2. Geologische Beschreibung der Gegend von Saignelégier und les Pommerats mit einem Anhang zur allgemeinen Juratektonik.

Von Herrn Friedrich Schuh aus Nürnberg.

Hierzu Tafel IV und V und 10 Figuren.

Vorwort.

Das Gebiet, das ich im Herbst 1911 und im Frühjahr 1912 beging, um dessen Tektonik aufzuklären, liegt im nördl. Schweizer Kettenjura. Es wird im N und W vom Doubs umflossen, während im S Saignelégier, im O Bémont und Clairbief Grenzorte meines Aufnahmegebietes sind. Als Unterlage benutzte ich das Blatt 100 und 101 der topographischen Karte der Schweiz im Maßstab 1 : 25 000, und zwar wurde Blatt 100 ganz, Blatt 101 nur bis Saignelégier im S kartiert. An geologischen Karten existierte nur eine Übersichtskarte im Maßstab 1 : 100 000 von Rollier.

Als bequeme Zugangsroute kommt nur die Bahn von Basel nach Delémont und Glovelier nach Saignelégier in Betracht. Die Höhenunterschiede sind in dieser Gegend bedeutend größer als in den im S und O angrenzenden Gebieten. Die höchste Erhebung beträgt 1073 m, während der tiefste Punkt im Doubstal auf einer Höhe von 486 m liegt. Daraus ergibt sich ein Höhenunterschied von ungefähr 500 m.

Für vielseitige Unterstützung möchte ich besonders meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Deecke, meinen wärmsten Dank aussprechen.

Stratigraphie.

In der stratigraphischen Schilderung will ich mich kurz fassen und verweise daher zum Detailstudium auf die stratigraphischen Spezialwerke.

Am Aufbau meines Gebietes beteiligen sich im wesentlichen nur Malm und Dogger, und zwar schließt die aufgeschlossene Schichtenserie mit den unteren Bänken des mittleren Dogger ab, während die höchsten Malmlagen aus oberem Kimmeridge bestehen.

Dogger.

II. Oberer Dogger 50 m.
I. Mittlerer Dogger 100—120 m.

Der Dogger hat in meinem Untersuchungsgebiet eine weit geringere Verbreitung als der Malm. Er findet sich aufgeschlossen in der Combe von Goumois, in dem Gebiet Beaugourd dessous — sur le Rang — Vautenaivre, ferner in dem von Malnuit — Champ — Patalour — Pâturage du Patalour — sous la Roche. Die beiden letztgenannten Gebiete gehören zu einem gemeinsamen Gewölbe, das im O über le Cerneux nach Soubey zieht.

Mittlerer Dogger.

Der mittl. Dogger oder Bathonien besteht aus kompakten, weißen und feinoolithischen Kalken. In verschiedenen Horizonten kommen dünne Mergellagen vor.

Man pflegt den mittl. Dogger einzuteilen in:

III. ob. Hauptrogenstein.
II. Homomyenmergel.
I. unt. Hauptrogenstein.

Die Fossilführung ist im allgemeinen spärlich, und häufig sind ganze Gesteinslagen vollkommen steril.

Der unt. Hauptrogenstein, auch Oolithe subcompacte (Thurmann), besteht aus Kalkoolithen und kompakten Kalken mit Korallenbänken und Mergellagen. Aus letzteren konnte ich 150 Schritte vor der Einmündung des Tälchens von Vautenaivre in das Doubstal *Rhynchonella quadriplicata* Qu., *Terebratula maxillata* Sow., kleine Rhynchonellen und kleine ungefaltete Terebrateln sammeln. Die darüberliegenden Homomyenmergel oder Marnes à *Ostrea acuminata* (Th.) sind nirgends aufgeschlossen oder nicht vorhanden. Der ob. Hauptrogenstein oder Grande Oolithe (Th.) besteht vorwiegend aus kompakten weißen sterilen Kalken. Im einzelnen verweise ich auf M. Mühlberg[1]).

Oberer Dogger.

Der ob. Dogger oder Callovien wird zerlegt in:

II. Dalle nacrée = Athletaschichten.
I. Calcaire roux sableux (Th.) = Variansschichten.

Calcaire roux sableux ist im W von Beaugourd dessous deutlich nachweisbar. Doch auch an dieser Stelle ist es un-

[1]) M. Mühlberg: Vorläufige Mitteilung über die Stratigraphie des braunen Jura im nordschweizerischen Juragebirge.

möglich, die Mächtigkeit festzustellen, die jedenfalls ziemlich gering zu sein scheint. Die darüber liegende Dalle nacrée ist immer gut aufgeschlossen und wegen ihres eigenartigen Charakters als stark eisenreiche oolithische Crinoidenbreccie nicht zu verkennen. Sowohl in vertikaler wie horizontaler Erstreckung zeichnen sich diese Schichten durch große Konstanz aus. Die Grenze nach oben wie nach unten ist immer leicht nachweisbar.

