charakter mit Zoophycos größtenteils beibehaltend.

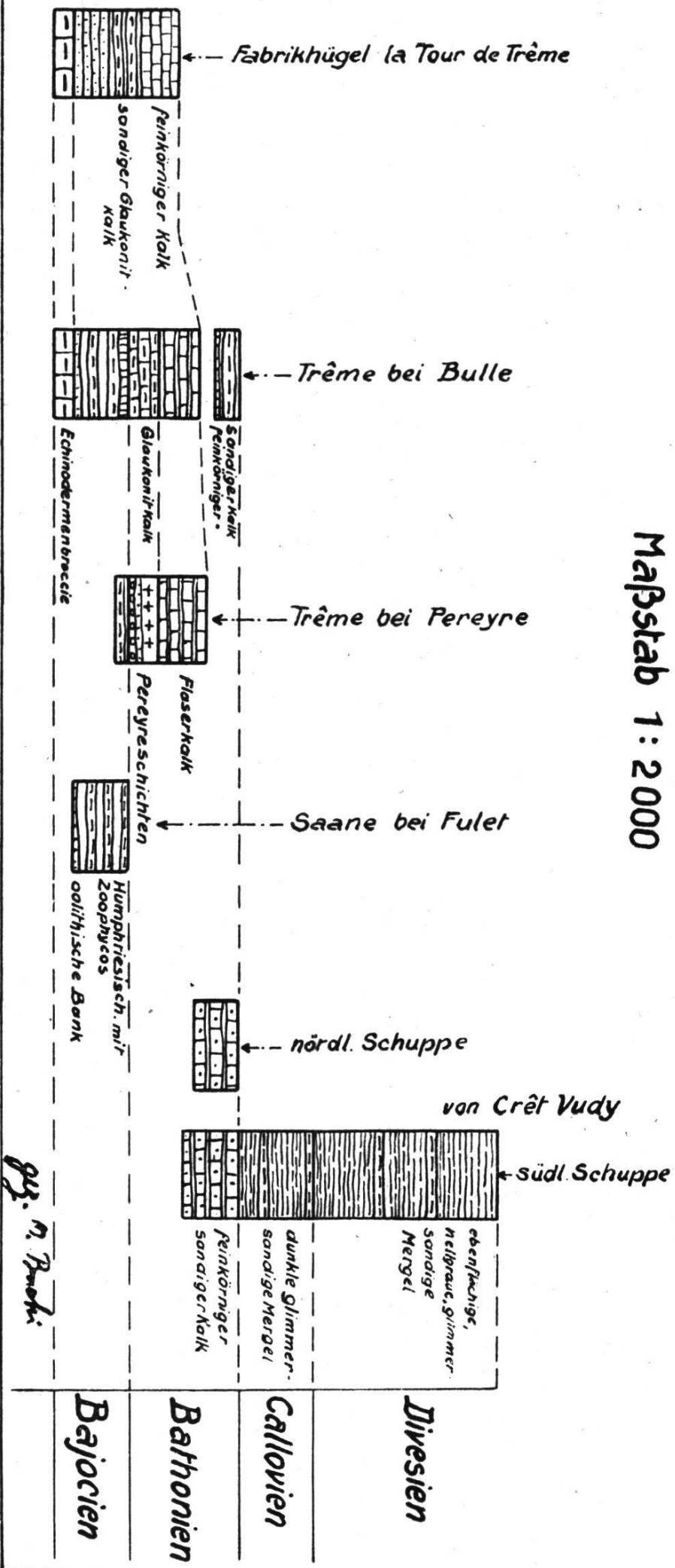
Für das Bathonien wird es schwierig, sich ein Bild der gegenseitigen Lage im Sedimentbecken zu machen. Schon allein in der Niederung von Bulle finden wir reichen faciellen Wechsel, worüber folgendes Vergleichsprofil orientieren soll. (Siehe umstehende Seite.)

In der Sattelzone ist das Bathonien auch vertreten. Sarasin und Collet fanden schwarze sandige Kalke und Wechsellagerung mit Mergeln und fügen bei: ce dernier type montre en général des taches et des traînées plus foncées au milieu d'une roche plus claire. Ich vermute eine Übereinstimmung mit den Mikroflaserschichten Arn. Heim's. Lugeon gibt „calcaire à entroques“ an, anderseits auch sandige Kalke, gebankte Kalke mit grauen Schiefern, kurzweg als Dogger bezeichnet. Sie lassen sich wohl mit unserem Bathonien vergleichen.

Die faciell so mannigfach entwickelte Bathonien-Stufe läßt auf unruhige Sedimentation und ev. Küstennähe schließen, so die Konglomeratbank in den Pereyreschichten. Zeitweise dürfte Festland geherrscht haben, besonders gegen das Callovien zu. Die Fauna weist viele Mollusken auf neben den üblichen Ammoniten und Belemniten; dies, wie die Echinodermenbreccien sprechen für Flachmeerablagerung. — In der Wildhorndecke finden wir auch sandige Kalke und Echinodermenkalke in Bathonien nach Lugeon. Also gegen N wird das Glimmer- Quarzsand, Granit- und Dolomitbrocken liefernde Festland nicht zu suchen sein, sondern gegen das Penninikum zu.

Vergleich der Schichtenreihen der mesozoischen Schuppen in der Niederung von Bulle (excl. Jalenien).

Maßstab 1 : 2000



Callovien. Arn. Heim bezeichnet es noch als unsicher, ob Callovien im ultrahelveticischen Faciesgebiet vorhanden sei. Das Vorkommen von Crêt Vudy scheint für einen allmählichen Übergang von oberem Bathonien über Callovien zu Divesien zu sprechen. In der Sattelzone und südlich ist es nirgends nachgewiesen. (Lugeon's Callovien = unser Divesien.) Vielleicht wird es durch weitere stratigr. Bearbeitung von den dortigen Oxfordschiefern noch abgetrennt werden können. Das Callovien-Vorkommen von Crêt Vudy deutet die beginnende Senkung und Transgression des Malmmeeres an, da die bathyalen Sedimente des Malm ununterbrochen ineinander übergehen.

Die stratigraphischen Vergleiche des Doggers machen eine Übereinstimmung der einzelnen Stufen mit der Sattel- und Wurzelzone sehr wahrscheinlich und schließen recht gut an die Wildhorndecke an, während mit der Klippenfacies nur die Cancelliphyccoschichten des Bajocien übereinstimmen, sonst aber dort eine wesentlich andere Ausbildung vorherrscht.

II. Stratigraphie des Montsalvens.

1. Malm.

a) Divesien.

Gilliéron hat die Stratigraphie des weißen Jura mit großer Genauigkeit untersucht und eine Klassifikation der Schichten versucht. Arn. Heim hat sie mit den modernen stratigr. Bezeichnungen versehen. Es erübrigt mir noch, die neuen Fundstellen anzuführen mit den Fossilien, welche mir gestatten, meine Stratigraphie auf eigene Funde aufzubauen. Dadurch ergeben sich auch einige kleine Änderungen gegenüber den früheren Arbeiten.

Gilliéron vereinigt als Jura moyen die schistes à nodules und den calcaire à ciment. Die ersteren hält er für Callovien mit Übergang zum Oxfordien. Er vereinigt dabei die Aalenien-

schiefer mit den dunkeln Mergeln des Gewölbekerns von *Joux Galez ob* Villarbeney, welche ganz verschiedenen Alters sind und sich auch im Handstück unterscheiden.

Als Schichten des Gewölbekernes von Joux Galez finden wir weiche schwachglimmersandige dunkle schiefrige Mergel mit spärlichen, feinkörnigen, harten, dunkeln Kalkbänken mit brauner Anwitterungsfarbe. Darüber Zunahme der Mergel mit dichten, harten, hellgrauen Fleckenkalken. Dies führt zum calcaire à ciment. In diesem Gewölbekern fand ich folgende Fossilien:

Phylloceras Zignoanum d'Orb.

Perisphinctes Bernensis de Lor. Unteres und mittleres Oxfordien.

Perisphinctes spec. ind. mit Pyrit.

Phylloceras (*Sowerbicerias*) *tortisulcatum* mit *Posidonomya* spec. ind.

In der Bachrinne unterhalb der Aufschlüsse fanden sich: *Peltoceras* wahrscheinlich *Arduennense* d'Orb. Ob. Oxfordien.

Oppelia wahrscheinlich *episcopalis* de Lor.

Cardioceras praecordatum Douv?

Bruchstück von Nautilus-Schale.

Durch genannte Fossilien sind diese Schichten als unteres und mittleres Oxfordien (Divesien) charakterisiert. Die Mächtigkeit beträgt, vielleicht durch tektonische Häufung, 80 m.

Der calcaire à ciment ist zur Genüge beschrieben. Ich erwähne nur, daß die rotbraune Anwitterungsfarbe der Kalkbänke leicht eine Verwechslung zuläßt mit den Valangienmergeln. Sie enthalten reichlich Fossilien, aber in sehr schlechtem Erhaltungszustand. In der Schlucht der Jogne sind sie aufgeschlossen im mittleren Teil am Fußweg längs des überschobenen Malm. Ich fand dort:

Peltoceras torosum Opp.

Peltoceras cf. *interscisum* Uhlig.

Haploceras (*Lissoceras*) *Erato* d'Orb. oder *Rollieri* de Lor. spec.

Ludwigia Delmontana Opp. spec.

Oppelia (*Trimarginites*) *Villersi* Roll.?

Duvalia spec. ind.

Rhynchonella spoliata Suess.

Vom letztgenannten Ammoniten fand ich auch ein Exemplar am N-Ufer neben dem Steinbruch bei der Jognebrücke.

Im Gewölbe 4A fand ich in einem Block unterhalb Anstehendem:

Oppelia (*Neumayriceras*) *episcopalis* de Lor.

Perisphinctes spec. ind.

Aus dem Bergsturzmaterial unter Gewölbe 5 fand ich: *Perisphinctes* spec. ind., unter Gewölbe 4 B: *Phylloceras* (Sow.) *Delettrei* Mun.-Chalm = *transiens* Pomp. Am Rio de Lidderey bei Charmey fand sich im calcaire à ciment als Gewölbekern: *Belemnopsis* spec. ind.

In der ersten Straßenkehre nach der Jognebrücke bei Broc fand ich:

Phylloceras (*Sowerbyceras*) *tortisulcatum*

d'Orb. spec. 4 Exempl.

Perisphinctes Claromontanus Buck. 2 „

Pecten (*Entolium*) *demissus* Phil. 1 „

Belemnopsis hastata de Blainville. { von Prof. } 2 „
Belemnopsis cfr. *latesulcata* d'Orb. sp. { Schardt }

Diese genannten Fossilien sprechen mehr für Divesien als für Argovien. Die *Phylloceras tortisulcatum* aus dem Aufschluß über der Hauptstraße N der Jognebrücke zeigen Übergänge zu *Phylloceras protortisulcatum*. Doch neigen sie noch eher zur Divesienform. Somit stelle ich im Gegensatz zu Arn. Heim die unteren 20 m des calc. à ciment ins *Divesien*. Die Funde aus der Schlucht gehören auch den obersten Divesien-schichten an, wo Kalk und Mergel sich ungefähr das Gleichgewicht halten.

Die bekannten calc. à ciment von Châtel St. Denis werden von E. Favre (Lit. 5) auch in die Zone des *Am. cordatus* und *Lamberti* gestellt. Leider sind die diesbezüglichen Arbeiten von Gagnebin noch nicht veröffentlicht und erlauben mir keinen Vergleich anzustellen.

Die Mächtigkeit beträgt 30—50 m, in Joux Galez 50 m.

b) Argovien.

Zone des *Am. transversarius* = calcaire concrétioné Gilliéron = calc. grumeleux Schardt und Favre.

Der Übergang vom calc. à ciment zum calc. concrétioné Gilliéron vollzieht sich ganz allmählich durch Zunahme des Kalkgehaltes. Eine scharfe Grenze zwischen Divesien und Argovien läßt sich deshalb nicht ziehen. Erst das Auftreten der knolligen Lagen zwischen 2 Kalkbänken läßt die Schicht vor allen andern mit Sicherheit unterscheiden. Diese knolligen Lagen enthalten reichlich Fossilien und dienen deshalb dem kartierenden Geologen als vorzüglichen Leithorizont. Die Fossilien sitzen merkwürdigerweise fast ausschließlich in den knolligen Zwischenlagen, während die Kalkbänke arm sind an Fossilien. Damit dürfte ein Zusammenhang zwischen Knollenbildung und Fossilgehalt bewiesen sein. Im Dünnschliff zeigen die Knollen keine andere Struktur als der übrige Kalk. Dagegen sind reichlich Schalenquerschnitte und Kalkoolithe, welche letztere den Knollen vielleicht als Kern dienten. Die Grundmasse ist mikrokristallin bis dicht.

In der Schlucht hat der Fußweg unterhalb der zweiten Kluse einen prächtigen Aufschluß geschaffen, in dem die senkrecht gestellten Schichten dieses Kalkes ihre knollige Oberfläche darbieten, auf welcher sich die Fossilien abpflücken lassen. Dieser Aufschluß lieferte mir:

<i>Duvalia Montsalvensis</i> Gill. spec.	24	Exempl.
<i>Belemnopsis Girardoti</i> de Lor. spec.	3	„
<i>Belemnopsis</i> cfr. <i>latesulcata</i> d'Orb.	3	„
<i>Belemnopsis Argoviana</i> Mayer spec.	1	„
<i>Phylloceras</i> (<i>Sowerbiceras</i>) <i>protortisulcatum</i> Pomp.	12	„
<i>Lissoceras Erato</i> d'Orb.	1	„
<i>Lytoceras</i> spec. nov. cfr. <i>Orbignyi</i> de Lor.	1	„
<i>Lytoceras</i> cfr. <i>polyanchomenon</i> Gemellaro	1	„
<i>Phylloceras Manfredi</i> Opp. spec.	1	„
<i>Perisphinctes Helenae</i> de Riaz. = <i>Orbignyi</i> de Lor. = <i>Marcoui</i> de Lor.	1	„
<i>Perisphinctes Mindove</i> Siem.	1	„

Collyrites Voltzi Ag. spec.		1 Exempl.
Perna spec. ind.		1 „
Aptychus zu Perisphinctes		2 „

Von Prof. Schardt wurden mir zur Verfügung gestellt von verschiedenen Fundstellen:

- Duvalia Montsalvensis Gill. sp. 4 Ex. von Bataille, 2 Ex. von der Schlucht.
- Belemnopsis Girardoti de Lor. sp. 1 Ex. von der Jognebrücke, 1 Ex. vom Fußweg Jognebrücke—Bataille.
- Belemnopsis cfr. latesulcata d'Orb. sp. 2 Ex. vom Fußweg Jognebrücke—Bataille.
- Belemnopsis Argoviana Mayer sp. 3 Ex. von Ruine Montsalvens.
- Belemnopsis hastata de Blainv. = Bel. cfr. latesulcata d'Orb. Steinbruch bei Stolleneingang.
- Phylloceras (Sowerbicerias) protortisulcatum Pomp. 3 Ex. von der Schlucht; 1 Ex. unterhalb Bataille; 3 Ex. Fußw. Jognebrücke—Bataille.
- Haploceras (Lissoceras) Erato d'Orb. 1 Ex. Fußw. Jognebrücke—Bataille.
- Lytoceras Orbigny de Lor. sp. 1. Ex. aus der Schlucht ob. barrage Cailler.
- Phylloceras Manfredi Opp. sp. 1 Ex. ob der Jognebrücke.
- Perisphinctes Mindove Siem., aus der Jogneschlucht, Überschiebung.
- Phylloceras plicatum Neumayr, in der Schweiz noch nicht gefunden, dagegen in den Klippen von Galizien, Fußweg Jognebrücke—Bataille.
- Haploceras sp. ind. von Bataille.
- Lytoceras sp. ind. 1 Ex. von Montsalvens, 1 Ex. vom Fußweg Jognebrücke—Bataille.
- Rhynchonella sp. nova aus der Gruppe der furcillata, 1 Ex. aus der Schlucht.
- Terebratula Moutoniana d'Orb. 1 Ex. aus der Schlucht unter barrage Cailler.
- Aptychus punctatus Voltz, ob der Jognebrücke.

In der Bergsturzmasse von Pessot fand ich:

Phylloceras (Sowerbyceras) protortisulcatum	
Pomp.	4 Exempl.
Lytoceras polyanchomenon Gemellaro (jung)	2 „
Perisphinctes Martelli Opp. wahrscheinlich	1 „
„ Mogosensis Chof.	1 „
„ Damesi Siem. wahrscheinlich	1 „
Phylloceras Zignoanum d'Orb.	1 „

Aus Gewölbe 4B habe ich: *Rhynchonella spoliata* Suess.

Aus Gewölbe 2 S-Schenkel ob Botterens: *Perisphinctes Martelli* Opp.

Aus dem Malm des obersten Rio d'Allières, vermutlich Argovienblock:

Lytoceras cfr. *polyanchomenon* Gemellaro 1 Exempl.

Die leitenden Fossilien dieser Liste gehören in die Zone des *Pelt. transversarium*, bestätigen also die Angaben der früheren Bearbeiter.

