

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

**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

**Band:** 10 (1923-1927)

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

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

**Autor:** Büchi, Otmar

**Kapitel:** A: Stratigraphie

**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:** 13.01.2026

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

## 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, feinglimmige, 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, eisen-schüssigen, braunen Kalk mit rostbrauner Verwitterungsschicht. Ich werde inskünftig zur Vermeidung von Mißverständnissen die Schiefer an der Saane als *rau h f l ä c h i g e g l i m m e r - s a n d i g e S c h i e f e r* bezeichnen. Sie sind unzweifelhaft bedeutend älter als die andern, die ich als *e b e n f l ä c h i g e s c h i e f r i g e M e r g e l* unterscheiden muß, aus denen die von Gilliéron erwähnten Oxfordfossilien stammen. In den rauhflächigen Schiefern 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 Saaneufern, 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 Luma-chelle 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 , ,

<i>Ludwigia</i> Sinon Bayle ? jung, Sowerby- und Concavumzone	2 Exempl.
<i>Ludwigia carinata</i> Buck. Murchisonaezone	2 „
<i>Ludwigia Baylii</i> Buck. Murchisonaezone	1 „
<i>Ludwigia robusta</i> Buck. (Graph.) Concavumzone	2 „
<i>Ludwigia Wilsoni</i> Buck. (Hyattia) Murchisonaezone	1 „
<i>Ludwigia compacta</i> Buck. (Platygraph.) Concavumzone	2 „
<i>Ludwigia</i> spec. ind. jung	1 „
<i>Ludwigia</i> spec. ind.	3 „
<i>Belemnopsis</i> spec. ind. länger als canaliculata Schloth.	1 „
etwa wie <i>Bel. acuarius</i> Qu. Jura: Tafel 41 fig. 14.	
<i>Pachyteuthis</i> spec. nova (Phragmocon bis in die Spitze des Rostrums)	1 „
<i>Pachyteuthis brevispinata</i> (Bel.) ?	3 „
<i>Pachyteuthis</i> spec. ind.	1 „
<i>Nucula Hausmanni</i> Roemer, Zone des Am. torulosus	15 „
Zahn von <i>Sphenodus longidens</i> 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 Opalinusschichten fand ich keinen leitenden Ammoniten, doch ist es wahrscheinlich, daß die Opalinuszone in den fossilleeren 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 Schiefern. 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.

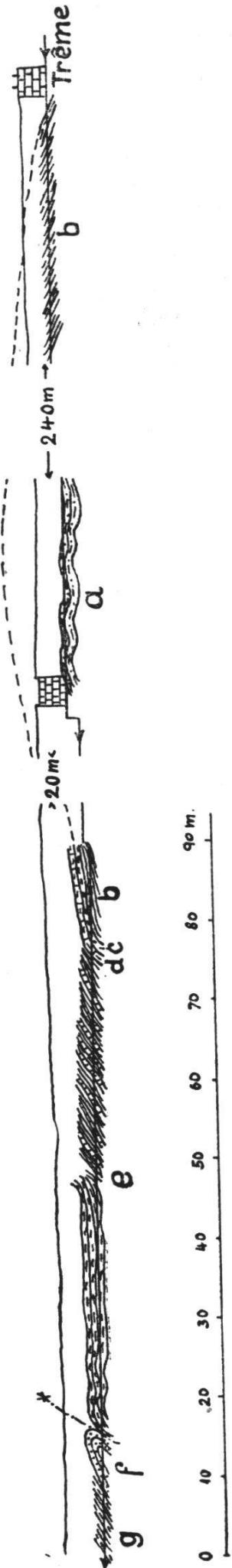
### Belemnopsis canaliculata Schlot. sp. 4 Exemplare (1 jung).

An dem N Ende des Aufschlusses fand ich eolithischen

*Tafel I.*

Eisenbahnbrücke

Straßenbrücke  
P. 756



Maßstab 1:1000.

Bajocien - Bathonienaufschluss an der Trême westlich Bullé.