Malm.

Wichtiger als der Dogger ist der obere Jura mit einer Gesamtmächtigkeit von 400—500 m. Von seinen 5 Abteilungen:

V. Portland,
IV. Kimmeridge,
III. Sequan,
II. Rauracien,
I. Oxford.

ist die oberste hier nicht entwickelt.

Oxford.

Das Oxford hat in meinem Untersuchungsgebiet eine außerordentliche Verbreitung. Überall, wo es zutage tritt, finden wir es von Wiesen überdeckt, weil sich Wald nur bei Rauracienbeschüttung halten kann. Da es die mächtigste und zugleich reinste Tonschicht im ob. Jura darstellt, entspringen auf ihm alle größeren Quellen, und auf ebenen Flächen entstehen kleine Seen, Sümpfe, Moore und Torfe, z. B. im O von Saignelégier und zwischen les Pommerats und la Bosse. An steileren Gehängen befinden sich die Wiesen in ständiger Bewegung. Sowohl gegen das Rauracien wie gegen die Dalle nacrée ist es aus diesen Gründen nicht schwer, eine sichere Grenze festzustellen. Auf der Grenze von Oxford und Dalle nacrée kommt es außerdem in der Regel zur Ausbildung von Erdtrichtern. Dieselbe Erscheinung konnte ich auch auf dem Plateau im W von les Pommerats, auf der Grenze zwischen Natica-Mergeln und der Mumienbank beobachten. Die Mächtigkeit des Oxford unterliegt großen Schwankungen; teils finden wir ein übergroßes Anschwellen, teils eine weitgehende Verminderung der Mächtigkeit, zuweilen sogar vollkommene Ausquetschuug. Bei normaler Lagerung wird man etwa 80 m annehmen dürfen. In guten Aufschlüssen läßt sich eine Zweigliederung erkennen. Die obere Partie, das sog. Terrain à chailles besteht aus einer mächtigen hellgrauen Mergellage, der schichtenweise kopfgroße kieselhaltige Kalkknauern eingeschaltet sind. Nach der Fossil-

führung[1]) können wir darin wieder unterscheiden zwischen einem oberen Teil, der durch das massenhafte Auftreten von Pholadomyen gekennzeichnet ist, den sog. Pholadomyenschichten, und einem unteren, in dem zwar Pholadomyen nicht fehlen, aber gegenüber dem oberen stark zurücktreten. Er wird nach dem dort in großer Individuenzahl auftretenden Fossil *Rhynchonella-Thurmanni*-Schichten genannt. Die bezeichnendsten Fossilien des Terrain à chailles sind folgende:

Aspidoceras perarmatum Sow.
Cardioceras cordatum Sow.
Perisphinctes plicatilis d'Orb.
Belemnites hastatus Blain.
„ „ *excentricus* Blain.
Millericrinus echinatus Schloth.
Collyrites bicordata Des.
Pholadomya lineata Roem.
„ „ *paucicostata* Roem.
„ „ *canaliculata* Roem.
„ „ *exaltata* Ag.
Homomya gracilis Ag.
Pleuromya varians Lor.
Pecten Laurae Et.
Ostrea Bruntrutana Th.
Rhynchonella Thurmanni Voltz.
Terebratula Gallienei d'Orb.

Die Ammoniten finden sich vor allem in den Thurmannischichten.

In meinem Gebiet bietet sich nur im N von Prés dessous Gelegenheit, die Fauna dieser Periode genauer zu studieren. Auf das Terrain à chailles folgt nach unten eine reine Tonschicht von schwarzgrauer, oft ins Bläuliche spielender Farbe. Diese Lage, die sog. Renggeri-Schichten, charakterisiert sich gut durch die in ihr enthaltenen, in Pyrit und Brauneisenstein umgewandelten Fossilien. Die bezeichnendsten Formen sind:

Creniceras Renggeri Opp.
Aspidoceras perarmatum Sow.
Cardioceras cordatum Sow.
Perisphinctes mirandus de Lor.
Balanocrinus pentagonalis Gf.
Ostrea Richei de Lor.
Belemnites hastatus Blain.