An dem genannten Aufschluß im überschobenen Malm der Schlucht fallen zahlreiche rostbraune Knollen auf, die von Pyritverwitterung herkommen. Die Auflösung ist oft schon so weit gediehen, daß die Schichtfläche karrenartige Vertiefungen enthält. Der Pyrit als Ausgangspunkt läßt sich in weniger verwitterten Partien leicht nachweisen. Das Zusammentreffen der zahlreichen Pyritknollen in denselben Lagen, welche auch den enormen Fossilgehalt aufweisen, ist sehr auffällig. Der H₂S dürfte gewiß von den unter Luftabschluß verwesten Organismen stammen und verband sich dann mit dem überall vorhandenen Eisen zu Pyrit. Das Auftreten in größeren Kristallaggregaten ist wohl das Produkt der Sammelkristallisation unter Gebirgsdruck und der überall zirkulierenden Gebirgsfeuchtigkeit.

Die Verbreitung der guten Aufschlüsse war schon Gilléron bekannt, außer dem in der Schlucht und jenem bei Pessot, welches letzteren Arn. Heim erwähnt mit Fossilangaben. Das Argovien ist überhaupt den Malmgewölben und -Mulden entlang sichtbar, wenn nicht allzuviel Schutt am Fuße der Felswände sich anhäuft. Die Mächtigkeit ist sehr beschränkt. Der

eigentliche Knollenkalk mißt nur 10—12 m Mächtigkeit, während die untere Argoviengrenze wie betont, noch etwas tiefer liegen kann. Auf der Karte habe ich diesen trefflichen Leithorizont besonders angegeben.

Der Knollenkalk muß sich in ruhigem Wasser abgelagert haben, da die Fossilien wohl erhalten sind und relativ groß. (Durchmesser der Ammoniten 5—10 cm.) Das Vorherrschen von Belemniten und Ammoniten (Phylloceraten und Lytoce-
raten) beweist pelagische Ablagerung. Der stete Wechsel von homogenen sterilen Kalkbänken mit den fossil-
reichen Knollenlagen deutet auf periodische Schwankung des Bodens, verbunden mit Änderungen der Meeresströmungen, welche die Bedingungen für animalisches Leben vollständig änderten.

c) Sequan — Kimeridge — Portland.

Es ergibt sich folgende Parallelisierung der verschiedenen Bezeichnungen nach:

Mächtigkeit	Gilliéron	Arn. Heim	O. Büchi
50 m	tithonique inf.	{ Portland Kimeridge }	Portland
30 m	calc. en grumeaux	Ob. Sequan	Kimeridge
	calc. schisteux	Z. des Peltoceras bimammatum	Sequan
10—12 m	calc. concrétioné	Ob. Argovien	Z. d. Am transversar.
50 m	calc. à ciment	Unt. Argovien	Divésien { supérieur inférieur
80 m	schistes à nodules (p. p.)	Oxford	

Gilliéron hat eine den lokalen Verhältnissen gut angepaßte Einteilung des Oberen Malm gegeben. Er unterscheidet nach petrographischem Charakter und Verwitterungsform die auf der Tabelle angegebenen Abteilungen. Arn. Heim hat die Bezeichnungen Gilliérons nicht ganz richtig angewandt. Was er als Sequan bezeichnet, nennt Gilliéron calc. schisteux und nicht calc. concrétioné. Heim's Kimeridge, von ihm als Calc. schisteux Gilliéron gedeutet, nennt Gilliéron schon Tithon.

Die Schichten des calc. schisteux lieferten Gilliéron nur *Aptychen* und *Belemniten*, welche keine Zonenbestimmung zuließen. Am Bergsturz von Pessot sind sie nun zur Genüge aufgeschlossen und lieferten Arn. Heim das Leitfossil: *Pelto-*

ceras bimammatum, wodurch die Zone bestimmt ist. Den calc. en grumeaux bestimmte Gilliéron durch einige Ammoniten als zur Zone des *Perisphinctes Ulmensis*, *Aspidoceras acanthicum* und *Pterocera oceani* gehörig. Das sind ziemlich auseinander liegende Zonen.

Es standen mir zahlreiche Steinbruchfossilien zur Verfügung aus dem Steinbruch N der Jognebrücke bei Broc. Es wurden Malmschichten von Sequan an abgebaut. Ich konnte damit nicht einzelne Zonen als solche bestimmen, sondern nur erkennen, welche Zonen mit Fossilien vertreten sind. (Lit. 23.) Nach dem Handstück stammen aus dem calc. schisteux folgende Fossilien:

<i>Perisphinctes unicomptus</i> Fontanne, Sequan	1	Exempl.	
<i>Peltoceras</i> sp. ind.	2	„	
<i>Perisphinctes</i> sp. ind.	4	„	
<i>Perisphinctes Lothari</i> Opp. Ob. Sequan	1	„	
<i>Lytoceras sulcatum</i> d'Orb.	3	„	} Stufe nicht er- kennbar.
<i>Simoceras</i> sp. ind.	1	„	

Dazu fand ich im Bergsturzmaterial von Pessot auch *Peltoceras bimammatum* Op. 3 Ex. Vom Steinbruch an der Abzweigung der Straße nach Botterens von der Hauptstraße stammt vermutlich ein erworbenes Exemplar von *Perisphinctes Suevicus* Siem?

Ins Kimeridge verweisen folgende Steinbruchfunde:

Perisphinctes rectefurcatus, Badener Schichten.

Perisphinctes Lictor Fontanne, den ich selber aus dem calc. en grumeaux mit Silex geschlagen habe im Steinbruch. Er gehört in die Zone der *Oppelia tenuilobata*, damit kann ich den calc. en grumeaux zum Kimeridge stellen. Weiter fanden sich im Steinbruchmaterial:

Perisphinctes lacertosus, gehört vielleicht zu *Peltoceras*.

Perisphinctes Suevicus Siem. wahrscheinlich, in 3 Ex.

Ein problematischer Ammonit, der durch Gebirgsdruck kantig geworden ist.

Dann folgt ein 50 m mächtiger Komplex von abwechselungsweise dünn und dickbankigen dunklen Kalken, welche im Verwitterungsprofil teils vorspringende Kanten, teils Hohl-

kehlen bilden. Diese Erscheinung zeigt sich besonders schön bei den klusenartigen Malmdurchbrüchen in der Jogneschlucht. Dieser Komplex ist an Fossilien sehr arm, nur *Aptychen* sind zahlreich darin. Hie und da findet sich auch ein *Belemnit* in schlechter Erhaltung.

An der S-Flanke des Gewölbes 5 sind sie durch einen noch unbewachsenen Bergsturz ordentlich gut aufgeschlossen. Ich konstatierte dort geringe, kaum ein Centimeter mächtige Mergellagen zwischen den dünnbankigen Kalken. Aus dem Portland habe ich folgende Steinbruchfossilien:

Hoplites sp. ind. cfr. Aulacostephanus Phorcus	
Fontannes	1 Exempl.
Perisphinctes transitorius Opp.? Portland	3 „
Hoplites Malbosi Pictet, der sonst im Berriasien vorkommt	1 „
Aptychus punctatus Voltz	1 „
„ Beyrichi Opp.	2 „
„ zu Perisphinctes	3 „
„ spec. ind. nach Favre, terrain	
Kimeridge T. 9	1 „

Prof. Schardt fand einen linken Unterkiefer vom Selachier: *Gyrodus* sp. ind. cfr. *Gyrodus umbilicus* Ag. im nämlichen Steinbruch.

Im Schutt zwischen Joux Galez und Villarbeney fand ich: *Aptychus sparsilamellosus* Gumb. 2 Exempl. Im Schutt unterhalb Gewölbe 4B fand ich: *Perna Steinmanni* Boehm. In der Mulde 2—3 ob Botterens fand ich einen *Aptychus* zu *Perisphinctes*, 2 weitere am Eingang der Jogneschlucht. An obigem Bergsturz an Gewölbe 5 fand ich: *Haploceras caracatheis* Zeuschn? Stramberger Schichten.

Diese Malmkalke verleihen als widerstandsfähigstes Gestein der Landschaft das Relief. Auf dem steilen W-Abhang zeigen sich alle Gewölbe und Schenkel in nackten Felswänden, nur auf der flachen E-Abdachung sind die Malmgewölbe manchmal von Wald oder Weide bedeckt und dann noch an Hand bloßer Blöcke leicht zu verfolgen. Die Portlandkalke

sind am häufigsten aufgeschlossen, die mittleren Partien der Malmfelsen sind sehr oft unzugänglich.

Über den Portlandkalken liegen die Zementsteinschichten, von Gilliéron zu den couches de Berrias gestellt, von Arn. Heim in Analogie zu den Zementsteinschichten der helvetischen Decken in E- und W-Schweiz als solche festgestellt. Es ist einer der wenigen Horizonte, die überhaupt keine Fossilien und auch keine Fragmente eines solchen finden ließen. Ich glaube in verwitterten Pyritknollen Reste ehemaliger Organismen gefunden zu haben. Das Vorkommen dieser Zementsteinschichten ist sehr beschränkt und von Arn. Heim erschöpfend erwähnt worden. Ich fand sie überdies noch unter P 1017 ob Botterens. Es ist wohl in Verbindung mit dem Vorkommen von Montsalvens, wo diese Schichten im Druckstollen beim Wasserschloß angeschnitten wurden. Da sie in allen Gewölbeumbiegungen durch Zerreißen fehlen (gut sichtbare Beispiele bieten Gewölbe 4A und B) und als sehr leicht verwitterndes Material immer von Vegetation bedeckt sind, lassen sie sich nur in frischen Abrissen erkennen. Die geringe Mächtigkeit von maximal 14 m weist allerdings darauf hin, daß wir am Ende dieser Facies sind, in der Tat scheint sie in Châtel St. Denis sowie in der Sattelzone zu fehlen.

Die Mächtigkeit des Malm läßt sich in den zweifachen Durchbrüchen der Jogne durch den Mittelschenkel und durch den überschobenen Malm leicht messen. Ich erhielt für den untern Durchbruch durch den Mittelschenkel des ersten Gewölbes 80 m für den ganzen Malm excl. Argovien, im zweiten Fall 82 m, mit Argovien zusammen ca. 95 m, was dem aufgestellten Normalprofil entspricht. Höhere Mächtigkeit ergibt sich nirgends, dagegen zahlreiche Reduktionen.

Die Kiesel Schnüre im Sequan bis Kimeridge, am Rio de Lidderey auch im Argovien, dürften vielleicht von organischem Ausgangsmaterial herkommen, von Radiolarien oder anderen Protozoen mit Kieselpanzer oder von chemischen Kieselausscheidungen. Im Verlauf der Erhärtung des Gesteins muß sich jedenfalls eine Entmischung des Kalkes von den Kieselbestandteilen ereignet haben durch eine Art Sammelkristallisation oder durch konkretionäre Vorgänge.

Denn niemand wird annehmen wollen, daß plötzlich die Kalkausscheidung aufgehört habe, um einer reinen Kieselanhäufung Platz zu machen.

Dünnschliff: Das mikroskopische Bild zeigt feinkristallinen Quarz mit einzelnen unregelmäßig verteilten Calcitrhomboedern und calcitischen Schalenquerschnitten. Das gleichmäßige mikrokristalline Quarzkorn scheint mir detritische Quarzsandanschwemmung auszuschließen. Die Kalkschalen der Organismen blieben merkwürdigerweise erhalten inmitten der Quarzsubstanz.

Die Neigung zu Knollenbildung im Argovien und im Kimeridge ist charakteristisch für den Malm dieser Decke. Da diese Knollen und Flaserbildungen nur bei geeigneter Anwitterung in Erscheinung treten und in frischen Steinbrüchen gar nicht wahrgenommen werden, halte ich sie zum Teil als Verwitterungs- oder als Absonderungsform, welche durch stratigr. Konkretionen oder vielleicht nur durch tektonische Bewegung verursacht wurde, vielleicht auch durch Entkalkung.

Brecciöser Malm: Die obersten Schichten des Portlandkalkes weisen am Montsalvens an einigen Stellen brecciöse Beschaffenheit auf, so in der Jogneschlucht gegenüber Fenster 1 der Druckleitung des Kraftwerkes Broc, so am Gewölbe 2 an der Straße zwischen der Javrozbrücke und der Kapelle Cerniat, so am Gewölbe 5, P 1165, am Rio des Pelleys. Wir sehen in grauer dichter Kalkgrundmasse eckige Kalkbrocken von rosa- oder hell-dunkelgrauer Farbe mit Tönhäuten, das Ganze durchzogen von Calcitadern. Arn. Heim betrachtet es als Konglomerat, „Geröllbank“. Es ergibt sich aber die merkwürdige Erscheinung, daß im *Dünnschliff* von den makroskopisch brecciösen Bestandteilen gar nichts wahrgenommen wird, sondern alles dichter Kalk zu sein scheint, der von vielen Calcitadern durchzogen ist, Oolithe und Schalenquerschnitte enthält. Wir haben es hier vielleicht mit einem Auflösungs Vorgang zu tun. Die bereits verfestigten Malmschichten wurden durch den Einfluß von kohlensäurehaltigem Wasser zersetzt und bildeten in loco eine Breccie. Die Auflösungsrückstände bilden jetzt die Tönhäute um die Kalkbrocken. Die

Druckwirkung bei der Überschiebung und Faltung hat die Breccie wieder zusammengeschweißt und eine ziemlich ebene Schichtfläche gegen die Zementsteinschichten geschaffen.

Facies: Die Ablagerung dieser Malmkalke erfolgte nach den Schwankungen im Divesien und Argovien in sehr gleichmäßiger Form. Nur geringfügige Mergelschichten unterbrechen die reinen harten dichten Kalke. Die Ablagerung vollzog sich in ruhigem Meer im Anschluß an die helvetische Malmausbildung. Die vorwiegende Ammoniten- und Belemnitenfauna läßt die Ablagerung ins Tiefmeer verlegen, ebenso die Kieseleinlagerungen. Alle Schichten sind reich an Pyrit.

Die geringe Mächtigkeit des Malmkalkes von weniger als 100 m gegenüber den oft mehrere 100 m mächtigen Malmwänden der helvetischen Decken deutet auf Abnahme der Kalkfacies gegen S, gegen das penninische Faciesgebiet. In Châtel St. Denis ist der calcaire à ciment und der calcaire concrétioné ganz gleich ausgebildet wie im Montsalvensgebiet. Weiter oben weist der Malm einige von Arn. Heim erwähnte Abänderungen auf gegenüber dem Montsalvens. Der Malm findet sich in ähnlicher Ausbildung und Mächtigkeit in der Sattelzone, wie die Arbeiten von Roessinger, Sarasin und Collet, Bernet und Lugeon dartun, wie ich mich auch selber überzeugt habe auf einer Vergleichsexkursion ins Gebiet der Wurzel- und Sattelzone. Es werden auch Kieselschnüre, Pyrit, Markasit, zahlreiche Aptychen und Dünnbankigkeit erwähnt. Brecciöses Aussehen durch tektonische Beanspruchung erwähnt Bernet. Der Malm läßt sich in solcher Ausbildung bis in die Wurzelzone der Bonvindecke bei Sitten verfolgen. Was gegen S aus der Reihe der Dogger-Malm~~sedimente~~ wird, läßt sich schwer sagen. Diese Malmfacies ist eine bathyale, wir sehen Abnahme der Mächtigkeit von N gegen S. Wie vollzieht sich der Übergang ins Penninikum? Für den Dogger können wir vielleicht Festland annehmen gegen S, wie ich schon betont habe, zur Lieferung der terrigenen gröberen Sedimente. Im Malm aber dürfte das Meer kontinuierlich gewesen sein, wenigstens noch ein gutes Stück gegen S. Wir können nicht plötzlichen Übergang von bathyaler Facies in Festland annehmen.

Es werden von einigen Forschern (Sarasin, Collet, Roessinger) (Lit. 22) die Niesenbreccien als mesozoisch angenommen.

Der Übergang von der helvetischen Facies in die penninische wäre dann durch Erosion zerstört, so daß die Verbindung: Mont Bonvin-Malm-Niesenbreccie fehlt.

2. Kreide.

Die Stratigraphie der Kreide ist von Gilliéron noch sehr summarisch behandelt worden, dagegen hat Arn. Heim durch die Vergleiche mit helvetischer Kreide die einzelnen Stufen gegliedert. Zuerst folge wieder eine Übersichtstabelle über die stratigr. Einteilung der Kreide der früheren Autoren verglichen mit den Resultaten vorliegender Arbeit:

nach Gilliéron	nach Arn. Heim	nach O. Büchi
crétacé supérieur	{ Senonmergel Seewerschichten	Senonmergel Seewerschichten
calcaire noir	{ schwarze Mergel, Gault? Grünsand, ob. Gargasien }	Albien
calcaire oolithique	Urgon, ob. Barremien	{ Urgon, ob. Bar- remien
néocomien bleu	{ Drusbergsschichten, unt. Barr.	Unt. Barremien
	{ Kieselkalk, Hauterivien	Ober. Hauterivien
	{ bläuliche Schiefermergel	Unteres „
	{ Diphyoideskalk, Valangienkalk	Ob. Valangienkalk
couches à Bel. latus	Valangienmergel	Ob. Valangienmergel
calcaire à Ostreae	Oehrlkalk	{ Unt. Valangienkalk Unt. Valangienmergel Zementsteinschichten
couches de Berrias	{ Oehrlimer gel	
	{ Zementsteinschichten	

a) Valangien inférieur (Berriasien).

(Couches à Ptéropodes Fischer-Ooster.)