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 Humphriesischichten 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. Spätniger 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 wechseltlagernd. Die Mergel sind bläulich, schiefrig, 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:

Perisphinctes tenuissimus Siem. (Bajocien) 1 Exempl.  
Phylloceras heterophylloides Opp. (Neu-

mayr) (Baj.)	1	"
Belemnopsis Bessina d'Orb. sp.	3	"
Belemnopsis sp. ind.	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 schiefrigen Mergeln mit *Zoophycos*, dann eine 8 dm mächtige Bank gleicher Art mit *Belemniten*, mit scharfer welliger Oberfläche, an deren Basis oolithische Mergel mit Glaukonit.  
e) 10 m. Mikroflaserschichten nach Arn. Heim, mit bläulichen Mergeln, gut gebankt, mit *Belemniten*. Die Mergel überwiegen im mittleren Teil. Dann folgt, durch eine Schubfläche getrennt, mit einer Umbiegung der untersten Bank, die wohl als Aufschiebung zu betrachten ist:  
f) 1—2 m. Dunkler, harter, späterer 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 wechseltlagernden 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 Pereyreaufschluß 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 **Pereyreschichten** und stellt sie wegen zahlreicher typischer Fossilien 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 Bajocienalter 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.	Parkinsonischichten	1	Exempl.
Perisphinctes (Proplanulites?) sp.	Ober Dogger	1	„
„	Pseudomartinsi (?) Siem. (gekauft)	1	„
Perisphinctes Pseudomartinsi (?) Siem.	...	2	„

Perisphinctes spec. ind.	1	Exempl.
Nautilus dispansus Mor. a. Lyc.	2	„
Phylloceras Demidoffi Rousseau = Am. tetricus d'Orb. = disputabile Zittel = Puschi		
Neumayr	1	„
Rhynchonella spec. ind. aus der Gruppe der Rh. Oppeli	1	„
Rhynchonella Tremensis Mayer	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 fossilreichsten Aufschluß der Trême, oberes Bajocien und Bathonien 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  $40^{\circ}$  axialem SW Gefälle, welches die Basis der Oxfordschiefer darstellen soll. Nachdem die Schiefermassen des Bouleyreswaldes als Aalenien festgestellt sind, fällt die letztere Behauptung von selbst. Auch die Gewölbenatur des Aufschlusses ist sehr anzuzweifeln. Es handelt sich um 2 um  $70^{\circ}$  gegen einander verdrehte Schichtkomplexe, die an der Stelle des Zusammenstoßens in den 3 innersten Kalkbänken Umbiegung aufweisen. Das braucht noch längst nicht eine Gewölbeumbiegung für beide Schenkel zu beweisen, zumal Arn. Heim selbst konstatiert, daß diese einander nicht entsprechen. 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 Aufschiebung einige Kalkbänke umgebogen wurden. Die beiden Schuppen 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, **Aale-nien**.
2. Feinkörnige quarzsandige Kalkbank, grau und hart, wechsellarnd 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 wechsellarnd, 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 späten 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 Callovien zu bestimmen.

Die beiden Schuppen dagegen gehören nach Fossilgehalt und lithologischer Beschaffenheit zum oberen Bathonien. 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, feinglimmigen Mergel aufgeschlossen, die sich ohne weiteres von den knorriigen Aalenienschiefern 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 Aalenienenschicht. Folglich hat sich die Trême in den weichen Divesienschichten 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: Thecocystus 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 wechsellarnd.
- d) x m hellbrauner, dichter, etwas späthiger 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 Pereye 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 breccios. 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  $H_2 SO_4$  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 Pyrit-verwitterung 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 Acanthicusschichten 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 oberen 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 Montbarry haben Schardt (mündliche Mitteilung) und Mauve (Lit. 19) obere Kreide in Form des hellen kreidigen Kalkes, Seewerkalk, eingekquetscht zwischen Flysch und Trias der Klippen gefunden.