---

[1]) Loriol: Etude sur les mollusques de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura bernois avec une note stratigraphique par M. le prof. Koby. Mém. soc. pal. Suisse vol. XXIII 1896, vol. XXIV 1897, premier suppl. vol. XXVIII 1901.

Im übrigen verweise ich auf die Arbeit von P. de Loriol[1]) An orographischer Bedeutung stehen die Renggeri-Tone gegenüber dem Terrain à chailles weit zurück. Wir finden sie daher äußerst selten gut aufgeschlossen. Ihre Mächtigkeit beträgt höchstens 20 m.

In großer Ausdehnung, so daß es wesentlich zur Gestaltung des Landschaftsbildes beiträgt, findet sich Oxford um die losgelöste Rauracienscholle nördl. von chez le Forestier und in der Combe von Goumois. Ein guter Aufschluß zum Studium des Terrain à chailles liegt im NO von Prés dessous, ein solcher in den Renggeri-Tonen ist westnordwestl. von Bémont in einem Bachbett.

Rauracien.

Das Rauracien bedingt in dem von mir untersuchten Gebiet mehr als alle anderen Weiß-Juraschichten den landschaftlichen Charakter der Gegend. Wir sehen häufig gigantische Felsen die Nachbarschaft überragen oder flachgeneigte Lagen durch jähen Abbruch auf weite Erstreckung hin reizvolle Felsbarren bilden. Am Fuß der Felsen breiten sich in der Regel steile, von Dorngestrüpp bedeckte Schutthalden aus. Da es für den Ackerbau zu trocken und steinig ist, trägt es meistens dichten Wald. Treten flachgeneigte oder horizontale Rauracienschichten zutage, so zeigen sie deutliche Karrenbildung, z. B. in der Gegend von Saignelégier. Da diese letztgenannte Gegend schon einen Übergang zur argovischen Facies erkennen läßt, wechseln gleichaltrige Schichten schon auf kurze Erstreckung erheblich in ihrem Habitus. Immerhin kann man die übliche Dreiteilung des Rauracien noch durchführen. Demnach unterscheiden wir

1. ein unteres, gekennzeichnet durch Rasenkorallen, besonders *Thamnastraea*, Spongien und Seeigel *(Cidaris florigemma* Ph., *Hemicidaris crenicularis* und *Glypticus hieroglyphicus)*,
2. ein mittleres, vorwiegend aus Oolithen bestehend,
3. ein oberes, das wiederum reich an Korallen ist und außerdem eine Unmenge von Nerineen und Diceraten enthält.

Das Rauracien im sö. Teil meines Aufnahmegebietes läßt sich gut in einem zwischen Saignelégier und Bémont befindlichen Steinbruch studieren. Das unt. Rauracien besteht dort

[1]) P. de Loriol: Etudes sur les Molusques et Brachiopodes de l'Oxfordien (zone à Ammonites Renggeri) du Jura bernois, suivies d'une note stratigraphique par E. Koby. Mém. soc. pal. Suisse, vol. XXV 1898, vol. XXVI 1899.

wie überall aus wohlgeschichtetem dunkelgrauem Mergelkalk von etwa 10 m Mächtigkeit. Alle darin vorkommenden Versteinerungen sind mehr oder weniger verkieselt. Darüber legen sich weniger gut geschichtete hellere Lagen. Oolithe spielen eine ganz untergeordnete Rolle und kommen nur in der oberen Partie vor. Die ganze Mächtigkeit beträgt 80—100 m. Genau in derselben Ausbildung finden wir das gesamte Rauracien im SO von Saignelégier durch einen im Jahre 1911 ausgeführten Straßenbau aufgeschlossen. Eine ganz abweichende Facies können wir an der Straße von Goumois nach Vautenaivre beobachten, wo oolithische Kalke einen sehr mächtigen Gesteinskomplex ausmachen, in dem das mittlere und ein Teil des oberen Rauracien als groboolithische, leichtzerbröckelnde weiße Kalke erscheint. Alle Versteinerungen, vor allem Nerineen, zeigen starke Abrollung oder Inkrustirung. Gleich anderen Autoren hat M. Mühlberg[1]) darauf hingewiesen, daß bewegtes Wasser die Vorbedingung aller Oolithbildung sei. So erregtes Wasser jedoch, wie es die starke Abrollung der Fossilien erfordert, findet sich nur in ganz geringer Tiefe. Wie uns die im ganzen Rauracien auftretenden Korallen zeigen, handelt es sich in diesem Falle um bis nahe an die Oberfläche heraufragende Riffe. Daraus ergibt sich, daß die Oolithbildung hier nur eine örtlich eng begrenzte Facies darstellen kann und stratigraphisch gänzlich bedeutungslos ist. Finden wir einen Oolithhorizont auf weite örtliche Erstrekung, so können wir sicher sein, daß diese Ablagerung in ihren einzelnen Teilen ein verschiedenes Alter hat. Übrigens wird mit dem Wort „Oolith“ in der Literatur Unfug getrieben. Wenn Mühlberg drei Arten von Oolithen unterscheidet: I. solche mit radialer und konzentrischer Struktur, II. solche nur mit konzentrischer Struktur, III. solche, welche weder radiale noch konzentrische Struktur zeigen, so leuchtet es von vornherein ein, daß die III. Gruppe mit den beiden anderen nicht das geringste gemein hat, sondern daß es sich hier vielmehr um ein feineres Konglomerat handelt. Man sollte aufhören, solche heterogenen Bildungen mit dem gleichen Namen zu belegen, vielmehr diesen auf die beiden ersten Gruppen beschränken.