Einen idealen Aufschluß über die mergeligen, reichem faciellem Wechsel unterworfenen Valangien-schichten bietet der Abrupt de Villarbeney, der auch den früheren Bearbeitern als Ausgangspunkt für die Stratigraphie der unteren Kreide diente. Das Détailprofil über das untere Valangien gibt Arn. Heim mit einer Skizze. Da es stratigraphisch wichtig ist, übernehme ich es mit einigen kleinen Abänderungen:

- i) 4—6 m oolithischer Kalk, klingend hart, darüber 1 Bank Fleckenkalk mit scharfer Grenze.

- h) 13 dm Mergel und Kalke wie b).
- g) 3 dm grobe oolithische Echinodermenbreccie.
- f) 8 dm Mergel mit kopfgroßen eliptischen Kalkbrocken.
- e) 2,7 m Mergel mit Fleckenkalcken wechsellagernd, wie b), in der Mitte eine 3 dm mächtige oolithische Bank.
- d) 8 dm spätiger Kalk, an seiner Basis ein dm oolithischer Kalk.
- c) 4 m Mergel mit Kalkeinschlüssen von Kopfgröße und schwarzen Körnern.
- b) 4 m bräunliche weiche Mergel mit $\frac{1}{2}$ —1 dm dicken, feinsandigen Kalkbänken, Mergel sind vorwiegend.
- a) 2 m feinkörnige Kalkbänke, übergehend in Mergel mit schwarzen Körnern.

Liegendes: Zementsteinschichten.

Diese wechselvolle Gesteinsserie ist einem raschen horizontalen Wechsel unterworfen, schon am Abrupt selbst läßt sich das Auskeilen einiger typischer Bänke verfolgen. Die Gesamtmächtigkeit für das Berriasien oder untere Valangien beträgt ca. 20 m. Sowohl die Mergel wie die oolithischen Kalke enthalten stellenweise massenhaft Fossiltrümmer, gerollte und zerschlagene Crinoidenstielglieder, Seeigelstacheln, Fragmente von Ammoniten, von Mollusken und Molluscoidea u. s. f. An bestimmbarem Material fand ich in den Mergeln:

Hoplites (Berriasella) Callisto d'Orb.

Hoplites (Berriasella) Privasensis Pictet 2 Ex

In den oolithischen Kalcken fand ich:

Ostrea (Alectryonia) sp. ind.

Rhynchonella sp. nova.

Terebratula Moravica Glockner, aus Tithon.

Mesodon — Zahn sp. ind.

Die *Hoplites Callisto* und *Privasensis* sind leitend für Portland. Die *Terebratula Moravica* findet sich im Tithon. In der gleichen Schicht fand Gilliéron *Perisphinctes transitorius*, leitend für Portland. Gilliéron hat diese ältere eingeschwemmte Fauna: fossiles remaniés, aufgearbeitete Fossilien, genannt und ihnen damit die richtige Bedeutung

beigemessen. Es finden sich auch autochthone Fossilien, welche sich durch vollständige Erhaltung und ihr der Umgebung gleichendes Gestein von den eingeschwemmten unterscheiden. Ich fand *Pyrina incisa* Des. spec. Ag. in den Berriasmergeln. Gilliéron erwähnt daraus unter anderem: *Hoplites occitanicus*, was auf Berriasalter hinweist, wie die entsprechenden Oehrlimergel der Ostschweiz.

Zur Erklärung des Auftretens von Malmfossilien in diesem Horizont nimmt Gilliéron an, wenigstens ein Teil des Gebietes selber sei Festland gewesen und von der Erosion abgetragen worden. Er sucht gleichzeitig die tektonischen Störungen an der Malm-Kreidegrenze, die sich gerade am Abrupt de Villarbeney zahlreich einstellen, durch solche stratigraphische Einlagerung während dieser Erosionsperiode zu erklären, ebenso die Reduktion einzelner Malmschenkel. Ich behandle diese Erscheinungen im tektonischen Teil, wo auch die Erklärung zu suchen ist.

Dagegen haben wir uns jetzt mit der Frage der Herkunft der Malmfossilien zu beschäftigen. Das Auftauchen des Gebietes selber am Ende der Jurazeit muß ich gerade aus stratigr. Gründen ablehnen, da Valangiensedimente, wenn auch bei der Faltung oft ausgequetscht, immer konkordant auf einer glatten Malmoberfläche liegen. Nirgends zeigen die obersten Schichten Erosionserscheinungen oder Bohnerzbildungen als Rückstände von Festlandsperioden, welche sich geltend machen müßten bei der Annahme Gilliérons. Suchen wir nun, ob im ursprünglichen Sedimentbecken irgendwo Anzeichen für Malm-Erosion auftreten.

Da wir im helvetischen Sedimentbecken in der Wildhorndecke ununterbrochene Sedimentation haben im Übergang von Malm zur Kreide, so kann das Material nur von S stammen. Das Riesenkonglomerat von Lenk oder die Riesenbreccie von Châtel St. Denis an der oberen Malmgrenze deuten bei gleichzeitigem Fehlen von Zementsteinschichten auf Erosionserscheinungen. Lugeon erwähnt auch vom Regenbolshorn die Wangtransgression auf Malm. Nehmen wir also an, am S-Rand des helvetischen Faciesgebietes habe Erosion ein Malmfestland oder einen submarinen Malmrücken abgetragen durch

Auflösen des Kalkes und Bloßlegen der Fossilien, welche die Strömung nordwärts trug und dort wieder ablagerte, wo die Portlandkalke und Zementsteinschichten sich ungestört entwickelten. So gelangen wir zu einer natürlichen Erklärung der gerollten Fossilien, welche der mediterranen Fauna gerecht wird und einen allzulangen Transport ausschließt und damit auch die relativ gute Erhaltung erklärt. Das Oehrlikonglomerat ist eher tektonischen Ursprungs, die elliptisch geformten Kalkgerölle lassen sich gerade so leicht durch Auskneten einer Kalkbank in den weichen Mergeln erklären. Einzelne Typen der verschiedenen Berriaskalke habe ich im D ü n n s c h l i f f untersucht. 1. O o l i t h i s c h e r K a l k (Oehrlikalk) stammend aus Mulde 2—3 ob Botterens. In einer meist kristallinen Calcitgrundmasse finden sich Oolithe der verschiedensten Form und Größe mit Zonarstruktur, mit halbkreisförmigen Schalenquerschnitten. Die Oolithe machen die Hauptmasse des Gesteins aus. 2. S p ä t i g e r feinkörniger harter K a l k, d) des stratigr. Profils vom Abrupt. Dichte Oolithe, oft mit kristallinem Kern, pyritisierte Fossilquerschnitte und Pyritkörner in kristalliner Calcitgrundmasse.

Die S e d i m e n t a t i o n unterlag in dieser Periode raschem Wechsel. In den Berriasmergeln treten mehrmals die oolithischen Kalke auf, ebenso wechseln die weichen Fleckenkalkbänke mit den spätigen, harten, feinkörnigen Kalkbänken ab, oft messerscharf aneinander grenzend. Diese unregelmäßige Ablagerung schließt ab mit der 4—6 m mächtigen oolithischen Bank, die morphologisch als Rippe sich scharf hervorhebt am Abrupt. Diese Berriasschichten werden nach ca. 100 m von einer Transversalverschiebung abgeschnitten, worauf sie zwischen Malm und Valangienmergeln fehlen. In gleicher Mächtigkeit findet man sie überhaupt nirgends mehr im ganzen Gebiet.

Vereinzelte oolithische Kalkbänke und andere Berriasschichten fand ich an folgenden bisher noch nicht erwähnten Fundstellen:

In der ersten Mulde: in der Schlucht gegenüber barrage Cailler ein paar Meter unter dem Malm, wo sie bedeutend reduziert sind, sodann auf dem N-Ufer, wo der überschobene Malm

über den untertauchenden Mittelschenkel hinüberstreicht. Dieses Vorkommnis ist besonders wichtig gewesen zur Erklärung der Überschiebung, worauf ich im tektonischen Teil zu sprechen komme. Ein kleines Rinnsal unterhalb P 1017 ob Botterens lieferte mir folgendes Profil:

- 10 m Valangien-Schieferkalk.
- 10 m Übergangsschicht in die Felswand mit Kalkbrocken.
- 1 dm Bank von oolithischem Kalk.
- 10 m braune Mergel mit Fleckenkalkbänken.
- ca. 30 m gestreifte helle Mergel mit Fleckenkalkbänken.
- oolithische Kalkbank (Berriasien).
- sandige Kalke und Mergel (Zementsteinschichten).

Wir finden hier im S-Schenkel des 2. Gewölbes dieselben Unterabteilungen wie am Abrupt, aber reduziert. In der Mulde 2—3 ob Botterens fanden sich mehrere dünne Bänke von oolithischem Kalk.

Die nächste langgestreckte liegende Mulde 3—4 hat wohl durch Längszerreißung die Berriasschichten verloren. Die Gros Mont Mulde bildet den Abrupt de Villarbeney mit seinem reichen Berriasprofil. Oolithischer Kalk taucht nochmals auf nach Arn. Heim am Rio des Pelleys 1065 m. Mulde 5—6 lieferte folgendes interessante Profil:

- 9. braune Valangien-Mergel als Muldenkern in der Mitte des Passes 1431 m;
- 8. helle Valangien-Mergel mit Fleckenkalken wechselagernd;
- 7. harte Malmbank, ungeschichtet, 3 m;
- 6. Mergel mit klingend harten feinkörnigen Kalkbänken;
- 5. oolithische Kalkbank;
- 4. mehrere m Mergel mit Kalkknollen;
- 3. oolithische Bank;
- 2. Mergel mit schwarzen Körnern und Fleckenkalkbänken;
- 1. klingend harte feinkörnige Kalkbänke;
- 2 m Schutt.

L i e g e n d e s : auf 6 m reduzierter Malm.

Dieses Profil mit seiner unregelmäßigen Reihenfolge

deutet auf tektonische Häufung. Die Malmbank darüber wird im tektonischen Teil besprochen.

Damit sind die Vorkommnisse vom Berriasien erschöpft. Sie verteilen sich auf fast alle Mulden von der Jogne bis zum Bifé, erreichen ihre größte Mächtigkeit in der breiten Grös Mont Mulde.

b) Valangien supérieur (Valang. s. str)

Am Abrupt findet sich folgendes Profil dieser Stufe:

20 m schiefriger Kalk, schwach kieselig, braun anwitternd, clivage circa 60° gegen die Schichtung geneigt.

6—10 m resistente Mergel, gestreift mit Fleckenkalkbänken mit kopfgroßen elliptischen Kalkbrocken als Übergang zum Valangienkalk.

20 m braune, zerreibliche Mergel mit 1—2 dm dicken Fleckenkalkbänken in Abständen von 3—10 dm, darin eine Bank von spätigem hartem Kalk.

30 m hellgraue, feinsandige Mergel mit Fleckenkalkbänken von 1—3 dm in Abständen von 1—5 dm, mit gelbbrauner Anwitterungsfarbe, mit Pyrit und vielen pyritisierten Fossilien.

Diese Valangienmergel sind häufig aufgeschlossen. Die besten Aufschlüsse erwähnt Arn. Heim. Außerdem verdient der Abriß ob dem Rio d'Allières am Hügel au Frassillet besondere Erwähnung. Er läßt den Unterschied zwischen den braunen Valangienmergeln und den bläulichen Hauterivemergeln deutlich hervortreten. Ein noch unerwähntes tektonisch wichtiges Vorkommnis von hellen und braunen Valangienmergeln findet sich in der Jogneschlucht gegenüber barrage Cailler. — Der Abrupt selber liefert in den hellen Mergeln zahlreiche z. T. pyritisierte Fossilien, die leicht verwittern:

Phylloceras semisulcatum d'Orb. spec.

„ *serum* Opp. Variation *perlobata* Sayn.

Lytoceras quadrisulcatum d'Orb.

Astieria Drumensis Sayn.

Hoplites spec. ind.

Duvalia Minaret Rasp.

Glossothyris spec. nova.

Im Schutt des Abrupt fand sich ein Fragment von: *Hoplites angulicostatus* d'Orb.? und in den Valangienmergeln ebendort:

Hoplites (Neocomites) Neocomiensis d'Orb.

Die Funde von *Astieria Drumensis* sowie von *Duvalia lata* durch Gilliéron weisen diese Stufe ins mittlere Valangien.

In der Schlucht gegenüber barrage Cailler fand ich:

Thurmannites Grossouvrei Sayn.

Phylloceras semisulcatum d'Orb. spec.

Hoplites Noricus Roemer (von Prof. Schardt zur Verfügung gestellt).

Oberhalb des barrage Cailler bei Fenster 2 des Druckstollens:

Phylloceras Calypso d'Orb., sehr jung 3 Ex.

Astieria Drumensis Sayn.

Hoplites (Neocomites) Neocomiensis Sayn.,

var. *Praemolicus* Sayn.

Hoplites (Neocomites) spec. ind.

Holcodiscus spec. ind.

Plicatula spec. ind. 2 Ex.

Bei der Kapelle Cerniat N Gewölbe 2 fand sich: *Holcodiscus* spec. ind. mit zwei unbestimmbaren Aptychen. Es finden sich viele Aptychen in diesen Mergeln, so fand ich 6 Exemplare: *Aptychus Seranonis* Coq. in der Schlucht und 8 unbestimmbare Aptychen. Ein unbestimmbarer Seeigel fand sich im Nebenbach des Rio de l'Eglise ob Cerniat als Geröll.

Der Valangienkalk bildet sehr oft eine unscheinbare 20 m mächtige Felsrippe und kann nach der Karte leicht überall festgestellt werden. Er geht durch einen allmählichen Übergang aus den braunen Mergeln hervor. An Fossilien fand ich nur ein großes Ex. von *Pecten (Aequipecten)* cfr. *Euthymi* Pictet, im Felsband ob Botterens bei P 1017, dazu einen *Aptychus Seranonis*.

D ü n n s c h l i f f. Das mikroskopische Bild des Valangienkalkes ist sehr lehrreich. Ich ließ 2 Schliffe herstellen aus 2 Handstücken verschiedener Herkunft, vom Hohlweg W Châtel und von der Hauptstraße unterhalb Châtel. Beide stimmen im wesentlichen überein. In dichter Grundmasse finden sich zahlreiche calcitische Schalenquerschnitte und viele

Caléitkörner, wenig Quarz, etwas Pyrit, einzelne Foraminiferen, Glaukonit nur vereinzelt. **Mächtigkeit.** Das gesamte Valangien incl. Berriasien kommt bei voller Ausbildung am Abrupt auf ca 100 m Mächtigkeit.

c) *Hauterivien.*

Gilliéron bezeichnet den ganzen Komplex vom Valangienkalk bis Urgon excl. néocomien bleu. Diesen großen Komplex hat Arn. Heim etwas zergliedert und daraus Valangien-Hauterivien-Barremien gemacht. Am Abrupt folgen über dem Valangienkalk ca. 50 m bläuliche schiefrige Mergel mit gelblich-weiß anwitternden, ziemlich resistenten Fleckenkalkbänken. Die Schiefer enthalten zahlreiche gepreßte *Ammoniten* und *Aptychen*, die Kalkbänke sind reich an Pyritknollen und enthalten auch etwas Fossilien. Inmitten dieser schiefrigen Mergel und Kalke findet sich eine Bank oolithischen Kalkes mit zahlreichen Schalenquerschnitten. Ich stellte sie fest am Rio du Gros Mont ca. 1200 m.

Fossilfundstellen: Die meisten Funde machte ich bei Rusille, an einem Aufschluß entlang der Buller-Wasserleitung und neben der Brücke der Hauptstraße über den Rio du Gros Mont.

1. Funde von Rusille.

Hoplites (Neocomites) Neocomiensis d'Orb. Am. 2 Ex.

Hoplites (Neocomites) regalis Bean spec.

Astieria Astieriana d'Orb. spec.

1 Ammonit mit oxydiertem Pyritkern, unbestimmbar.

Aptychus Seranonis Coq.

etwas unterhalb Rusille:

Phylloceras Rouyanum d'Orb. spec.

Hoplites (Neocomites) angulicostatus d'Orb.

2. Funde vom Rio du Gros Mont.

Phylloceras Tethys d'Orb.

Desmoceras spec. ind.

Lytoceras subfimbriatum d'Orb. spec. Variation mit breiteren Radialstreifen als beim Typus.

Hoplites (Neocomites) regalis Bean. spec.

Ammonit mit Pecten (Pseudamussium) Agassizi Pictet et de Lor.

Aptchus Seranonis Coq. und A. angulicostatus 9 Ex.

Nach Kilian (Lit. 15) sind *Hoplites Neocomiensis* und *Astieria Astieriana* und *Hopl. angulicostatus* leitend für Hauterivien. Sarasin (Lit. 26) nennt *Hoplites Neocomiensis* und *regalis* im Valangien. Die Faunen in diesem bathyalen Neocom sind sehr gemischt. Die leitenden Species kommen vereinzelt auch höher oder tiefer vor. Die Gegenwart von 3 leitenden Hauterivienformen gegenüber den auch im Valangien beobachteten Species spricht für Hauterivien. Es wird eben ein stetiger Übergang von Valangien zu Hauterivien stattgefunden haben unter Mischung der beiden Faunen und langsamer Entwicklung der Species, also Übergangsschicht von Valangien zu Hauterivien.

Im unteren Hauterivien des Rio d'Allières fand ich *Belemnopsis pistilliformis* Bleinv. spec. (= jaculum Phil.) und *Lissoceras Grasianum* d'Orb.