### Flysch.

Die Flyschaufschlüsse 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 Flyschaufschlüsse in Bouleyres. Die

beiden Seitenbächen des Baches von Les Oyes 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 Rinnalen.

#### Diluvium.

Es ist von Nussbaum (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 Saane-gletschers 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 Schwemmaterial 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 Staumee 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 (Jognedeltaschotter liegt im Niveau von 730—710), 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 Doggervorkommen dieser Decke. In der Sattelzone dagegen und bis ins Wurzelgebiet kommen sie häufiger vor. Ich be-

rücksichtige hier die stratigr. Angaben von **Bernet** (Lit. 1), **Roessinger** (Lit. 21), **Sarasin** und **Collet** (Lit. 25), **Arn. Heim** (Lit. 13 und 14), die in der Sattelzone gearbeitet haben und von **Lugeron** (Lit. 16, 17 und 18), der die Verbindung Wurzelzone — Sattelzone untersucht hat.

**Aalenien.** **Bernet** hat: „schistes noires micacés“ gefunden, die er in den Lias stellt, ich glaube darin die Aalenienschiefer der Saane zu erkennen. **Roessinger** 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. **Sarasin** und **Collet** erwähnen: schistes noires 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 Pomerigrat stellt **Arn. Heim** 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 Schiltorn haben wir auch Eisensandstein und knorrige Schiefer nach Trösch und Arbenz.

Das obere Bajocien 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.

**Sarasin** und **Collet** fanden „calcaires gris foncé jaunâtre par oxydation qui ont une structure gréseuse“ mit einem starken Glimmergehalt mit *Zoophycos*, *Belemniten* und *Stephanoceras Humphriesianum*. **Bernet** erwähnt allgemein als Dogger: sandige Kalke, glimmerführend, wobei jedenfalls auch Bajocien vertreten ist. **Lugeron** 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 Aalenien-schiefern 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 schwollt das Bajocien wohl auf 100 m an, seinen glimmersandigen Charakter mit Zoophycos großenteils beibehaltend.

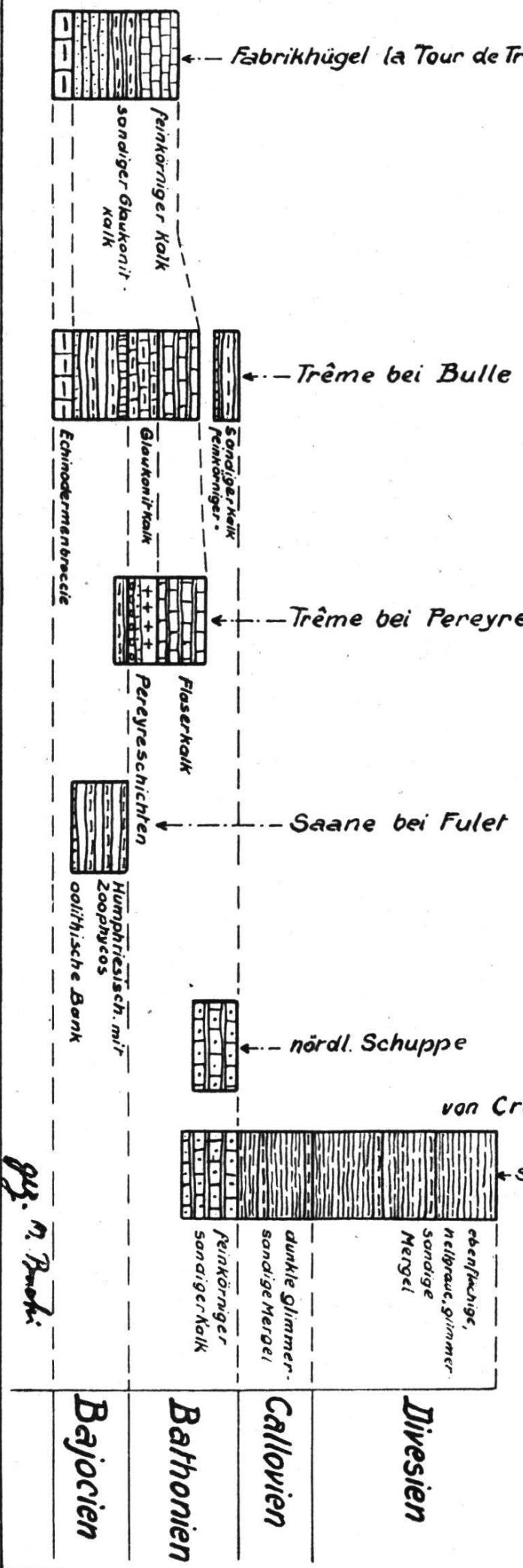
Für das Bathonien wird es schwierig, sich ein Bild der gegenseitigen Lage im Sedimentbecken zu machen. Schon allein in der Niederung von Bulle finden wir reichen faciellen Wechsel, worüber folgendes Vergleichsprofil orientieren soll. (Siehe umstehende Seite.)