Im S meines Aufnahmegebietes auf dem Weg, der von Muriaux nach der Hauptstraße Saignelégier-Goumois hinabführt, und diese im O von Belfond dessous trifft, habe ich folgendes Rauracienprofil aufgenommen:

---

[1]) M. Mühlberg: Vorläufige Mitteilung über die Stratigraphie des braunen Jura im nordschweizerischen Juragebirge, Anhang: Über Oolithe.

O. Ra.	Wir finden hier unter den Naticaschichten zunächst eine kompakte, sehr schwach oolithische Bank mit starken roten Tupfen, ...	ca. 2 m
	dann kompakte, hellgraue, dünngebankte, eintönige Kalke, ...	ca. 17 m
M. Ra.	darunter weiße, teilweise krümelige, groboolithische Kalke mit vielen abgerollten Versteinerungen, auch Korrallen (meist aber nur Einzelkorrallen) führend, ...	ca. 17 m
U. Ra.	darunter sehr kalkspatreiche, graugelbe, korallenreiche, wenig feste Kalke, die nach unten zu noch mergeliger werden.	ca. 25 m
	Das ganze Rauracien hat hier eine Mächtigkeit von	ca. 60 m

Bemerkenswert ist, daß sich diese Facies des Rauracien mit der weißen, groboolithischen mittleren Abteilung sehr scharf unterscheidet von derjenigen, die man im SO meines Gebietes antrifft (vgl. Steinbruch auf der Straße Saignelégier—Bémont), während sie sich besser an die Facies anschließt, welche man auf der Straße von Goumois nach Vautenaivre studieren kann; doch haben dort jene weißen, groboolithischen Kalke eine noch weit größere Mächtigkeit.

Sequan.

Nächst dem Oxford hat in meinem Untersuchungsgebiet das Sequan die größte Verbreitung. Besonders zwischen Pommerats und Saignelégier bedeckt es weite Flächen und zeichnet sich im Gegensatz zum Rauracien durch horizontale Konstanz aus. Es läßt sich daher gut gliedern in:

III.	Ober-Sequan, ca. 30 m	ca. 100 m
II.	Humeralis-Schichten, ca. 10 m	
	Mumienbank, 20 m	
I.	Natica-Schichten, 30 m	

Der untere und mittlere Teil jener Schichtenserie trägt im Gelände vorzugsweise Wiesen und Äcker, deren Boden weniger fettig ist als der aus Oxfordtonen hervorgegangene. Deshalb dringt auch der Regen leichter ein und Sumpf- und Torfbildung ist selten.

Die Naticaschichten setzen sich aus Mergeln und Mergelkalken zusammen, denen besonders im unteren Teil einige Bänke tonarmen Kalkes eingeschaltet sind. Doch ist die Grenze zwischen ihnen und dem oberen Rauracien meist leicht festzustellen. Die Fossilführung ist ärmlich und zeigt nur Steinkerne. Außer einigen Zweischalern ist nur Natica

einigermaßen häufig mit einer größeren Anzahl von Species, (*Natica grandis* Mü. und *Natica Eudora* d'Orb.)