Am N-Ufer des Javroz, des jetzigen Stausees fand ich: *Phylloceras infundibulum* d'Orb., = Rouyanum d'Orb., Hauterivienform.

Auf dem Grat N E Cerniat fand ich im oberen Hauterivienkalk: *Inoceramus neocomiensis* d'Orb.

Das von Arn. Heim angegebene Hauterivien mit Kieselkalkbänken an Dach und Basis, dazwischen Wechsellagerung von feinkörnigen Kalken mit schiefrigen Mergeln und seltenen kieseligen Bänken bezeichne ich nun als Oberes Hauterivien. Dieser Teil scheint fossilarm zu sein.

Dünnschliff. Ich habe 2 Dünnschliffe herstellen lassen von Handstücken des Kieselkalkes an der Hauptstraße S Crésuz und von der alten Straße E Châtel. Beide Schliffe stimmen im wesentlichen überein.

In dichter Grundmasse finden sich zahlreiche Schalenquerschnitte und größere Calcitkörner, wohl organischen Ursprungs, etwas Glaukonit, wenig aber fein verteilter Quarz, Pyrit reichlich, meist an Fossilien geknüpft.

Dadurch ist bewiesen, daß der Kieselkalk reichlich Fossilien enthält, die aber nicht gut herauswittern und sich mit dem Kieselkalk gleichmäßig zu braunem, sandigem Pulver zersetzen. Durchgehende Aufschlüsse bieten: der Rio des Pelleys und der Rio du Javrez, welche Arn. Heim zur Aufnahme des Schichtprofils dienten.

Die M ä c h t i g k e i t, im unteren Hauterivien ist 50 m am Abrupt, in der Covayes-Mulde dagegen schwillt sie an bis 80 m. Das obere Hauterivien mißt im Rio des Pelleys etwa 100 m, das gesamte Hauterivien stellt die mächtigste Schichtreihe der Montsalvenskreide dar mit ca. 150—180 m.

In der Jogneschlucht von der früheren bedeckten Brücke unterhalb Crésuz an aufwärts und in der Javrozschlucht als deren Fortsetzung sind die bläulichen schiefrigen Hauterivienmergel recht gut aufgeschlossen.

Arn. Heim stellt die Zugehörigkeit der Synklinalkappe von Gros Mont P 1374 zum Hauterivien noch in Frage. Ich habe die untere Kieselkalkbank in ihrem Eintritt an beiden Flanken der Felswand beobachtet. Somit gehört der Gipfel zum oberen Hauterivien. Die obere Kieselkalkbank erscheint erst bei der Hütte Gros Mont.

Dann lassen sich die Kieselkalke als Umrahmung der Gros Mont-Mulde und der Covayesmulde verfolgen. In letzterer tritt der Kieselkalk morphologisch hervor unter Bildung der beiden P 1451 und 1375. Am Hügel au Frassillet treten beide Kieselkalke ein letztes Mal auf, um dann gegen E. zu versinken.

Über dem quergestellten Malmfelsen eingangs der Jogneschlucht, über welchen ein Wasserfall herunterstürzt, finden sich dunkle schiefrige Mergel, mit folgenden Fossilien:

Holcodiscus Hugii Oost, Haut.

Holcodiscus intermedius d'Orb. Haut. 2 Ex.

Holcostephanus spec. ind.

Durch diese Funde bin ich gezwungen, sie als Hauterivienmergel anzusehen. Es dürfte dem dünngequetschten Neocom entsprechen, von dem die Klippendecke die Hauptmasse abgeschürft hat.

d) Barremien.

Arn. Heim hat das Normalprofil am Rio des Pelleys aufgenommen, aber gerade dort ist diese Stufe tektonisch reduziert; sie mißt nach genauester Aufnahme nur 30 m. In der Covayesmulde schwillt sie auf wenigstens 50 m Mächtigkeit an. — Die 0,2 m grünlich-schwarzen Schiefer über dem Hauterivien deutet Arn. Heim ohne Fossilbestimmungen als Altmannsschichten. Die eigentlichen Drusberg-schichten bestehen wieder aus graublauen Schiefermergeln in Wechsellagerung mit Fleckenkalken. Doch lassen sich diese Kalkbänke von den Hauterivien und Valangienbänken unterscheiden durch größere Härte, dunklere Gesteinsfarbe und zahlreiche rostige Flecken von Pyritfossilien und -Knollen herstammend. Meine Fossilbestimmungen erhärten das Resultat von Arn. Heim.

Funde von Rio des Pelleys:

Desmoceras Uhligi Haug	1	Exempl.
„ difficile d'Orb.	3	„
Phylloceras infundibulum d'Orb.	3	„
„ Tethys d'Orb.	2	„
Lytoceras densifimbriatum Uhlig	1	„
„ Jullieti d'Orb.	1	„
Hoplites (Neocomites) Mortilleti Pictet et de Lor.	1	„
Hoplites oxygonius Neum. u. Uhlig	1	„
Ancyloceras Jourdani Astier	1	„
Hamulina cfr. cincta d'Orb.	1	„
„ cfr. fumisugina Uhlig	2	„
Pecten Cottaldinus d'Orb.	1	„

Im Rio des Covages fand sich in Barremienblöcken der Lokalmoräne, 1180 bis 1200 m:

Desmoceras cassidoides Uhlig	2	Exempl.
„ difficile d'Orb.	2	„
Phylloceras Tethys d'Orb.	1	„
„ spec. jung	1	„
Hamulina Astieriana d'Orb.	1	„

Funde vom Rio des Covayes (ansteigend bei 1220 m):

Holcodiscus van den Hecke d'Orb.

„ *Senuesi* Kil.?

Phylloceras Tethys d'Orb.

Aus einem Blocke am unteren Javrex:

Crioceras spec. nov. cfr. *Duvali* und *Lissoceras* sp. ind.

e) *Urgon*.

Seine Stufenzugehörigkeit hat Arn. Heim bestimmt, während Gilliéron den oolithischen Kalk voller Schalentrümmern, Bryozoen, Crinoidenstielglieder beschrieb und mit dem Urgon inf. des Juragebirges verglich und bemerkte, gewisse Stücke ließen sich vom Hauptrogenstein nicht unterscheiden.

Die *Orbitolina conula* Douv. ist reichlich vorhanden. Im D ü n n s c h l i f f zeigen sich viele Oolithe und *Milioliden*. Dieser Kalk gleicht dem Berriasienkalk des Abrupt de Villarbeney, er unterscheidet sich nur dadurch, daß keine fremde ältere Fauna eingeschlossen ist. Die Schalentrümmern müssen durch Meeresströmung herbeigefördert worden sein. Der plötzliche Wechsel der Facies vom bathyalen Barremien zu dieser pelagischen oder litoralen Facies entspricht vielleicht einer Diskordanz. Auf jeden Fall ist der Meeresboden in Hebung begriffen gewesen und im Aptien vielleicht ganz aufgetaucht. Gewisse Partien dieses Kalkes gleichen dem Urgonkalk der Wildhorndecke.

Facies. Das ganze Neocom vom oberen Valangien an ist in bathyalen Facies entwickelt mit vielen Cephalopoden, vor allem liostrachen Ammonoiden und Belemniten. Die Sedimentation unterlag ständigen Schwankungen in der Kalkausscheidung, wodurch die durchgehende Wechsellagerung von Mergeln und Fleckenkalken erzeugt wurde. Nur der Valangienkalk und die beiden Hauterivienkieselkalkbänder stellen teilweise zoogene Kalke dar mit einem gewissen Gehalt an Glaukonit und Quarz. Pyrit ist in Mergeln und Kalken reich verteilt und wird des reichen Fossilgehaltes der Schichten wegen wohl unter Mitwirkung von H_2S aus verwesenden Organismen entstanden sein.

Stratigraphische Vergleiche des Montsalvens-Neocom mit Nachbargebieten.

1. Vergleiche mit Châtel St. Denis (nach Sarasin, Lit. 24).

In Châtel St. Denis ist das Neocom gut entwickelt, weist aber trotz der geringen Entfernung vom Montsalvens einige Faciesunterschiede auf. Es fehlen dort die Zementsteinschichten und die oolithischen Kalkbänke des Berriasien, dagegen sind die „couches à Ptéropodes“ Ooster, die grau gefleckten Mergel mit schwarzen Körnern noch viel besser entwickelt, als am Montsalvens, sie messen gegen 50 m Mächtigkeit.

Darüber folgt in Châtel eine petrographisch fast einheitliche Serie von Fleckenkalken und feinkörnigen Kalken in Wechsellagerung mit Mergeln, ohne Auftreten der Kieselkalkbänke im Hauterivien. Man unterscheidet dort das Hauterivien nur durch dunklere Gesteinsfarbe mit Kieselgehalt der Kalkbänke. Das Barremien ist an beiden Orten gleich entwickelt mit großem Fossilgehalt. Die Urgonfacies und höhere Schichten fehlen in Châtel vollständig. In der Außenzone ist das Neocom à cephalopodes auch gut bekannt von den Voirons. (Lit. 4).

2. Vergleich mit der Sattelzone.

In dieser Zone gibt es nach Roessinger Mergelpartien mit Fleckenkalken im Neocom. Von Sarasin und Collet werden nur geringe gepreßte Zonen von Neocom erwähnt. Bernet erwähnt überhaupt kein Neocom aus der Zone von Adelboden und Frutigen. Lugeon gibt genauere Angaben seiner Kreideschichten, die er zu einer eigenen Decke, der Plaine-Morte-Decke vereinigt. Nach ihm finden sich im Valangien weißgraue Kalke, schwer vom Barremien zu unterscheiden, aber keine Berriasien-schichten. Im Hauterivien gibt es kieseligen Kalk mit gelber oder brauner Färbung und oft mächtigen Mergeln, Silexknollen, im Barremien graue geschichtete Kalke, kieselige Bänke oder Übergang zur Urgon facies mit *Orbit. conoidea* und *Milioliden*, *Algen*, *Gyroporellen*. Die Auffindung vom Berriasien in der Innenzone verdanken wir Arn. Heim. Er erwähnt von der Rawilstraße SE Bad Lenk u. a. Oehrlimergel, Oehrlikonglomerat, Valangien, Barremien à *Orbitolines*. Das Berriasien

enthält außer den schwarzen Körnern ein Riesenkonglomerat mit Geröllen bis 2 m Durchmesser.

Also finden wir sowohl in der Innenzone wie im Wurzelgebiet wohl ausgebildetes Neocom mit den nämlichen Unterstufen, wie in der Außenzone. Nur Valangienkalk wird nirgends erwähnt und die Urgonfacies ist erst im Übergang begriffen zum typischen Gestein des Montsalvens.

Prof. Schardt stellte mir 2 Urgonhandstücke zur Verfügung, eines vom Wildhorn aus der gleichnamigen Decke, das andere von der Plainemorte aus unserer Decke. Der Urgonkalk des Montsalvens hat viel mehr Ähnlichkeit mit jenem der Wildhorndecke, als mit jenem aus der Plainemortedecke, welcher sich unterscheidet durch höheren Mergelgehalt und dunklere Farbe, während beide reichlich Orbitolinen enthalten.

Der Anschluß der Montsalvensschichtenreihe an die Wildhorndecke stimmt sehr gut.

Wildhorndecke (nach Lugeon)	Montsalvens
Urgon: oolithischer weißer Kalk	ool. weißer zoogener Kalk
Barremien inférieur: geschichtete Kalke mit Mergeln	gesch. Kalke mit blauen Mergeln
Hauterivien: geschichtete Kieselkalke mit bräunlicher Farbe, oft glaukonitisch	Kieselkalke und Fleckenkalke mit Mergeln
Valangien: graue Echinodermenkalk, gegen S in Mergelschiefer übergehend	oolithische Kalke u. spätige Kalke, und Fleckenkalke mit Mergeln.

Im Valangien vollzieht sich die Vermergelung schon innerhalb der Wildhorndecke, im Hauterivien aber erst in der höheren Decke, unter gleichzeitiger Abnahme der Mächtigkeit. An der Veveyse ist die Vermergelung vollständig und der Kieselgehalt so reduziert, daß er äußerlich nicht mehr in Erscheinung tritt. Das Barremien inférieur der Wildhorndecke ist bathyaler Facies mit Cephalopoden wie in der Außenzone. Die Urgonfacies nimmt auch erst in der Plainemortedecke ab.

Wir sehen, daß die Montsalvenskreide stratigr. zwischen Wildhorndecke und Plainemorte-

decke steht, also vermutlich als eine am meisten vorgeschobene Plainemortefalte von der Klippendecke abgerissen und nach N verfrachtet wurde.

Es bedarf aber gerade in der Sattelzone noch genauer stratigraphischer Studien, um zu einem sicheren Resultat in Bezug auf die Nebeneinanderlagerung im ursprünglichen helvetischen Sedimentbecken zu gelangen.

f) *Albien.*

nach Gilliéron

nach Arn. Heim

Calcaire noir =	{	dunkle Mergel, Gault? — Mächtigkeit 20-30 m. Gamserschichten — Mächtigkeit: 15 m.
-----------------	---	--

Arn. Heim beschreibt die Schichten nach dem vollständigen Aufschlusse bei der Säge am Rio du Javrex. P 931. Die Fundstellen des kalkigen Glaukonit-Quarzsandstein, wie der darauf liegenden schwarzen Mergel sind von Gilliéron fast alle erwähnt worden. Die noch neu gefundenen werde ich bei der tektonischen Behandlung der Covayes-Mulde erwähnen.

Im D ü n n s c h l i f f durch den Grünsandstein ergab sich eine Zusammensetzung von Quarz, Glaukonit und Calcit zu ungefähr gleichen Teilen mit wenig Pyrit (1 pyritisierter *Belemnit* im Längsschnitt). Makroskopisch tritt der Glaukonitgehalt erst bei starker oberflächlicher Verwitterung zum Vorschein. Die schwarzen Mergel enthalten zahlreiche Aggregate von Markasit und Pyrit. Da man bergmännischen Abbau des Erzes versuchte, hat E. B a u m b e r g e r im Werk (Lit. Nr. 6): „Der schweiz. Bergbau während des Weltkrieges“ diese Fundstelle behandelt. Seine falschen Angaben bezüglich der stratigr. Stufen sind von Arn. Heim verbessert worden, ausgenommen, daß auf der Karte mit Recht Hauterivien angegeben ist am Rio de la Joux derrey. Unter der S Urgonbank sind die dunklen Sandsteine stark reduziert auf 3 m und fehlen S des Baches vollständig. Was als Gehängeschutt bezeichnet wird, ist Talmoräne.

Aus den Angaben Baumberger's sei Folgendes übernommen (Lit. 6, S. 246—247): „Die Markasitkonkretionen (ich fand auch schöne Pyritkristalle) liegen in 2 Zonen eingestreut von je 40 cm Mächtigkeit und 1 m Abstand. Diese erzreichen

Zonen werden in den übrigen Aufschlüssen der dunklen Mergel nicht gefunden. Schätzungsweise enthält 1 m³ Gestein der erzführenden Bank nur 4—5 dm³ Erz, das heißt ca. 0,04 bis 0,05 Vol. %. Die Analyse des Erzes ergab:

S	= 47,47 %
Fe	= 42,85 „
SiO ₂	= 6,15 „
Gangart	= 3,53 „
	100,00 %

Pb, As, Sb in Spuren.

Nach Angaben alter Leute von Cerniat ist am Javrex im Jahre 1790 Erz ausgebeutet worden. Aus dieser Zeit stammen 2 alte Stollen, deren Mundlöcher noch erkennbar sind. In den Jahren 1883—1884 wurden durch französische Interessenten die Stollen wohl teilweise fahrbar gemacht. Ob ein Abbau stattgefunden hat, läßt sich nicht ermitteln. Eine technische Nutzbarmachung dieses Vorkommens ist ausgeschlossen, da der Gehalt der Mergelschicht an Erz viel zu gering ist.“

Gilliéron und Arn. Heim haben keine Fossilien darin gefunden. Mir ist es gelungen, durch sorgfältiges Zerlegen der weichen Mergel nach Schichtflächen und durch Zerschlagen zahlreicher Grünsandblöcke Fossilien zu finden. Nach meinen Beobachtungen sind die schwarzen Mergel sogar reich an Fossilien, nur ist der Erhaltungszustand wie bei den Zementsteinschichten äußerst ungünstig. Sie sind immer wasserdurchtränkt und zerfallen unter den Fingern mit den eingeschlossenen Fossilien.

Im Glaukonitsandstein fand ich am Rio des Covayes:

Ostrea (Exogyra) columba Lam. spec. im Albien bekannt.

Inoceramus?

2 unbestimmbare Lamellibranchiaten.

1 Plicatula placunea Lam. Abdruck des innern Deckels.

In den schwarzen Mergeln gleicher Fundstelle fanden sich kleine Ex. von:

Phylloceras Velledae Mich. Albien.

Phylloceras spec. ind. 2 Inoceramus spec. ind.

Am Javrex fand sich im Glaukonitsandstein: *Inoceramus* spec. ind. und in den schwarzen Mergeln der Pyrit- und Markasitzone: *Phylloceras* cfr. *glabrum* Yimbo spec. unteres Genoman von Japan = Vraconien, in Europa unbekannt.