In der Sattelzone ist das Bathonien auch vertreten, Sarasin und Collot 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. Aalenien).

Maßstab 1:2000



Callovien. Arn. Heim bezeichnet es noch als unsicher, ob Callovien im ultrahelvetischen Faciesgebiet vorhanden sei. Das Vorkommnis 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-Vorkommnis 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 Cancellophycosschichten 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 ersten 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 (Sowerbieras) tortisuleatum mit Posidonia mya 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 über-schobenen Malm. Ich fand dort:

*Peltoceras torosum Opp.*

*Peltoceras cf. interscissum 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

Belemnopsis cfr. *latesulcata* d'Orb. sp. { Prof. Schardt } 2 "

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. grumeux 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 Dünnenschliff zeigen die Knollen keine andere Struktur als der übrige Kalk. Dagegen sind reichlich Schalenquerschnitte und Kalkoolithe, welch 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:

Duvalia Montsalvensis Gill. spec. . . . .	24	Exempl.
Belemnopsis Girardoti de Lor. spec. . . . .	3	„
Belemnopsis cfr. latesulcata d'Orb. . . . .	3	„
Belemnopsis Argoviana Mayer spec. . . . .	1	„
Phylloceras (Sowerbieras) protortisulcatum		
Pomp. . . . .	12	„
Lissoceras Erato d'Orb. . . . .	1	„
Lytoceras spec. nov. cfr. Orbignyi de Lor. .	1	„
Lytoceras cfr. polyanchomenon Gemellaro .	1	„
Phylloceras Manfredi Opp. spec. . . . .	1	„
Perisphinctes Helena de Riaz. = Orbignyi de Lor. = Marcou de Lor. . . . .	1	„
Perisphinctes Mindove 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 (Sowerbieras) 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 Orbignyi 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) protortisuleatum  
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 herstammen. 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  $H_2S$  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 Gil-liéron bekannt, außer dem in der Schlucht und jenem bei Pessot, welch 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 Lytoceraten) beweist pelagische Ablagerung. Der stete Wechsel von homogenen sterilen Kalkbänken mit den fossilreichen 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 calc. schisteux	Ob. Sequan Z. des Peltoceras bimammatum	Kimeridge Sequan
10—12 m	calc. concrétioné	Ob. Argovien	Z. d. Am transversar.
50 m	calc. à ciment	Unt. Argovien	
80 m	schistes à nodules (p. p.)	Oxford	Divésien supérieur inférieur

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 oceanii* gehörig. Das sind ziemlich auseinander liegende Zonen.

Es standen mir zahlreiche Steinbruchfossilien zur Verfügung aus dem Steinbruch N der Jignebrücke bei Broc. Es wurden Malschichten 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</i> Lothari Opp. Ob. Sequan	1	"
<i>Lytoceras sulcatum</i> d'Orb.	3	"
<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 Malm durchbrüchen 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. <i>Aulacostephanus Phoreus</i>			
Fontannes	1	Exempl.	
Perisphinctes transitorius Opp.?	3	"	Portland
Hoplites Malbosi Pictet, der sonst im Berri-			
asien 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 sparsilamellosum* 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 carachtheis* 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 Jigne 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 Kieselnschüre im Sequan bis Kimeridge, am Rio de Lidderey auch im Argovien, dürften vielleicht von organischem Ausgangsmaterial herstammen, 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.