Über den Natica-Schichten folgt der für das ganze Sequan charakteristischste Gesteinskomplex, die sogenannte Mumienbank. Sie besteht teils aus kompakten, teils aus groboolithischen Kalken, in welchen die einzelnen Körner Haselnußgröße erreichen. Auch in den kompakten Kalken, bei denen es noch nicht zu typischer Oolithbildung kam, läßt sich die Zugehörigkeit zu jenem Komplex an feinen weißen Fleckchen erkennen[1]). Aber nicht nur die eigenartige petrographische Beschaffenheit stempelt die Mumienbank zum trefflichen Leithorizont für den kartierenden Geologen; es kommt noch hinzu daß sie sich durch ihre Lage zwischen zwei Mergelserien immer deutlich in einer kleinen Geländestufe zu erkennen gibt. Häufig kommt es auch auf der Grenze gegen die Naticaschichten zur Bildung von Erdtrichtern (vergl. S. 5), wie man dies auf dem Plateau im WNW und weniger deutlich im NO von les Pommerats beobachten kann. Die Mumienbank hat jedoch eine weitere Bedeutung dadurch, daß die Fauna des dortigen Meeres eine grundverschiedene Zusammensetzung vor und nach ihrer Ablagerung hatte. Dies läßt sich nur damit erklären, daß man vor der Ablagerung der Mumienbank eine Hebung annimmt (seichtes Wasser ist ja die Hauptbedingung der Oolithbildung), wodurch die Natica-Fauna auswandern mußte. Bei neuerlicher Senkung ergriff die ganz anders geartete Humeralis-Fauna von dem Gebiet Besitz[2]).

Die Fauna der Humeralismergel wird charakterisiert durch den großen Reichtum an Echiniden wie Crinoiden, außerdem durch Brachiopoden und Austern. Alle übrigen Stämme des Tierreichs sind nicht oder nur äußerst spärlich vertreten.

Die bezeichnendsten Formen sind:

Zeilleria (*Magellania*) *humeralis* Roem.
Rhynchonella corallina Leyn.
Cidaris florigemma Phil.
Cidaris baculifera Ag.
Hemicidaris intermedia Forb.
Apiocrinus Meriani Des.
Pentacrinus Desori Th.
Exogyra Bruntrutana Th.

---

[1]) Dasselbe kann man auch im mittleren Dogger oberhalb Patalour beobachten.

[2]) G. L. Kemmerling (Geol. Beschr. d. Ketten von Vellerat u. Moutier) erwähnt die Mumienbank im Gegensatz zu meinen Befunden und denen des Herrn W. Oertel nur an der Grenze der Humeralismergel gegen Ober-Sequan.

Die nun folgenden St.-Verena-Schichten zeigen wenig Einheitlichkeit. Es sind kompakte Kalke, Oolithe und Korallenriffe von örtlich schnell wechselndem Habitus. Oolithe spielen keine besonders große Rolle, so daß die Bezeichnung St.-Verena-Oolith hier unstatthaft ist. Nach oben zu gehen sie ohne scharfe Grenze in die Kalke des unteren Kimmeridge über. Wie die St.-Verena-Schichten eine dem oberen Rauracien analoge Facies darstellen, so sind auch die hier auftretenden Tierstämme die gleichen. In größerer Zahl kommen Nerineen, Austern, Brachiopoden, Korallen und Bryozoen vor:

Nerinea Gosae Roem.
Nerinea Bruckneri Th.
Ostrea pulligera Qu.
Hinnites astartinus de Lor.
Terebratula humeralis Roem.

Gut läßt sich die Folge der verschiedenen Sequanstufen auf der Straße von les Pommerats nach Malnuit studieren. Bei Höhenpunkt 904 etwa liegt die Grenze zwischen unterem Kimmeridge und oberem Sequan. Als Übergangsschichten stellen sich weiße, kreidige oolithische Kalke ein. Schön aufgeschlossen finden wir diese kreidigen Oolithe auch an der Straße von Seignolet nach Moulin Jeannotat auf Höhenlinie 540[1]). Darunter, und diese teilweise durchsetzend, folgen die Riffkalke des oberen Sequan. Die Straße weiter verfolgend, treffen wir auf einen ausgezeichneten Aufschluß der Humeralis- und weiterhin der Natica-Mergel. Die zwischen Mittel- und Untersequan eingeschaltete Mumienbank ist nicht typisch entwickelt.

Wenig südlich von der Grenze meines Aufnahmegebietes habe ich am Weg, der von Muriaux mit großer Schleife gegen N nach der Hauptstraße Saignelégier—Goumois hinabzieht und diese bei der Schleife im O von Belfond dessous trifft, ein Profil durch Mittel- und Untersequan aufgenommen, das abweichend ist von der Entwicklung im N meines Gebietes und das ebenso oder mehr noch wie das dortige Rauracien (siehe S. 9) schon Anklänge an die argovische Facies zeigt.