Durch diese Funde ergibt sich, daß der Glaukonitsandstein nicht dem Gargasien zugehört, sondern mitsamt den Mergeln ins Albien oder Gault s. str. gestellt werden muß. Zwischen Urgonkalk und Grünsand haben wir eine stratigr. Lücke, das Aptien fehlt. Emersion und Festlandsabtrag ist nicht wahrscheinlich, da Anhaltspunkte fehlen, hingegen kann submariner Abtrag stattgefunden haben, wofür die scharfe transgressionsartige Überlagerung des Grünsandes auf den weißen oolithischen Kalk spricht (Diskontinuität).

Die von Arn. Heim erwähnten Vorkommnisse von Gaultmergeln im Oberlauf des Javrex und in der Bodevenazone stelle ich in Frage, da jene Mergel anderer Beschaffenheit sind, viel spröder, schieferiger und durch die harten dünnbankigen Sandsteineinlagerungen als Flysch gedeutet werden können, was in jener Zone tektonisch gerade so verständlich ist. Die Albienmergel zeigen am Rio des Covayes eine M ä c h t i g k e i t von ca. 30 m. Vielleicht spielt Häufung im Synclinalkern durch Fältelung eine Rolle.

g) Ober-Kreide.

Schon Gilliéron stellt die hellen kreidigen Kalke mit den hellgrauen grünlichen Mergeln zur Oberkreide. Er fand: *Inoceramus Brogniarti* Sow. darin und am Niremont in derselben Schicht einen Senon-*Seeigel*, was ihm gestattete senones Alter für diese Schichten anzunehmen. Er stellt schon eine gewisse Ähnlichkeit mit Seewerkalk fest. Arn. Heim erkannte in diesen Schichten Seewerkalk, Seewerschiefer und Amdenmergel.

In dem schon Gilliéron bekannten Aufschluß am Unterlauf des Javrex, wo Seewerkalk mit unregelmäßiger Fältelung ca. 30 m weit aufgeschlossen ist, fand ich rote und grüne schiefrige Seewerschichten. Darüber folgen wenigstens 50 m normal auflagernde Seewermergel (wenn wir das Axenfallen in

Betracht ziehen, kommen wir vielleicht auf eine höhere Zahl). In der Rinne, die von Les Communailles herabkommt, fand ich gute zusammenhängende Aufschlüsse zwischen der Hauptstraße und der Einmündung in den Javrex. In diesem den Seewerkalk unmittelbar überlagernden Niveau habe ich regelmäßige Überlagerung von dunkelgrauen, feinkörnigen, aber noch weichen Kalken mit den hellgrauen schiefrigen Mergeln gefunden, die nach oben ganz vermergeln. Streichen N 35 E, Fallen 45° E. Es ist dies leider die einzige Stelle, wo sich die Reihenfolge der Oberkreide in normaler Auflagerung auf mittlerer Kreide verfolgen läßt.

In der Schuppenzone fand ich am Wege zwischen la Guille und Bimont ein Bruchstück eines Ammoniten, vielleicht *Scaphites*, was für Oberkreide spricht und 3 Aptychen, deren Zugehörigkeit zu bestimmten Ammoniten noch unbekannt ist. — Aus der südlichsten Seewerschieferschuppe am Weg dem Javrex entlang fand ich zahlreiche pyritische Konkretionen und zylindrische Röhrenausfüllungen, aber kein sicheres Fossil. Unter systematischer Zerstörung zahlreicher Blöcke ließe sich vielleicht einmal ein anständiger Fossilfund machen. In den Senonmergeln fand ich keine Fossilien.

Aus den wildflyschartigen Senonmergeln bei Pessot erwähnt Arn. Heim Linsen von glaukonitischem Sandstein. Im Dünnschliff zeigt derselbe als Hauptmasse Calcit, spärlichen Glaukonit und Quarz, dagegen ist er voll Kalkalgen: *Lithothamnien*, enthält viele kleine Foraminiferen z. B. eine *Nummulina*, vielleicht deformiert, viele *Orbitoiden* und *Globigerinen*. Da die Möglichkeit tektonischer Vermengung von Flysch und Senon besteht, lassen sich keine noch so verlockende Schlußfolgerungen ziehen über ev. Senone Nummulitenkalke. Sie sind wohl als eingeknetete Nummulitengrünsandfetzen zu betrachten.

Wir dürfen wohl im Anschluß an das helvetische Sedi-
mentbecken die Seewerkalke ins Turon stellen, ev. wäre das
Rotomagien auch dabei vertreten. Da die Fossilien der dunk-
len Mergel auch eine *Vraconienspecies* aufweisen und keine
Diskontinuität zwischen ihnen und Seewerkalk gefunden wird,

so dürften alle Stufen vom Albien bis Senon (Santonien incl.) vertreten sein. Das absolute Fehlen von Wangschichten in diesem Teil der Außenzone ist sehr auffällig, da sie in der Sattelzone reichlich vorhanden sind und auch ein Fetzen von solchen bei Gros Plané am Moléson von Gagnebin gefunden wurde. (Lit. Nr. 8.)

Vergleiche der mittleren und oberen Kreide.

In Châtel St. Denis findet sich keine mittlere und obere Kreide, dagegen viele Schuppen von Seewerkalk und Senonmergeln in den Flysch der Niremont-Alpetteskette eingewickelt.

In der Sattelzone dagegen findet sich nach Lugeon und Arn. Heim Oberkreide in Form von hellem, dichtem Kalk mit Foraminiferen, Leistmergel vom Hahnenmoospaß. Auch Roessinger erwähnt Foraminiferenkalke mit hellen Mergeln.

Die Wildhorndecke zeigt gerade in dem Teil, wo sie von der Mont Bonvindecke überlagert ist, eine ungestörte Entwicklung bis zur Oberkreide, darüber Wangschiefer transgressiv. Die Ausbildung der mittleren und oberen Kreide des Montsalvens schließt daher gut an die Wildhorndecke an, wo der Schrattenkalk von Albien überlagert wird und dieser von Seewerschichten. Da die Wangtransgression Gebiete der Wildhorndecke und der Bonvin-Plainemortedecke teils verschont und teils überlagert, so wird man mit Arn. Heim annehmen müssen (Lit. 14 pag. 320), daß „die Wangschichten gleichsam ein cretacisches Längstal ausfüllen“ mit wahrscheinlich sehr unregelmäßiger Strandlinie.

3. Zusammenfassende Resultate.

Nach Beendigung unserer stratigr. Untersuchung kommen wir zum Resultat, daß (soweit man es nach den spärlichen stratigr. Angaben in der Sattel- und Wurzelzone beurteilen kann) die Montsalvensschichtenreihe sich am besten zwischen Plainemorte- und Wildhorndecke einschiebt. Die tektonischen Folgerungen ziehen wir später. — Arn. Heim (Lit. 14 und 11) meint, in der Montsalvensschichtenreihe sei die helvetische

Geosynclinaltiefe zeitweise bereits nach S überschritten, so im Bathonien, Berriasien, Urgonien, Malm (Bohnerzbildung). Für das Bathonien und überhaupt die terrigenen Ablagerungen im Dogger bin ich der gleichen Ansicht. Dagegen verlangt die erwähnte stratigr. Stellung des Montsalvens in der Kreide den Platz unmittelbar S der Wildhorndecke, wo die Sedimentationszyklen mit Oehrlikalk und Urgonoolith noch nicht ganz verloren sind, (die Zementsteinschichten ebenfalls). Diese werden nach meiner Auffassung erst innerhalb der Plainemortedecke verloren.

Die Gesteinsreihe der Schuppen in der Ebene von Bulle mit völligem Fehlen von Kreide kann nach Lugeons Einteilung ev. zur Mont Bonvindecke gehören oder zu einer höheren Teilfalte derselben Decke. Da die Malmschichten das jüngste Glied darstellen, das nur noch in kleinen Erosionsklippen vorhanden ist, so kann man wohl annehmen, die Wangschichten seien, wenn sie je auf dem Malm vorhanden waren, entweder abgeschürft oder schon erodiert waren.

4. Flysch mit eingeschlossenen mesozoischen Schuppen.

Er gehört der Berra-Gurnigel-Zone an. Er weist nur stellenweise eigentlichen Wildflyschcharakter auf, z. B. der in die erste Antiklinale aufgepreßte Flysch am Eingang der Jogneschlucht. Dort sind es: schwarze, glimmersandige Mergel mit Konglomeraten, mit kieseligen, harten, knorrigten Bänken von brauner Verwitterung mit exotischen Blöcken in wirrer Lagerung. Arn. Heim hat den Wildflysch bei Pessot gefunden als zerquetschte Unterlage der ganzen Decke. In derselben Zone fand ich geringe Aufschlüsse desselben bei Gros Rosex und von Grantaz bis Javrex. Außerdem ist er mit Senonmergeln vermengt, in schmalen Fetzen oder Linsen darin eingeschlossen. So fand ich ihn im Rio de la Chaux bei Gros Rosex, ebenso im Rio du Javrex, 1240 m, wo ihn Arn. Heim für Gault hielt. Der Flysch am Rücken von Pâquiers, sowie der die Decke ostwärts überlagernde Flysch weist keinen Wildflyschcharakter auf. Er enthält dort:

1. Sandsteine, harte, feinkörnige, mit kieseligem Bindemittel, brauner Verwitterungsrinde, mit Algen und Kriechspuren, oder glimmerreiche, plattige Sandsteine mit brauner Verwitterungsrinde, oder kalkige Sandsteine mit verkohlten Pflanzenabdrücken, Molasse — ähnlich. Dünnschliff: Der grobkörnige Sandstein an der Basis der großen Malmschuppe von la Teraillonaz zeigt sehr viel eckige Quarztrümmer, wenig Feldspat (Albit) und Glaukonit mit calcitischem Bindemittel. Das Material muß von einem küstennahen, sauren, kristallinen Gestein geliefert worden sein.

Die grobkörnigen Sandsteine gehen oft in Breccien über.

2. Die Mergel sind größtenteils hellgrau, schiefrig, ebenflächig und glimmersandig.
3. Eine andere Facies stellen die blaugrauen, sandigen Mergelkalk dar mit brecciösen Partien und mit kalkig-sandigen Schiefern. Der Dünnschliff zeigt einen kristallinen Kalk mit wenig feinem Quarzsand und vielen Schalenquerschnitten. Er ist größtenteils zoogen und setzt eine ruhige Sedimentation für diese Ablagerung im Flyschmeer voraus. Diese nur scheinbar fossilleeren Sandkalke, welche den Bathonienkalken der Klippen gleichen, bilden einen kontinuierlichen Zug vom Rio d'Allières, Kurve 1200 bis P 1356 — Botteys — Hütte P 1372 und Ecke des Kartenblattes. Eine weitere gleichgeartete Gesteinsserie findet sich unmittelbar über den Oberkreideschichten des Hügels au Frassillet, welche Arn. Heim als überschobenes Neocom taxiert. Schon Gilliéron zählte sie zum Flysch. Die tektonisch im Wildflysch auftretenden Schuppen seien ebenfalls hier erwähnt. Wir finden:

1. eine helle kreidige Ausbildung von Malmkalk mit Kieselschnüren, *Aptychen*, *Mikrofauna*. (La Chablex, la Guignardaz, la Teraillonaz).
2. Fleckenkalk von la Teraillonaz.
3. Kalkquarzsandstein mit *Nummuliten* bei Chablex und ohne *Nummuliten* bei Guignardaz ob Teraillo-

naz. Diese Num.-Sandsteine sind an beiden Orten mit Malm verknüpft und dürften darum nicht stratigr. zum Flysch gezählt werden, sondern werden dem helvetischen Faciesgebiet angehören.

Den hellen kreidigen Kalk von La Chablex als Unterlage des Num.-Gesteins hält Arn. Heim entgegen Gilliéron für Seewerkalk, wohl des Globigerinengehaltes wegen. Im D ü n n - s c h l i f f ließ sich eine *Lagena* spec. bestimmen nebst vielen kleinen Schalenquerschnitten wohl von *Foraminiferen*. Da der Kalk Kieselschnüre aufweist und ähnliche Färbung wie die anderen Malmkalke der Schuppenzone, so bleibe ich bei der Ansicht Gilliéron's, daß es sich um Malm handelt. Die *Lagena* kommt im ganzen Jura vor und die *Globigerinen* beweisen noch nicht unbedingt obercretacisches Alter.

Die Nummulitenkalksandsteine hat Arn. Heim als L u t é t i e n bestimmt.

5. Molasse.

Über die Molasse am Freiburger Alpenrand liegt eine neuere Arbeit vor von B u e s s (Lit. 2), welcher diese Frage gründlich behandelt. Ich habe die Molasse stratigr. nur so weit berücksichtigt, als sie zum Ausfüllen des Kartenblattes diene. Dabei bin ich auf einige noch nicht erwähnte Aufschlüsse gestoßen, die ich anführen werde.

Es handelt sich um bunte Mergel mit Sandsteinbänken aus dem A q u i t a n i e n und um feinkörnige, glimmerhaltige Sandsteine mit kalkigem Bindemittel aus dem S t a m p i e n , V a u l r u z m o l a s s e genannt.

Bei Begehung des Rio de la Pattaz bei Corbières fand ich auf Kurve 795 bunte Mergel, darüber kompakten Vaulruz-Sandstein bis zum Sträßchen bei Kurve 840. Die Vaulruz-Molasse streicht dort N 50 E und fällt 40° gegen SE. Auf Kurve 920 finden sich abermals bunte Mergel mit Sandstein. Die darüber liegenden hellen glimmerigen Mergel ohne feste Bänke stelle ich zum Flysch, der sich als Rutschmittel für die Überschiebung des Berra-Flysch und der Präalpen eignete.

Die Bachrinne, welche beim Gehöft les Bassets die Hauptstraße schneidet, bietet am Waldrand einen Aufschluß von

bunten Mergeln mit Sandstein, welcher ebenflächig, hellgrau, glimmerreich und von Mergellagen unterbrochen ist. Streichen: N 51 E, Fallen: 45° gegen SE.

Am Rio des Branches fand ich nur lose Blöcke von Molasse, ebenso am Rio des Esserts. Bei le Chânoz etwas N Villarvolard ist in einer Rinne wieder Vaulruz-Sandstein bis zur Kurve 810 aufgeschlossen, ebenso in den beiden N davon liegenden Rinnen, welche sich durch ihre Bewaldung von der Hauptstraße aus erkennen lassen. Die dazwischen liegende Wiese zeigt auch Molasseschichtköpfe.

Die S davon (ob Villarvolard) sich zeigenden molasse-ähnlichen Sandsteine rechne ich zum Flysch, wie ich im tektonischen Teil ausführen werde.

6. Diluvium.

Gilliéron widmet den glacialen Ablagerungen im Untersuchungsgebiet einige Aufmerksamkeit und unterscheidet zwischen quaternaire informe und quaternaire stratifié. Den gleichen Unterschied macht er auf der geologischen Karte.

Wie eingangs erwähnt, wurden die glacialen Ablagerungen im ganzen Saanegebiet untersucht von F. Nußbaum. (Lit. 20.) Ich werde deshalb in diesem Kapitel nur solche Tatsachen anführen, die eine Korrektur des bisher Bekannten oder neue Funde darstellen.

1. Lokalgletscher. Die Karte von Nußbaum, die leider auf der ungenauen Unterlage der Schulwandkarte des Kantons Waadt 1:100 000 ausgeführt wurde, läßt die Lokalmoränen an Hand des Textes nur andeutungsweise identifizieren. Es scheint demnach, daß die Gletscher S des Bifé P 1561 im Flußgebiet des Rio de l'Eglise nur angedeutet sind. Ich habe die Umrisse der zweilappigen Lokalmoräne genauer umgrenzt. Sie beginnen unterhalb von zirkusförmigen Kesseln. Bei der Hütte le Cours 1372, S des Bifégipfels konstatierte ich ebenfalls eine kleine Lokalmoräne, auf deren Endwall die Hütte steht. Im Maximum der Würmeiszeit dürften kleinere Hängegletscher vom Bifégipfel herab gegen le Cours und gegen den Rio de l'Eglise sich ergossen haben.

Für das Maximum der Würmeiszeit wird von Nußbaum die Schneegrenze auf 1350—1400 angegeben für den N-Rand der Voralpen. Somit konnte der Bifé mit 1561 m Gipfelhöhe eigene Gletscher speisen. Dem Rio du Javrex entlang findet sich mächtiger Moränenschutt bis zur Teilung des Baches in seine Quellflüsse bei 1100 m. Ich vermute deshalb, daß ein Gletscherarm vom Bifé über Commun derrey herab kam, da doch vom Flyschrücken von Pâquiers mit seinem 1300—1400 m hohem Grat keine nennenswerte selbständige Vergletscherung erwartet werden kann. Dieser Bifégletscherarm konnte sich auf der schattigen N-Seite ziemlich lang halten und lieferte ein schönes halbkreisförmiges Endmoränenstadium rund um Scierie P 963.