**Dünnenschliff:** 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 Tonhäuten, das Ganze durchzogen von Calcitadern. Arn. Heim betrachtet es als Konglomerat, „Geröllbank“. Es ergibt sich aber die merkwürdige Erscheinung, daß im *Dünnenschliff* 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 Auflösungsvorgang zu tun. Die bereits verfestigten Malmschichten wurden durch den Einfluß von kohlensäurehaltigem Wasser zerstört und bildeten in loco eine Breccie. Die Auflösungsrückstände bilden jetzt die Tonhäute 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, zahlreich 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-Malmsedimente 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 größeren 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. Barremien
néocomien bleu	{ Drusbergschichten, unt. Barr. Kieselkalk, Hauterivien bläuliche Schiefermergel Diphyoideskalk, Valangienkalk	Unt. Barremien Ober. Hauterivien Unteres „ Ob. Valangienkalk
couches à Bel. latus	Valangienmergel	Ob. Valangienmergel
calcaire à Ostreae	Oehrlikalk	{ Unt. Valangienkalk
couches de Berrias	{ Oehrlimergel Zementsteinschichten	{ Unt. Valangienmergel Zementsteinschichten

### a) *Valangien inférieur (Berriasien).*

(Couches à Ptéropodes Fischer-Ooster.)

Einen idealen Aufschluß über die mergeligen, reichem faciellem Wechsel unterworfenen Valangienschichten 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 Fleckenkalken wechsellarnd, wie b), in der Mitte eine 3 dm mächtige oolithische Bank.
- d) 8 dm späterer 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 Gesamtmaächtigkeit 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, Seigelstacheln, Fragmente von Ammoniten, von Mollusken und Molluscoidea u. s. f. An bestimmbarer Material fand ich in den Mergeln:

Hoplites (Berriasella) Callisto d'Orb.

Hoplites (Berriasella) Privasensis Pictet 2 Ex

In den oolithischen Kalken 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 Dünnenschliff untersucht. 1. Oolithischer Kalk (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. Spätiger feinkörniger harter Kalk, d) des stratigr. Profils vom Abrupt. Dichte Oolithe, oft mit kristallinem Kern, pyritisierte Fossilquerschnitte und Pyritkörner in kristalliner Calcitgrundmasse.

Die Sedimentation unterlag in dieser Periode raschem Wechsel. In den Berriasmergeln treten mehrmals die oolithischen Kalke auf, ebenso wechseln die weichen Fleckenkalkbänke mit den späten, 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 Rinnal 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 (Berriasiens).
- 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 Längszerreibung 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 wechselseitig lagernd;
- 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 Berriasiens erschöpft. Sie verteilen sich auf fast alle Mulden von der Jogne bis zum Bifé, erreichen ihre größte Mächtigkeit in der breiten Gros 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 Hauterive-mergeln 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 ebendorf: *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 unbestimmten Aptychen. Es finden sich viele Aptychen in diesen Mergeln, so fand ich 6 Exemplare: *Aptychus Seranonis* Coq. in der Schlucht und 8 unbestimmte 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*.

Dünnenschliff. Das mikroskopische Bild des Valangienkalkes ist sehr lehrreich. Ich ließ 2 Schlitze 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

Caleitkörner, wenig Quarz, etwas Pyrit, einzelne Foraminiferen, Glaukonit nur vereinzelt. **Mächtigkeit.** Das gesamte Valangien incl. Berriasiens 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, unbestimbar.

*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 Cœq. 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 *Belllemnopsis pistilliformis* Bleinv. spec. (= *jaculum* Phil.) und *Lissoceras Grasianum* d'Orb.