M. Sq.	Das Profil beginnt mit Mergeln, die reich sind an Echinodermen, besonders Crinoiden, aber auch *Terebratula humeralis* Roem. und *Rhynchonella corallina* Lym. enthalten	etwa 4 m
	Darunter gut gebankte feste Kalke, die sich gut zu Bausteinen eignen und Mumien enthalten	„ 12 m
	Dann eine Mergellage mit Pholadomyen und in Menge *Exogyra Bruntrutana* Th. u. s. w.	1—2 m
	Groboolithische Kalke und Mergel . . .	2 m

[1]) Ähnliche Übergangsschichten beschreibt W. Oertel.

M. Sq.	Mergel, die außerordentlich reich sind an *Zeilleria humeralis* Roem., wogegen andere Fossilien zurücktreten	etwa 5 m
M. Bank	Schwach oolithische Bank	2 m
	Bänke mit grobkörnigen Oolithen . . .	5 m
Na. Sch.	Mergel	8 m
	Schwach oolithische, jedoch schöne Mumien enthaltende Bänke	3 m
	Mergel	4 m
	Mittel- und Untersequan zusammen	45—50 m

Dieses Profil zeigt, daß wir es hier im ganzen Mittel- und Untersequan mit einem ständigen Wechsel von Kalken und Mergeln zu tun haben, daß Oolithe in verschiedenen Horizonten auftreten können, und daß sich das Mittelsequan in verschiedene faunistische Stufen zerlegen läßt, deren obere charakterisiert ist durch das Vorherrschen der Crinoiden, deren mittlere, wenig mächtige Zone vor allem Pholadomyen und Ex. *Bruntrutana* enthält, und deren untere gekennzeichnet wird durch die in großer Individuenzahl auftretenden *Zeill. humeralis* Roem. In diese Schichtenreihe schiebt sich zwischen der oberen und unteren Mergellage ein ziemlich mächtiger Kalkkomplex ein, den wir, da er Mumien enthält, als eine obere Mumienbank bezeichnen können, während die Stelle der Mumienbank zwischen dem unteren Mittelsequan und den Naticamergeln, wie sie in dem nördl. anstoßenden Gebiet ausgebildet ist, durch etwa 7 m oolithische Kalkbänke vertreten wird. Diese obere Mumienbank wäre ein Äquivalent der von Kemmerling beobachteten Schicht. Die Naticaschichten sind im Gegensatz zu den nördlicheren Gebieten wenig mächtig, im ganzen etwa 15 m, wobei zu bemerken ist, daß der mittlere Teil dieser Serie wiederum von einer etwa 3 m mächtigen Mumienbank gebildet wird, und zwar zeigt diese Bank die Mumienfacies am allerschönsten. Konnten wir also die Mumienbank im größten Teil meines Aufnahmegebietes als trefflichen Leithorizont bezeichnen, so ist dies in den südl. anstoßenden Gegenden durchaus nicht mehr der Fall. War außerdem die Entwicklung der Naticaschichten eine weit beträchtlichere als die der Humeralisschichten, so finden wir hier im Süden gerade den umgekehrten Fall. Die Faciesgrenzen haben sich also im Sequan verschoben.

Kimmeridge.

II. Oberer Kimmeridge.
Pterocera-Mergel 5—10 m.
I. Unterer Kimmeridge 50 m.

Der untere Kimmeridge oder *Pseudocidaris-Thurmanni*-Schichten besteht aus einer Serie gut gebankter, weißer oder

gelblicher, meist steriler Kalke. Gegen das Sequan können sich, wie schon erwähnt, örtlich Oolithe einstellen. In den ob. Lagen wird die Fossilführung etwas reicher, um endlich in die fossilreichen Pterocera-Mergel überzugehen.

Die Pterocera-Schichten bilden einen ausgezeichneten Leithorizont. Selbst da, wo die Schichten nicht aufgeschlossen sind, lassen sie sich meist leicht an ihren Fossilien im Bergschutt nachweisen. Von besonders häufigen Versteinerungen konnte ich sammeln:

Terebratula suprajurensis Th.
Pholadomya Protei Ag.
Ceromya excentrica Ag.
Isocardia cornuta Klöd.
Isocardia striata d'Orb.
Pleuromya Voltzii Ag.
Homomya hortulana Ag.
Thracia incerta Ag.
Plectomya rugosa Lor.
Mytilus jurensis Mer.
Avicula Gessneri Th.
Trichites Saussurei d'Orb.
Cardium Banneianum Th.
Hinnites inaequistriatus d'Orb.
Pterocera Oceani Brong.
Pygurus jurensis Marc.
Pseudocidaris Thurmanni Et.