2. Talgletscher. Nußbaum zählt einzelne gute Moränen-aufschlüsse der Talgletscher auf. Beim Kartieren gelangte ich zu einer zusammenhängenden Moränenüberkleidung des N-Gehänges des Jogne-Javroztales. Der Montsalvensgrat war bis zu P 1154 vollständig von Eis bedeckt, da die Moräne sich ununterbrochen bis zum aufgebrochenen Gewölbe 2 hinaufzieht. Auf P 1274 vom Gewölbe 4A fand ich Saaneerratikum. E davon in der Rinne vom Sattel 1300 m zum Rio du Gros Mont findet sich zungenförmige Moränenbedeckung und am Ende derselben im Rio du Gros Mont erratisches Rhonematerial, welches sowohl von Gilliéron als von Nußbaum angegeben wird. Wir dürfen deshalb annehmen, daß der Rhonegletscher den Saanegletscher bis auf die Höhe von 1300 m aufstaute, so daß dieser eine Zunge ins Gros Mont entsandte und Saane- und Rhoneerratikum dort hinterließ. Von Pertet Chesalles N der Ruine Montsalvens zieht sich ein durchgehendes Moränenband gegen les Râpes, der Malmüberschiebung entlang, bis zum Absturz gegen die Jogne, wo sie am besten aufgeschlossen ist. Für die übrigen Zusammenhänge verweise ich auf die Karte.

In der Covayes-Mulde gibt Nußbaum Moränenbekleidung an, ungefähr bis zur Kurve 1050. Ich muß diese Grenze bedeutend hinaufsetzen. Die Moränenbedeckung reicht von einigen cretacischen Aufschlüssen unterbrochen bis 11-1200 m. Da aber sehr viel Lokalgestein des Montsalvens dabei ist, glaube ich, daß es sich um lokalen Moränenschutt eines kleinen

Gletscherfirns in der oberen Covayes-Mulde handle, der mit der Talmoräne verschmolzen ist (von P 1451 herab).

Zwischen den Hügeln en Laddes und au Frassillet füllt wieder mächtiger Moränenschutt den Talboden, der schon unterhalb Kurve 1100 wegen Eintritt ins Flyschgebiet undeutlich wird. Ich glaube, diese Ablagerung als Moränenschutt eines Berragletschers annehmen zu dürfen. Im Flyschgebiet ist es allerdings sehr schwierig, Lokalmoränen nachzuweisen, wegen des einförmigen Gesteinsbildes. Nußbaum gibt Lokalgletscher der Berra nur auf der Seite des Aergarentales an. Ganz sicher lieferte der 1723 m hohe Berragipfel auch nach S Lokalgletscher, zumal er im Maximum der Würmeiszeit 300 m über der Schneegrenze lag. Durch das Tal des Rio d'Allières floß der Gletscherarm, der zwischen den genannten Hügeln so reichen Moränenschutt ablagerte, mit Gesteinen der Montsalvensserie und Flyschblöcken.

3. Flußablenkung und epigenetische Talstücke. Der genannte Moränenschutt füllt eine alte Talrinne, welche den Malm durchsägt hatte, jene des Javrex füllt wieder eine breite Lücke zwischen den mesozoischen Aufschlüssen, welche ein präglaciales Tal voraussetzt. In beiden Fällen ist der heutige Wasserlauf zur Seite gedrängt und gräbt sich ins Anstehende am Rande der Moränenfüllung, ebenso der Rio d'Allières. Noch typischer zeigt diese Erscheinung der Rio du Gros Mont, der zum großen Teile epigenetische Talstücke zeigt. Der Rio de la Joux derrey fließt von en Laddes bis zur Einmündung in den Javrex in epigenetischer Schlucht mit kontinuierlichen Aufschlüssen. Der Javrex tut desgleichen mehrmals in seinem Lauf.

Der Unterlauf des Rio des Pelleys schließt verschiedene mesozoische Aufschlüsse inmitten von Moräne auf und dürfte deshalb praeglacial weiter W durchgeflossen sein.

Eine Ausnahme macht der Rio de l'Eglise. Seinen Durchbruch durch Gewölbe 5 hat er aus der Interglacialzeit beibehalten, da derselbe ausgeweitet und mit Schutthalden gefüllt ist, ähnlich wie die Juraklusen. Unterhalb dagegen ist er abgelenkt durch mächtige Moränenanhäufung und durchschneidet Hauterivien-Schichten.

Die Hauptflüsse des Tales, J o g n e und J a v r o z zeigen wohlbekannte epigenetische Schluchten. Der Javroz fließt jetzt bei Cerniat an der Grenze von ungeschichteter und geschichteter Grundmoräne, also gegen N verschoben gegenüber seinem interglacialen Lauf. Nach der Mündung des Rio des Pelleys tritt er in anstehendes mesozoisches Gestein und fließt in wilder Schlucht durch isoklinale Schichten bis zu seiner Einmündung in die Jogne. Früher muß diese Einmündung weiter talaufwärts stattgefunden haben, vermutlich bei Praz Pauvert, da die Liasklippe bei Hütte 797, die beiden Täler der Jogne und des Javroz getrennt haben dürfte. Es wäre aber auch möglich, daß der Javroz mehr W zwischen den beiden Malmaufschlüssen an P 833 vorbeigeflossen wäre, denn dort trennt glacialer Schutt dieselben bis unter den Talboden. Vielleicht sind beides einstmalige Javroz-Läufe zu verschiedenen Interglacialzeiten.

Für die Jogne bleiben keine andern Möglichkeiten, als daß sie zur letzten Interglacialzeit S Charmey die Klippendecke verließ und in ein breites Tal gegen W abbog, sich mit dem Javroz vereinigend. Hernach floß sie in der Richtung Gros Liençon, also durch das heutige Staubecken, worauf schon Prof. Schardt aufmerksam machte. (Lit. 31.) Der Rio du Gros Mont beweist durch sein praeglacial tiefes Einschneiden in Anstehendes, das jetzt mit Moräne gefüllt ist, daß er weiter gegen S vordringen mußte als heutzutage, um die Jogne zu erreichen. Jetzt hat er durch einen Schwemmkegel die Jogne gegen die Motélon-Mündung zurückgedrängt. Der Motélon-Bach trifft jetzt früher auf die Jogne und hat deshalb seine Erosionskraft eher noch verstärkt, indem er die Triasschwelle bei P 815 absägt und sich durch den Moränenschutt eine trichterförmige Öffnung geschlagen hat. Die vereinte Wirkung von Jogne, Motélon und Rio du Gros Mont haben das weite Becken geschaffen, das zur Aufnahme des Stausees der Freiburger Kraftwerke bestimmt wurde. W Rusille tritt die heutige Jogne wieder in eine wilde Schlucht und durchsägt mühsam die harten Malmkalke in 3 klusenartigen Durchbrüchen. Dieser Teil ist in wildester Erosion begriffen. Bei der Motélon-Mündung ist der Seeboden auf 771 m, die Saane-Jognemündung

dagegen liegt in 675 m. Der Bach muß also eine Fallstufe von ca. 100 m auf 2 km Entfernung durchschneiden, das ergibt ein durchschnittliches Gefälle von 5 %.

Im Zusammenhang damit stehen die Erscheinungen des Rutschens und Abstürzens ganzer Schichtpakete in der Schlucht. Insbesondere die senkrecht gestellten Schichten der Überschiebung, welche wurzellos auf einer jüngeren Unterlage ruhen, werden vom Bach untergraben und rutschen allgemach in die Tiefe. Das Stauen des Baches durch den See und das Ableiten durch den Stollen wird dieser Tätigkeit etwas Einhalt gebieten und die an Naturschönheiten so reiche Schlucht schonen.

4. Stausee und Moräne. Die geschichtete Grundmoräne, welche das interglaciale Jognetal erfüllt, war während des Baues des Staudammes und der Abdichtung des Stausees besonders gut aufgeschlossen und verdient darum besondere Erwähnung. Bei der ersten Füllung des Seebeckens, Frühjahr 1921 zeigte sich, daß die geschichtete Grundmoräne in hohem Maße durchlässig sei, gewaltige Überflußquellen traten zutage in der nächsten linken Bachrinne talabwärts. Hierauf wurde der Seespiegel gesenkt bis zur Kurve 780, worauf diese Erscheinung aufhörte. Die Zone von 780—800 m wurde nun vollständig überkleidet mit einem Gemisch von Lehm, Sand und Kalkbrocken, um sie undurchlässig zu machen. Es wurde folgendes Profil entblößt: Im unteren Teil von 780 m bis zum Talboden vermutlich: harter Gletscherlehm mit eingebackenen, gekritzten Geschieben, er erwies sich als ganz undurchlässig. Darüber stete Wechsellagerung von reinem Ton, ganz undurchlässig und von sandigen und grobkiesigen Schichten, welche das Wasser leicht durchgehen lassen.

Das rasche Wechseln der verschiedenen Schichten, auch im Querschnitt beweist **Kreuzschichtung**, Ablagerung durch fließendes Wasser, welches je nach Hoch- und Niedrigwasserstand und je nach der Verlegung seines Wasserlaufes verschiedene Ablagerung erzeugte. Auf der Oberfläche des von der nächsten Bachrinne trennenden Rückens findet sich eine 2—3 m mächtige Lehmschicht, welche zweckdienlich zur wasserdichten Verkleidung des Staubeckens verwendet wurde.

Das frische, unverkittete Aussehen des Schotter und der Sande, sowie das Verknüpfen mit der oberflächlichen Moränenbedeckung beweist wenigstens für die obersten 50 m Würm - alter der Ablagerung. In der Höhe des jetzigen Talbodens oder darunter könnten sich noch glaciale Ablagerungen aus der vorangehenden Rißeiszeit finden, in welcher die Alpentäler wenigstens auf die gleiche Tiefe wie heutzutage erodiert waren. Sichere Belege für Rißgrundmoräne fand ich nirgends. Die heutige Erosion ist lange noch nicht tief genug vorgedrungen, um sie bloßzulegen.

5. Rhoneerratikum aus der Rißeiszeit. Außer den von Nußbaum erwähnten Funden boten die Torfgrabungen im Forêt de la Valsainte 1220 m, neuen Aufschluß. Es wurde Grundmoräne aufgeschlossen als Abdämmung des Moores mit zahlreichen kleinen, gerundeten Rhonegletschergeschieben. Da in der Würmeiszeit unmöglich Rhonegletschergeschiebe so weit in den Talhintergrund gelangen konnten, so müssen sie der Rißeiszeit angehören, wie auch die andern Funde in dieser Gegend durch die früheren Bearbeiter. Wie sich die Entstehung des Moores an Hand dieser Funde deuten läßt, werde ich im Kapitel Alluvium ausführen.

6. Rhonemoräne am W-Abhang des Berra- und Montsalvensgrates. Nach der Karte von Nußbaum findet sich Rhonemoräne in 2 Niveaux E Corbières, in 850 m und 1050 m. Ich habe durch sorgfältiges Begehen des Gebietes, vor allem der zahlreichen Bachrinnen die Ausdehnung der Rhonemoräne kartiert und dabei einige Änderungen gegenüber Nußbaum erhalten.

Die Rhonemoränebedeckung beginnt N Villarvolard bei Praz Marais, steigt rasch auf 1000 m an am Rio de la Pattaz, sodann auf 1050 m bei es Melleys 1047 m, und im Rio des Branches, dann geht die Grenze wieder etwas in die Tiefe auf 1000 m, sei es durch Abtrag des Moränenschuttes oder durch Beseitigen der erratischen Blöcke durch fleißige Menschenhände, dann steigt sie wieder gegen die Grenze des Kartenblattes.

Das Einsetzen der Moräne bei Praz Marais erfolgt mit reicher Überschüttung von erratischen Blöcken, vor allem Val-

lorsine-Konglomerat, sodann Alpenkalke, Kieselkalk usw. Die moränenbedeckte Gegend bildet ein fruchtbares Wiese- und Weideland, welches vorteilhaft gegen die sauren Flyschwiesen absticht. — Von genannter oberster Moränengrenze an ist die Ablagerung kontinuierlich bis ins Tal, bis zum Übergang in geschichtete Moräne, wie ein Aufschluß bei vers les Fourches, an der Hauptstraße nach Corbières vortrefflich zeigt.

Neu sind folgende Vorkommnisse: E Villarvolard, bei le Perrex 834 m fand ich ein isoliertes Stück Rhonemoräne; es fanden sich gerundete Blöcke von Vallorsine-Konglomerat, und Sericitschiefern, welche die Herkunft anzeigen. Diesem Aufschluß entspricht ein anderer S des Rio du Pessot, der durch einen Flyschsandsteinzug unterbrochen wird. Das untere Niveau liegt bei Hütte 904 m, ob der letzten Steilböschung über der Ebene. Der andere Teil zieht sich von le petit Mont bis la Papasaz 1121 m, die Nordgrenze bildet der Steilabfall gegen das Tal des Rio du Pessot. Dieses Vorkommnis in der vor Bacherosion geschützten Lage auf vorspringenden Hügeln gehört dem Maximum der Würmeiszeit an, als der Rhonegletscher den Bodevena-Paß erreichte und an verschiedenen Stellen über den Montsalvensgrat sich ergoß. Die Moränen von Corbières dagegen entsprechen dem ersten Rückzugstadium, als der Rhonegletscher in unbedeutender Höhe von les Alpettes gegen Corbières und weiter N eine Zunge erstreckte, den Saanegletscher in freier Entwicklung noch hemmend.

7. Alluvium.

1. Flußanschwemmung. Die postglaciale Flußablagerung findet sich in den nicht-epigenetischen Talstücken des Javroz, der Jogne und der Saane, welche bei Hochwasser jetzt noch überschwemmt werden, wo sie nicht verbaut sind. Die Zuflüsse mit steilem Gefälle liefern Schwemmkegel. Vor allem der Rio du Pessot enthält auf seinem ganzen Weg viel Schwemmmaterial, welches zum großen Teil durch die Bergsturm Massen von Pessot genährt wird. Kleinere Alluvionen lassen sich auf der Karte feststellen.

2. Einen bedeutenden Oberflächenraum nehmen **Berg-**

sturzmassen, Schutthalden und Blockfelder ein, welche in der Regel ein von den Malmfelswänden abstürzendes und abbröckelndes Material darstellen. Am W-Abhang des Montsalvensgrates zeigt sich eine ununterbrochene Zone von groblockigem Trümmermaterial mit hausgroßen Blöcken, welche man lokalen Bergstürzen oder Felsschlipfen zuschreiben muß. Unterhalb des Abrupt de Villarbeney zeigt der Trümmerstrom besondere Größe und Ausdehnung bis fast in den Weiler hinunter. Da das größte Material oben geblieben ist, halte ich es für Felsabbrüche auf abgleitender, weicher Unterlage. Die Transversalverschiebung am Abrupt selbst erklärt uns, wie Arn. Heim erwähnt, das leichte Abbrechen des Materials. An dieser Stelle finden wir nicht nur Malm-, sondern auch Neocomgesteine unter den Trümmern. Die größten Trümmerhalden befinden sich unter den Gewölben 5 und 6. Ob Creux des Arses läßt sich ein jüngerer Bergsturz von den älteren dadurch abtrennen, daß er noch nicht von Vegetation überwachsen ist. Er muß also in jüngster historischer Zeit stattgefunden haben. Unterhalb des Bifégipfels ergießt sich ein Trümmerstrom nordwärts gegen den Rio du Pessot, durch eine Lücke im Malmschenkel 7, welche selber wohl auch einem Bergsturz zu verdanken ist. Eine gleiche Lücke im Malmschenkel 7 findet sich ob la Papausaz 1121 m.

Am Rand des Plateaus von Petit und Gros Rosex finden sich riesige Malmtrümmer angehäuft, darunter ein Portlandfelsen mit brecciösen, gefärbten Bänken von 600—1000 m³ Inhalt. Da diese Trümmerhalde durch den Rio de la Chaux und eine sumpfige Niederung von den Steilhängen des Montsalvensgrates getrennt ist, kann man nicht einfach Bergsturz als Ursache annehmen. Sie können auch nicht von einer Malmschuppe in loco stammen, da als Unterlage überall Senon festzustellen ist. Nehmen wir Bergsturz als primäre Ursache an, so muß die **Erosion** seither das Plateau mit der Bachrinne geschaffen haben. Ich glaube deswegen an einen Bergsturz während der letzten Eiszeit, wobei die Trümmer auf das Eis fielen und beim Rückzug des Gletschers am Plateaurand liegen gelassen wurden und seither die weiche Senonunterlage vor rascher **Erosion** schützten. Es ist diese Erklärung umso wahrscheinlicher, als

bei Grantaz Rhonemoräne als Unterlage der Malmtrümmer nachgewiesen ist.

Der Bergutsch von Pessot oberhalb Villarvolard hat im Mai 1916 begonnen und im Januar 1917 schon eine Breite von 200 m erreicht, auf 600 m Längenausdehnung von der Hütte Bifé du Milieu an (die abgetragen werden mußte) bis an den Rio du Pessot. Die Erdbewegung soll 100 000 m³ erreichen.

Die topographische Karte gibt schon eine ältere Abbruchnische an.

Seine Entstehung ist geologisch leicht verständlich. Der Malmschenkel 7 sitzt mit 50—60° S-Fallen auf Wildflysch und Senonmergeln (nach Arn. Heim.) Diese sind von der Erosion untergraben worden und die Malmschichten brachen nach. Die wasserdurchtränkten Senon- und Wildflyschmergel glitten unter der Last der Felstrümmer als Schlammstrom talabwärts, etwa 1 km weit und werden dort vom Rio du Pessot weiter verfrachtet.

Da die Abbruchnische weitere Risse im hangenden Malm zeigt, dürften weitere Abstürze zu erwarten sein, die vom angehäuften Trümmermaterial aufgehalten werden. Dagegen ist durch die erneute Belastung ein weiteres Vorrücken des Schlammstroms zu befürchten.