Am N-Ufer des Javroz, des jetzigen Stautees 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 Calcitkörper, 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 Mächtigkeit, im unteren Hauterivien ist 50 m am Abrupt, in der Covayes-Mulde dagegen schwilzt 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 genauerster Aufnahme nur 30 m. In der Covayesmulde schwilkt sie auf wenigstens 50 m Mächtigkeit an. — Die 0,2 m grünlich-schwarzen Schiefer über dem Hauterivien deutet Arn. Heim ohne Fossilbestimmungen als Alt-mannsschichten. 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 röstige 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 (anstehend 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 Schalentrümmer, 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 Dünnenschliff 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 Schalentrümmer 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 bathyaler Facies entwickelt mit vielen Cephalopoden, vor allem Iostracen Ammoniden und Belemniten. Die Sedimentation unterlag ständigen Schwankungen in der Kalkauscheidung, 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 Echinodermenkalke, gegen S in Mergelschiefer übergehend	oolithische Kalke u. spätere 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 vorgeschoene Plainemortefalte von der Klippendecke abgerissen und nach N verfrachtet wurde.

Es bedarf aber gerade in der Sattelzone noch genauer stratigraphischer Studien, um zu einem sicherer 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 Dünnenschliff 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. Baumberger 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 m<sup>3</sup> Gestein der erzführenden Bank nur 4—5 dm<sup>3</sup> Erz, das heißt ca. 0,04 bis 0,05 Vol. %. Die Analyse des Erzes ergab:

S . . . .	= 47,47 %
Fe . . . .	= 42,85 „
SiO <sub>2</sub> . . . .	= 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 placnea Lam, Abdruck des inneren 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, schiefriger 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 Mächtigkeit von ca. 30 m. Vielleicht spielt Häufung im Synkinalkern 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 Ammonitmergel.

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 Dünnenschliff 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 Sedimentbecken die Seewerkalke ins Turon stellen, ev. wäre das Rotomagien auch dabei vertreten. Da die Fossilien der dunklen 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, knorriegen 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 vermischt, 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. **S a n d s t e i n e**, 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. **D ü n n s c h l i f f**: 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, kristallinem Gestein geliefert worden sein.

Die grobkörnigen Sandsteine gehen oft in Breccien über.

2. Die **M e r g e l** sind größtenteils hellgrau, schiefrig, ebenflächig und glimmersandig.

3. Eine andere Facies stellen die blaugrauen, sandigen **M e r g e l k a l k e** dar mit brecciösen Partien und mit kalkig-sandigen Schiefern. Der **D ü n n s c h l i f f** zeigt einen kristallinen Kalk mit wenig feinem Quarzsand und vielen Schalenquerschnitten. Er ist großenteils 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 Teraillonaz.

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 Lutétien 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 diente. 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 kompakte 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 molasseähnlichen 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 Pâquier 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 Aergerentales 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 meszoischen 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, Jogne und Javroz 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 Paufert, 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 Stautees 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 Staudamms 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 Schotters und der Sande, sowie das Verknüpfen mit der oberflächlichen Moränenbedeckung beweist wenigstens für die obersten 50 m Würmaltäler 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 Rhonegletscher geschieben. Da in der Würmeiszeit unmöglich Rhonegletscher geschiebe 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 deutet 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 Moränenschuttet 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 fruchtbare 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 Papausaz* 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 *Saane-gletscher* 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 Schwemmaterial, welches zum großen Teil durch die Bergsturzmassen 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 grob-blockigem 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 gröbste 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 brecciosen, gefärbten Bänken von 600—1000 m<sup>3</sup> 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 Bergsturz 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 m<sup>3</sup> 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 Malm schichten brachen nach. Die wasser durchtränkten Senon- und Wildflyschmergel glitten unter der Last der Trümmer 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 an gehäuften 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 1a Schiaz, der aus etwa 150 m mächtigem grobem Sandstein gebildet wird, liegt eine Ansammlung von viele m<sup>3</sup> 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.