Sammelt man eine größere Anzahl der *Terebratula suprajurensis* Th., so ist es eine Leichtigkeit, alle Übergänge aufzufinden, von Formen, deren Bauch- und Rückenklappe am Hinterrande vollkommen glatt ist, zu solchen, die eine äußerst markante Doppelfurche auf der Rückenklappe und zwei entsprechende Wülste auf der Bauchklappe besitzen. Da nun die ersteren Formen durchweg klein sind im Gegensatz zu den anderen, so liegt es nahe, die verschiedenen Formen als verschiedene Altersstufen aufzufassen[1]).

---

[1]) L. Rollier hat in seiner neuesten Schrift: Fossiles nouveaux ou peu connus des terrains secondaires in den Mém. soc. pal. Suisse vol. XXXVII 1910—1911 aus dem oberen Bathonien eine *Terebratula Movelierensis* sp. nov., und zwar in einer ganzen individuellen Entwicklungsreihe beschrieben. Ein Vergleich der *T. suprajurensis* Th. und ihrer Jugendstadien läßt keinen irgendwie wesentlichen Unterschied zwischen dieser und der *T. Movlierensis* erkennen. So liegt die Annahme sehr nahe, daß beide Terebrateln dem gleichen Stamme angehören. Nun steht die *T. Movelierensis* sp. nov. Rolliers der *T. maxillata* aus den Homomyen-Mergeln so nahe, daß mir die neue Art überhaupt unnötig erscheint. Somit

Das obere Kimmeridge besteht wiederum aus gut gebankten sandig kalkigen und rein kalkigen Lagen mit einem großen Reichtum an *Nerineen*. Aus den Pterocera-Mergeln finden sich noch *Terebratula suprajurensis* und einige andere Formen.

Kimmeridge erscheint in meinem Gebiet auf dem Plateau im W von Saignelégier, wo man den größten Teil der flachliegenden Schichtenserie auf dem Fußpfad nach Goumois quert. Außerdem in einer westöstlich ziehenden Mulde nördlich von les Pommerats. Durch die Straße von les Pommerats nach Vautenaivre ist von Höhenpunkt 876 an das untere Kimmeridge aufgeschlossen. Die Pterocera-Mergel sind gegenwärtig am besten zu studieren an dem Köhlerweg, der von Malnuit aus oberhalb des nach Moulin Jeannotat hinabführenden Tälchens zuerst in nördlicher Richtung zieht und dann etwa bei Höhenpunkt 619 nach W umbiegt, und zwar etwa 150 Schritte nach der Umbiegung.

Weitere Sedimente.

Über dem Kimmeridge folgen keine weiteren mesozoischen Bildungen. Auch Tertiär ist nur an einer Stelle, und zwar als eocänes Bohnerz nachzuweisen, das im NO von les Pommerats an der Grenze meiner Karte, etwa bei Höhenpunkt 964 Humeralismergel überlagert.

Die Schottervorkommnisse, die G. L. Kemmerling in seiner geologischen Beschreibung der Kette von Vellerat und Moutier erwähnt, und die auch W. Oertel in der Gegend von St. Brais—Saulcy—Lajoux auffand, ließen sich in meinem Gebiet gleichfalls beobachten, und zwar in einer das Sequan überlagernden Lehmschicht zwischen les Pommerats und Saignelégier. Sie bestehen aus jurassischen Sedimenten und aus Quarziten.

Die Plateauflächen in der südlichen Hälfte meines Gebietes sind von einer bis $1^1/_2$ m dicken Lehmschicht bedeckt (vergl.

---

komme ich zu dem Schlusse, daß wir es bei der *T. maxillata*, *T. Movelierensis* und der *T. suprajurensis* mit einer und derselben Form zu tun haben, die fast ohne Veränderung von den Homyenmergeln bis ins obere Kimmeridge durchgeht. Daß wir sie in mächtigen dazwischenliegenden Schichtenserien nicht antreffen, liegt einfach an der Faciesverschiedenheit.

Auf einen ähnlichen Fall machte mich Herr G. Böhm aufmerksam. Vergleichen wir den *Mytilus suprajurensis* aus den Pterocera-Mergeln mit der *Modiola gigantea* Qu. (Mém. soc. pal. Suisse Bd. 27, 1900: „Déscription des fossiles du Bajocien supérieur des environs de Bâle“ par Ed. Greppin), so zeigt sich, daß sich Unterschiede mit dem besten Willen nicht finden lassen, daß wir also auch hier eine und dieselbe durchgehende Form annehmen können.