Das Gewölbe 5 lieferte an seinem E-Ende einen Bergsturz, der gegen den Rio des Pelleys hinunterging. Für die kleineren Schutthalden, die überall den Malm begleiten, verweise ich auf die Karte. Eine Schutthalde mit ausschließlich Urgonkalktrümmern findet sich unter der auskeilenden Urgonmulde (Covayes-Mulde) bei Hütte 1229. Es erübrigt mir noch, eine größere Trümmeranhäufung in Flyschgebiet zu erwähnen. Unterhalb des Rückens von la Schiaz, der aus etwa 150 m mächtigem grobem Sandstein gebildet wird, liegt eine Ansammlung von viele m³ großen Blöcken, von der Hütte la Guignardaz 1165 m an, etwa 200 m gegen W, gegen les Avates.

3. Tuff. Die Quellen sind in diesem kalkreichen Gebiet ziemlich kalkhaltig und bilden beim Herabrieseln über eine breitere moosbewachsene Fläche Tuffablagerungen. Die schönste und größte Tuffbildung des Untersuchungsgebietes

findet sich in der Javroz-Schlucht, S-Ufer gegenüber der Kapelle von Cerniat. Eine starke Quelle tritt auf Kurve 840 aus und rieselt fein verteilt über die wohl 20—30 m breite und ebenso hohe Tuffunterlage, die sie selber gebildet. Kleinere Tuffbildungen gibt die Karte an, soweit sie sich im Maßstab derselben noch darstellen lassen.

4. Torf. Die einzigen größeren Torfmoore, die Gilliéron noch unbekannt waren sind im *Forêt de la Valsainte* vor wenig Jahren entdeckt und in Abbau genommen worden. Der bisherige Abbau des einen Moores ergibt, daß es sich um ein größeres Lager von gutem Torf handelt. Mit dem bisherigen Abbau in 4 m Tiefe ist die Unterlage noch nicht erreicht. Der Umfang der Moore ist auf der topographischen Karte durch zwei Sümpfe angegeben. Sie widerstanden den Aufforstungsversuchen, wurden deswegen drainiert und als dies auch nichts fruchtete, untersuchte man den Boden genauer und entdeckte den Torf. Der Abbau ist für die vom Verkehr so weit abgelegenen Talbewohner recht einträglich. Die geförderten und an Ort und Stelle getrockneten Torfstücke werden mit Seilbahn zum Kloster Valsainte hinunterbefördert.

Die Torfmoore verdanken ihre Entstehung glacialer Abdämmung. Es ist eine Grundmoräne am Plateaurand des *Forêt de la Valsainte* aufgeschlossen worden mit zahlreichen kristallinen, gerundeten Geschieben nebst den lokalen. Die Rhone-Geschiebe können, wie im Kapitel Diluvium ausgeführt wurde, nur in der Rißeiszeit dahin gelangt sein. Das Moor ist aber postglazialer Entstehung, da es direkt in die heutige Moorvegetation übergeht.

Wir nehmen also an, die kristallinen Geschiebe seien in der Rißeiszeit durch einen Lappen des Rhonegletschers in das Tal gebracht worden. Bei der letzten Vergletscherung wurden sie dann durch lokale Gletscher umgelagert. Die halbkreisförmige Moräne um das Moor könnte auch einer Endmoräne eines Berragletschers entsprechen, während die tieferen Täler E und W von den Talgletschern erfüllt waren (also während dem Maximum der Würmeiszeit) und dadurch die Lokalgletscher zurückstauten.

Es kann aber auch eine Randmoräne des Talgletschers sein, der im Maximum der Würmeiszeit bei Valsainte wenigstens bis 1200 m hinaufreichte.

Sei nun das eine oder das andere der Fall, sicher ist glaciale Abstauung eines Tümpels, der nach dem Rückzug der Gletscher eine üppige Moorbildung ermöglichte.

Das hintere Torfmoor, 10 m höher gelegen als das vordere, ist noch nicht in Angriff genommen worden und darum gar nicht aufgeschlossen.

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 bedeutenden 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 Bathonienschuppen, 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 Adelsboden 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 **zweistratigr. 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 verschiedenes 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 Pauvert 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 Lidderey 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 einzubiegen 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.

Valangienkalk. 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 Lavis. 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 Malm-schichten 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.

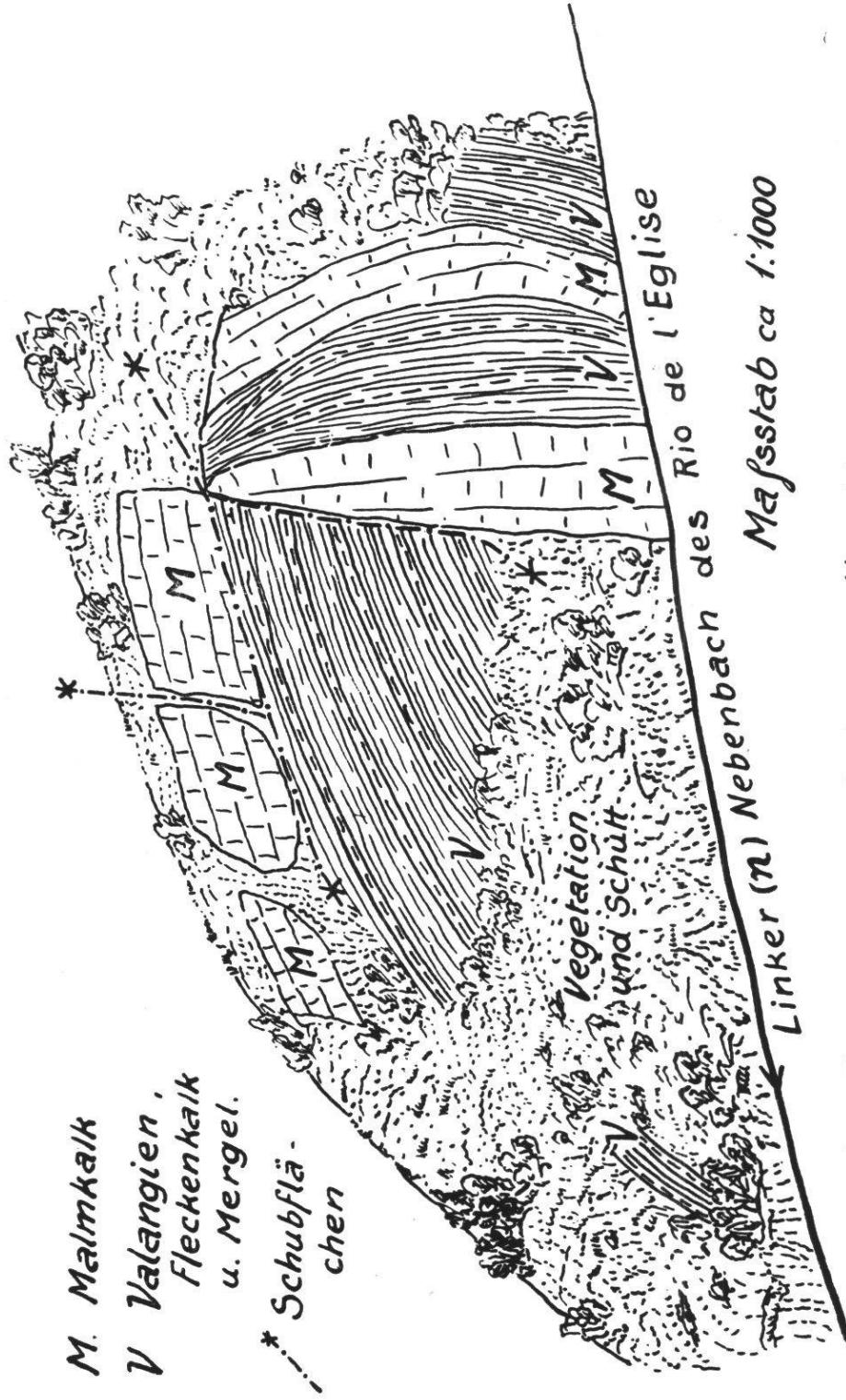
Gewölbe 4 B. Es bildet einen größeren Winkel mit seinen Malmschenkeln als das besprochene. Im S-Schenkel fallen die Schichten 60° gegen S, im N-Schenkel sind sie annähernd senkrecht und sehr reduziert. Das Argovien und Divesien füllen den Kern aus. Im S-Schenkel tritt eine von Arn. Heim konstatierte *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 Abrupt de Villarbeney, 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 Albien-grünsand 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 les Utzets 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.



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 Valangienschichten 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-Kreidegrenze 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 Teilfalten 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 Bergsturmassen 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 Teraillonaz 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 Teraillonaz 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 gestatteten. 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 Faltensystem 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. Quetschlinsen.

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 trans-antiklinale Flyschaufwölbung abgelenktes Streichen zeigen. Der südlichste Molasse-Aufschluß von Chânoz läßt sich mit Montcaillaz W Bulle sehr gut verbinden, aber nicht mit Plan-chery, 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 Flysch-zwischenlagerung. — 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 Klippen-depression 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 steilaufgerichtete 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.

C. ANHANG.

1. Morphologie und Flußläufe in der Niederung von Bulle.

Vom Hügel von la Schia aus gesehen, oder vom steilen Grat des Montsalvens, nimmt sich die Niederung von Bulle wie eine Rumpfebene, eine Peneplain aus. Wir haben große, ziemlich ebene Flächen, gegen E und SE geneigt, unterbrochen von kleinen meist bewaldeten Hügeln. Es ist dies die typische glaciale Rundhöckerlandschaft inmitten diluvialer und alluvialer Bildungen. Wie entstand diese Depression? Die Saane wählte die Einsenkung der Achsenlinie der Klippendecke bei Gruyères zum Austritt aus jener Decke. Im Vorgelände stieß sie auf die durchgehende Flyschkette Berra—Niremunt mit den mesozoischen Schuppen. Dieses sehr heterogene Gebilde mit ständigem Wechsel von harten und weichen Gesteinen unter Vorwiegen der letzteren, hat eine rasche Erosion und ein breites Durchbruchstal der Saane durch diese Kette ermöglicht. Die heutigen Formen lassen zwei Hauptrichtungen früherer Saaneläufe erkennen: 1. den Lauf entlang dem jetzigen Bett durch das Schotterplateau von Broc bis zum Durchbruch durch die Nagelfluh bei Avry devant Pont. 2. links oder rechts um die Gruyèreshügel herum gegen Tour de Trême-Bulle. Die Nebenflüsse der Saane wechselten auch verschiedentlich ihren Lauf. Die Trême, jetzt rückläufig, floß sicher Richtung Riaz und der jetzigen Sionge entlang in die Saane. Die Albeuve mag einst nordwärts geflossen sein gegen Bulle. E la Tour de Trême zeigt sich ein Trockental, fast ohne Wasserscheide gegenüber der Trême, entlang dem Sträßchen gegen Morlon. Dies diente in der Eiszeit als Schmelzwasserrinne, denn ich fand Schotter 1 m über dem heutigen Talboden. Dies ist ein Zahlenbeispiel für die Erosions-

tätigkeit seit der Eiszeit. Früher diene es vielleicht als Abfluß für irgend einen Bach vom Hügel la Schia herab. Es ist aber auch ein tektonisch praeformiertes Tal in den weichen Flyschmergeln. SE davon mag sich auch eine solche Rinne gefunden haben, denn von P 737 an der Hauptstraße Broc-Bulle zieht sich ein Taltorso, z. T. versumpft, gegen die Schotterebene von Chésaux d'Avaux hinunter.

Die erosive Tätigkeit der Saane wie der zahlreichen Seitenbäche in dieser Gegend genügt vollauf zur Erklärung der heutigen Depression. Die Austrittsstelle größerer Flüsse aus den Alpen durch die Flyschrandketten sind auch anderswo durch breite Talböden ausgezeichnet. (Aaretal zwischen Thun und Bern.)

2. Morphologie des Montsalvensgebietes.

Die Montsalvenskette zeigt sich von den Abhängen ob Pâquier betrachtet in ganz regelmäßigem Bau. Die Gipfel bilden von S nach N eine ansteigende Linie, darunter folgt eine zweite weniger deutliche, die Linie der Überschiebung, dort wo die Schutthalden und steilen Abstürze in sanftere Böschung übergehen. Diese beiden Linien bilden zwei divergente Strahlen, innerhalb welcher die noch nicht erodierten Falten ihren Platz haben.

Plastisch genommen ist das Massiv eine dreiseitige Pyramide, deren steilste Fläche gegen die Saane neigt, deren flachste gegen die Jogne-Javrozrinne und deren schmale Seite gegen den Flysch gekehrt ist. Die höchste Spitze liegt der ansteigenden Unterlage wegen ganz asymmetrisch im N.

Diese Pyramidenform ist durch die Lage des Massivs zu den Erosionsbasen gegeben. Die Saane als tiefste und stärkste erodierende Kraft hat die steile Böschung erzeugt auf der W-Seite mit den ununterbrochenen Bergstürzen und Rutschungen, wo die Abrisse immer frisch bleiben (Beispiel: Abrupt de Villarbeney), sogar in den weichsten Mergelpartien (Joux Galez). Die Glacialerosion hat auch dazu beigetragen.

Auf dem E-Abhang ist die Erosionsbasis etwas weniger tief und vor allem das Gestein weniger resistent. Daher

erfolgte eine rasche und gleichmäßige Erosion, welche die steilen Hügelzüge mit den runden Kuppen modelliert hat (Mont du Milieu).

3. Quellen und Wasserversorgung des Montsalvensgebietes.

Das Vorherrschen der Mergel im Schichtenprofil und die häufige Wechsellagerung von Mergeln und Kalken liefern sehr zahlreiche Quellhorizonte. Da außerdem eine Art Miniaturtektonik vorherrscht wegen der großen Zahl von Gewölben und Mulden auf einer relativ kleinen Strecke, so ist die Bildung starker Quellhorizonte zum Vorneherein sehr unwahrscheinlich. Einzig das Divesien kann die Quellen des Malmkalkes sammeln und in den Antiklinalen zu Tage fördern. Diese Wirkung wird verringert durch das starke E-Fallen der ganzen Decke. Am W-Abhang, der einen Schnitt durch alle Gewölbe bietet, sind die Quellen wegen des Abfließens des Wassers nach E lang nicht so reichlich und häufig wie es bei horizontaler Lagerung oder W-Fallen der Fall wäre. Dagegen zeigen sich in der Tat die gegen E sich öffnenden Gros Mont- und Covayesmulden sehr quellenreich.

1. Am Westabhang spielt die keilförmig gegen S sich verlängernde, einfallende Senonmergelzone die Rolle eines Wassersammlers. Oberhalb Botterens, wo diese Zone etwa auskeilen mag, muß das Wasser austreten. Leider versickern zahlreiche Quellen in den großen Trümmer- und Schutthalden und treten erst im Niveau der Ortschaften oder noch tiefer an der Saane als starke, ergiebige Quellen zu Tage. Ob Botterens sind verschiedene Quellen von den Einwohnern gefaßt. Eine größere Quelle wurde in ein Reservoir geleitet, um dem Dorf zur Wasserversorgung zu dienen. Da aber der Wassersammler auf den lockeren Schuttmassen aufgebaut ist, so erhielt er Risse und wirkte wie ein Sieb. Seither ist er aufgegeben und die Dorfbewohner beziehen das Wasser von der Buller-Wasserleitung, deren Wasser oberhalb Charmey (Bonfontaine) gefaßt ist. Die Verteilung der Quelfassungen im Dorf ergibt sich aus der Karte. Die ergiebigsten Quellen

lassen sich nicht fassen, oder nur sehr schwer und kommen erst an der Saane mit reichlicher Tuffbildung zu Tage. Das gilt für die ganze Gegend bis Villarvolard. Bei les Baumes ob Villarbeney entspringt eine starke Quelle aus der Senonzone, die gefaßt ist und den Weiler mit Trinkwasser versorgt. Im anschließenden Flyschgebiet sind die Verhältnisse bedeutend schwieriger. Der verwitternde Flyschmergel bildet eine lehmige, wasserundurchlässige Schicht an der Oberfläche. Er muß darum für Kulturzwecke drainiert werden. Das Wasser, das er liefert, ist meist Oberflächenwasser mit Humus-säure und Bakterien. Nur unter den Flyschsandsteinzonen finden sich größere und tiefer liegende Quellhorizonte. Wo diese fehlen, leiten die Einwohner das Wasser oft aus den Bergbächen in die Brunnen, nicht nur für das Vieh, sondern auch für die Menschen. Die Wasserversorgung von Villarvolard ist dergestalt. Ob der Hütte Perrex 834 m, wird das Wasser eines kräftigen Baches gefaßt und ins Reservoir geleitet, das bei Praz d'amont P 767 eingebaut ist. Es steht nach Aussagen der Bewohner auf langsam abrutschender Unterlage. Bei Regenwetter trüben sich alle Brunnen des Dorfes, von denen sämtliche Einwohner ihr Wasser schöpfen. Ein hygienisch unhaltbarer Zustand. Die Flyschsandsteinzone des Hügels von Paquiers lieferte genug gutes Wasser für das Dorf, es müßte nur gefaßt werden.

Die Einwohner von Corbières haben es so gemacht und bei Pré Bally, Kurve 1010, ein gutes Trinkwasser gefaßt. Eine zweite Fassung von Quellwasser findet sich ob la Rupeyre, Kurve 800.

Auf den Flyschweiden unmittelbar unter dem Sandstein-grat finden sich mehrere starke Quellen, z. T. für Brunnen benützt. Die größeren Bäche entspringen alle unter den Sandsteinzügen. Unter der nördlichsten Malmschuppe der unteren Zone von en la Teraillonaz, Kurve 1230, findet sich eine starke ungefaßte Quelle. Sie könnte für Hauteville gute Dienste leisten. Denn dort haben wir das System von privaten Quellfassungen, die zumeist außerhalb des Kartenblattes liegen.

2. O s t a b d a c h u n g d e s M o n t s a l v e n s - u n d B e r r a - G r a t e s. Das Neocom der ersten Mulde*enthält

zahlreiche kleinere Quellen. Châtel s/Montsalvens hat gerade ob der Dorfmitte, Kurve 950, eine starke Quelle, welche die Dorfbrunnen speist. Außerdem hat es ein Reservoir auf Kurve 1000 bei le Perry, in erster Linie für die Feuerwehr. Das nötige Wasser wird in mehreren Quelfassungen aus dem aufgebrochenen Gewölbe 2 und aus der Valangienmulde 2—3 geholt. Von es Gottisses sei noch eine stärkere, gefaßte Quelle erwähnt.

Crésuz bezieht das Trinkwasser aus 3 Quellen unmittelbar N und W des Dorfes aus der Mulde 1—2. Dazu hat es einen Wassersammler für die Feuerwehr bei der Hütte Planches. Das Wasser kommt aus dem S-Schenkel der Gros Mont-Mulde; Hauptquelle bei Essertex, 1025 m. Diese Mulde enthält im Kern größere und kleinere Quellen. Die größte mit sehr frischem Wasser kommt N es Planches aus dem oberen Hauteriviën. Aus derselben Schicht kommt unter der Hütte Gros Mont ebenfalls eine gute permanente Quelle.

Eine starke Quelle findet sich ob der erwähnten Tuffgrotte gegenüber der Kapelle Cerniat in der Schlucht. Sie tritt an der Grenze von Hauterivienfleckenkalk und geschichteter Grundmoräne des alten Javrozlaufes zu Tage, dürfte Wasser aus der Klippendecke bringen. Quellen im Jogne-Tal, die von der Dent de Broc gespeist werden, sind zahlreich.

Cerniat hat sowohl zahlreiche Privatquellen aus der Moräne unmittelbar N des Dorfes, wie auch eine öffentliche Wasserversorgung mit Reservoir hinter der Auberge. Die Quelle ist stark und gut und hat nur den Nachteil, sehr tief zu liegen, so daß das Wasser keine Steigkraft hat und in Feuergefähr gefumpt werden muß. Die Quelle tritt am Rio de l'Eglise gerade ob der Straßenbrücke zu Tage. Die Herkunft vermute ich aus dem hier versinkenden Malmgewölbe 5 oder aus den überdeckenden Valangienschichten der Covayes-Mulde, ev. aus der Gros Mont-Mulde, N-Schenkel, aber weniger wahrscheinlich, da die Quelle auf der E-Seite des Rio de l'Eglise auftritt.

Les Utzets hat eine größere Quelle für seine Häuser in 1010 m aus dem Neocom des N-Schenkels der Gros Mont-Mulde.

Die Covayes-Mulde liefert auf Kurve 1200 am Rio gleichen Namens eine kühle und sehr konstante Quelle von mittlerer Ergiebigkeit. In den tieferen Teilen der Mulde ist eine starke Quelle gefaßt für die Häuser an der Straße im unteren Teil der Covayes-Mulde. Der N-Schenkel derselben liefert im Anschnitt durch den Javrex eine gute, früher gefaßte Quellen im oberen Hauterivien.

Die Quelle am Rio de la Joux derrey ist die bedeutendste des Untersuchungsgebietes. Sie entspringt unterhalb der senkrechten Malmschichten 7 auf der linken Talseite. Da der trockene Sommer 1921 ein Versiegen des Wasserfalles, den der Rio de la Joux derrey sonst bildet, zeigte und der Rio im Malm oberhalb versickerte, so ist anzunehmen, daß ein Teil des Quellwassers Resurgenzquelle ist. Die Quelle war aber stärker als der versickernde Bach, daher ist noch ein guter Teil eigentliches Quellwasser dabei. Diese Stelle ist die tiefste eines Aufschlusses von Malm 7. Daher dürfte sich hier, das an der Malm-Kreide-Grenze zirkulierende Wasser als Quelle ergießen.

Das Flyschgebiet E des Hügels au Frassillet liefert einen scharf erkennbaren Quellhorizont unter einer Sandsteinzone, die sich von la Cierne, 1045 m bis zum P. 1190, ob dem Senon hinzieht. Die zahlreichen Quellen sind gefaßt und versorgen alle tiefer liegenden Häuser mit Wasser. Bei der Quermulde au Frassillet entspringen gefaßte Quellen am S-Rand bei Saudillet und unter dem Urgon, S-Spitze. Für das ganze Flyschgebiet N bis zum Berragrat gilt das allgemein vom Flysch betonte. Im Gebiet des verrutschten Flysches lassen sich sowieso keine sicheren Quellen erkennen.

4. Rutschungen und Erdschlipfe.

Diese Erscheinungen sind häufig in den Schluchten des Javroz-Jognelaufes. Insbesondere das Anschneiden der geschichteten Grundmoräne hat Geländefließen an den Steilhängen zur Folge. Sehr schön zu beobachten ist es unterhalb Cerniat auf beiden Talgehängen des Javroz, sodann an der Jogne S-Ufer, ob Praz Paufert P 786, wo auch Bäume von der

Bewegung mitergriffen sind und dieselbe deutlich machen. Die Gehänge der Grundmoräne im jetzigen Seebecken bei der Motélon-Mündung sind solider, weil weniger schlammreich und mehr kiesig.

Dieses Geländefließen, das die guten Wiesen auf den bewohnten Talterrassen immer mehr verkleinert, kann nur eingeschränkt werden durch Verbauung der Wildbäche und Bewaldung der Steilhänge.

Da aber diese Grundmoräne so wasserhaltig ist, was das Abrutschen sehr befördert, so sollten die Abwasser der Ortschaften nicht einfach in die Wiesen geleitet werden und dort versickern können. Die Brunnenabflüsse sollten in Leitungsröhren gefaßt, auf unschädliche Weise dem Flusse zugeführt werden können.

Nicht weniger angenehm sind die Felsschlipfe in den epigenetischen Talstücken der Jogne, wie sie sich im Jahr 1921 im neuen Stausee ereignet haben an zwei Stellen, bei der Javroz-Jognemündung und etwas N der gedeckten Brücke. P. 776. Die dem Abhang fast parallel gehende Schichtlage mit 60—70° S-Fallen, bestehend aus Wechsellagerung von Hauterivienfleckenkalken und Mergeln, ist geeignet, an den Schichtköpfen Oberflächenwasser aufzunehmen. Dieses zersetzt die Mergel, lockert den Schichtzusammenhang. Die oberflächlichen Schichten zeigen Hackenwerfen, die tieferen sind in normaler Lage durch das eindringende Wasser weitgehend zersetzt. Das Stauen des Sees und wieder Nachlassen des Druckes beim Entleeren desselben genügte, um die Schichten nachbrechen zu lassen in größeren Felsschlipfen. Die abrutschenden Massen gleiten langsam in den neuen See, eine Abbruchsnische von ca. 50 m Breite als Narbe zurücklassend. Hier kann nur das Ableiten des Oberflächenwassers helfen und nachherige Wiederaufforstung der übersteilen Gehänge.

Literatur.

Für die älteren Arbeiten vor 1873 verweise ich auf das Verzeichnis in Gilliérons Monographie (Nr. 9).

1. Bernet, E.: La zone des cols entre Adelboden et Frutigen, 1908, *Eclogae* 10, pag. 213—92.
2. Buess, H.: Über die subalpine Molasse im Kt. Freiburg, 1920. Inaug.-Diss. Freiburg.
3. Engelke, A. F.: Untersuchungen über die Tektonik der Ebene von Bulle. Inaug.-Diss. Freiburg, 1907.
4. Favre, E.: Description des fossiles du terrain jurassique de la Montaigne des Voirons (Savoie). *Mém. soc. pal. Suisse*, vol. 2, 1875.
5. — Description des fossiles du terrain oxfordien des Alpes frib. *Mém. soc. pal. Suisse*, vol. 3, 1876.
6. Fehlmann: Der schweiz. Bergbau während des Weltkrieges. Bern, 1919, pag. 246.
7. Gagnebin, E.: La tectonique des Pléiades et le problème du Wildflysch. *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat. séance du 4 avril 1917. Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, t. 44, pag. 300—301.
8. — Les klippen du Gros Plané (Moléson). *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat. séance du 21 nov. 1917*, t. 45, pag. 220.
9. Gilliéron: Alpes de Fribourg en général et Montsalvens en particulier. Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. 12. livraison, 1873. Mit geol. Karte 1:50 000 (Montsalvens).
10. Girard, R. de: Tableau des terrains de la région fribourgeoise, Fribourg 1901.
11. Heim, Arnold: Zur Geologie des Mont Bifé (Montsalvens) am Freiburger Alpenrand. *Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. Zürich*, Bd. 45, 1920.
12. — Beobachtungen am Mont Bifé (Montsalvens) in den Préalpes externes. *Eclogae*, vol. 15, 1920, pag. 472.
13. — Beobachtungen in den Préalpes internes. *Eclogae*, vol. 15, 1920, pag. 473.
14. — Das helvetische Deckengebirge, in Albert Heim: *Geologie der Schweiz*, Bd. 2, erste Hälfte 1921.
15. Kilian, W.: *Palaeocretacicum (Lethaea geognostica* 2. Teil, Bd. 3, 1907—1913).
16. Lugeon, M.: Sur les préalpes internes. *Procès verbaux. Bulletin de la Soc. vaud. des sciences nat.* vol. 46, 1910.

17. Lugeon, M.: Les Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. 1918. Mat. Carte, géol. de la Suisse. Nouvelle Série, 3^{me} livr.
 18. — Sur la géologie des préAlpes internes du Simmenthal. *Eclogae*, vol. 16, 1920, pag. 97.
 19. Mauve, C. Chr.: Geologische Untersuchungen im Molésongebiet. *Eclogae*, vol. 16, 1921, pag. 374.
 20. Nußbaum, F.: Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes. Inaug.-Diss. Bern, 1906.
 21. Roessinger: La zone des cols dans la vallée de Lauenen. *Eclogae*, vol. 8, pag. 637—77.
 22. — Sarasin et Collet, zone des cols dans la région de Lenk et Adelboden. *Arch. Soc. phys. et nat.* 4^{me} période, t. 21, pag. 637.
 23. Rollier, L.: Résumé stratigraphique des terrains secondaires du Jura et des contrées environnantes. Extrait du vol. 42 des *Mém. soc. pal. Suisse*, 1917.
 24. Sarasin, Ch.: Les formations infracrétaciques de la chaîne Pleyades, Corbettes-Niremunt. *Eclogae*, vol. 7, pag. 481.
 25. Sarasin et Collet: La zone interne des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. *Arch. Soc. phys. et nat.* 4^{me} période, vol. 21.
 26. Sarasin et Schöndelmayer: Et. monogr. sur les Am. du Crétacique inf. des environs de Châtel St. Denis. *Eclogae*, vol. 7, pag. 686.
 27. Schardt, H.: Excursion de la société géol. Suisse dans les préAlpes fribourg. et vaudoises. *Eclogae*, vol. 2, 1893, pag. 528—69.
 28. — Sur l'origine des PréAlpes romandes, 1893. *Arch. Soc. phys. et nat.* 3^{me} période, t. 30, pag. 570—83.
 29. — Les régions exotiques du versant nord des Alpes Suisses. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* t. 34, 1898, pag. 114.
 30. — Programme et compte rendu de l'excursion dans les Alpes de la Gruyère et du Pays d'Enhaut vaudois, 1907. *Eclogae*, vol. 10, pag. 165.
 31. — Sur la tectonique de la colline de Montsalvens près Broc, Gruyères. *Eclogae*, vol. 15, 1920, pag. 447.
-

Geologische Profile durch die Gegend von Bulle

NNE

Maßstab 1:25000

SSE

Trême
Fabr. (Kisten)
Tour de Trême

Sautaux

Profil 1.



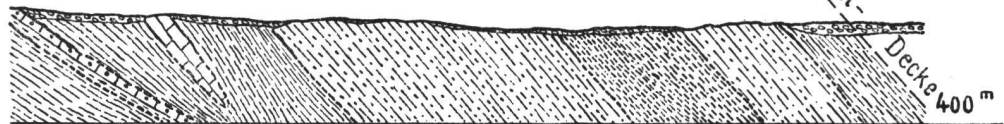
Trême
Tour de Trême

La Mottaz
P. 731.

Albeuve

* Klippen-
P. 722.

Profil 2.



La Pereyre

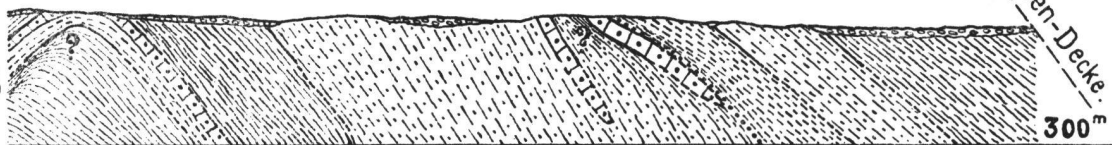
Crêt Vudy

Gottes d' Avaux

Trême

* Klippen-
Decke

Pr.3

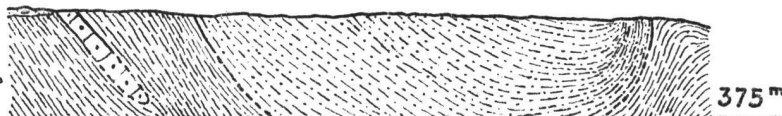


Le Coude

Bouleyres

Saane

Profil 4.



La Croix
P. 781

Prâz Couq.

Saane

Pr. 5.



Alluvium



Diluvium



Flysch



Malm



Divesien



Callovien



Bathonten



Bajocien sup.

Aalenien
[Baj: inf]

gez. v. O. Büchi

Geologische Profile im Gebiet des Montsalvens

Aufgenommen von O. Büchi 1920/21.

Maßstab 1:25000

1-10 Querprofile NNE-SSW.

Rio d'Allières P. 1204

10

Rio Frassillet

9

en la Teraillonaz

La Joux derrey

8

En Ladde

Es Corberasses P. 1063

W.

E.

Längsprofil 11

7

Javrex

Covayesmulde

Javroz

Berragrat P. 1338

La Chablex

Javrex

Covayesmulde

Cerniat

Javroz

6

Bifé P. 1561

Berragrat

Rio des Pellets

Javroz Jagne

5

Gros Mont P. 1334

4

Jagne

Legende

Bergsturz, Schwebmkegel, Gehängeschutt, Flussschwemmung	Rückzugsperiod	Quartär
Schotter, geschichtete und ungeschichtete Grundmoräne	Würmezeit	
baute Mergel	Aquitain	
kalkiger, glaukonitischer Sandstein, grobkörnig	Saampien	
Mergel	Flysch	
fein- bis grobkörniger Sandstein	Wildflysch	
sandiger Kalk u. schiefrige sandige Mergel	Lutétien	
schwarze od. hellgraue Mergel m. Kieselbänken	Andenmergel	
Schuppen von hellem Malm- und Fleckenkalk	Gemmaud	
Nammuliten - Quarzandstein mit Kalkbrücken	Seewerk (Turin)	
hellgraue, schiefrige, bröcklige Mergel	Albien	
hellgrauer, kiedriger Kalk	Urgon u. Barrois	
schwarze Mergel mit Pyritknollen	Barremien inf.	
glaukonitischer Quarzandstein, kalkig	sup.	
solitischer Kalk, Schindelformenbreiten m. Orbit Con., bläulich schiefrige Mergel und feinkörn., harte, dke. Flecken. m. Rostf.	Hauteriv.	
Kieselkalk	inf.	
Fleckenkalk mit bläulich schiefrigen Mergeln	Valang. sup.	
Kieselkalk, bläulich, Schleifermergel mit Fleckenkalk	Portland	
bläulich schiefr. Kalk, etwas kieselig	Kim. Sequan.	
Ubergangs- Pseudokonglom., bröckl. Merg., hellgr. Merg. m. Fleckenkalk	Argovien	
hellgr. Merg. m. K. Konglomerat	Divesien	
fein. Kalk u. sch. M., Zementstein, platt. Kalk, abw. dünn- u. dickbanig		
hark. K. m. w. Schichtf. u. d. Mergeln		
Fleckenkalk mit grauen, bröckligen Mergeln, silbergraue, dunkel-, schiefrige Mergel		

3

P. 1154

Châtel

2

P. 961

Jagne

Montsalvens

1

Geologische Karte der Préalpes externes zwischen Valsainte und Bulle

Aufgenommen 1920/21 von O. Büchi.

	Flussalluvium		Schotter (Jognedelta)		Flysch
	Gehängeschutt		Grundmoräne		Flyschkalk
	Bergsturz, recent		Wailmoräne		Quarzsandstein m. Nummuliten
	Bergsturz, älter, Blockschutt		Rhonomoräne		Verrutschter Flysch
	Schwemmkegel		Molassenschutt		mesoz. Schuppen im Flysch
	Torf		Molasse		mesoz. Blockanhäufungen im Flysch
	Kalktuff				