Überhaupt zeigt die Fauna des mittl. Dogger viele Analoga mit dem mittl. Kimmeridge. Ich erinnere z. B. an die *Pleurotomaria*, an *Homomya hortulana* oder *Gresslya* cf. *ovata* u. a. m.

Rollier[1]). Ob diese Schicht überall Gerölle führt, konnte ich nicht feststellen.

Endlich sind noch die alten Terrassen des Doubs zu erwähnen, die oberhalb Goumois 40—50 m über dem jetzigen Flußbett liegen und etwa 10 m mächtig sind. Sie werden jetzt zu Straßenschotter abgebaut und stellen sich als Bänke von faustgroßen Geröllen dar, wechsellagernd mit feinem Flußsand. Das Material der Gerölle ist meist jurassisch, doch lassen sich auch in Menge alpine Gesteine sammeln. Ich verweise auf die genaueren Angaben Rolliers. Es handelt sich um fluvioglaciale Schotter, die in der Rißeiszeit bis ins Doubsgebiet vorgeschoben und vom Doubs verfrachtet wurden. Da diese Schotter etwa 40 m über dem jetzigen Talboden liegen, während das Tal im ganzen eine Eintiefung von 400—500 m darstellt, so muß schon damals das Doubstal im wesentlichen in seiner heutigen Gestalt vorhanden gewesen sein.

Nun sei noch eine Beobachtung südlich meines Aufnahmeblattes erwähnt. Auf dem westlichen Teil der Höhenkurve 990 des Hügels „Sur le Cras" finden sich aus der Wiese herausragende Haufen, die auf den ersten Anblick an der Landstraße aufgeworfenen Schmutzhaufen gleichen, aber aus fest verkittetem Konglomerat bestehen. Die einzelnen, vollständig abgerollten Stücke stammen sämtlich aus dem oberen Malm. In der Umgebung dieses Vorkommnisses steht Rauracien an, auf dem diese Ablagerung aufruht. Zweifellos handelt es sich um mit kalkigem Bindemittel verkittete Fluß- oder Bachgerölle. Merkwürdig ist aber, daß sie sich auf dem Gipfel des Hügels (Sur le Cras) finden. Sollte es sich um ein Bachbett handeln, das vor der Faltung schon bestand und bis auf Rauracien eingesenkt war? Ich lasse diese Frage offen.

Tektonik.

Am Aufbau meines Gebietes nehmen zwei Ketten teil:

1. die Montfavergier-Kette[2]), die mit dem Rauracien im NW von Saulcy beginnt; sie trifft St. Brais, Montfavergier, Soubey, le Cerneux, Patalour, Malnuit, Biel de Vautenaivre, Fossevillers. Im Norden folgt darauf la Chaîne du Clos du Doubs;

2. la Chaîne du Mont (Greppin) = Vellerat-Kette, die im O etwa in der Gegend von Mervelier beginnt. Sie zieht

[1]) Matériaux pour la carte géologique de la Suisse: Structure et histoire de la partie du Jura centrale pg. 165.

[2]) Bezüglich des Namens „Montfavergier-Kette" siehe „Allgemeine Juratektonik" S. 39.

über Choindez, dann Gorge von Undérvelier, Saulcy, Montfaucon, Praissalet, les Pommerats nach Goumois. Im S schließt sich die Raimeux-Kette an, zu der der Spiegelberg und das Oxfordvorkommnis von Saignelégier gehört. Der Berg zwischen les Pommerats und Saignelégier stellt eine Aufwölbung von untergeordneter Bedeutung dar, die gegen O im Gewölbeaufbruch von La Bosse-Praissalet endet.

Die Montfavergier-Kette.

Diese Kette habe ich etwa von Cerneux bis zur Schweizergrenze auf meiner Karte zur Darstellung gebracht. Das ganze hierher gehörige Gebiet ist ungeheuer gestört, und es ist schwer, sich von den Lagerungsverhältnissen und besonders von der Entstehung dieser Verhältnisse eine klare Vorstellung zu machen. Am Aufbau der Kette nehmen teil die Malmschichten vom oberen Kimmeridge an abwärts und die Doggerschichten bis zum unteren Hauptrogenstein. Die Sattelachse zieht vom Tälchen bei Vautenaivre etwa in der Richtung Ost 10° Nord. Die Grenze von Dalle nacrée mit mittl. Dogger liegt auf dem Steig, der von Sous la Roche (bei Vautenaivre) zum Doubs hinabführt, etwa auf Höhenlinie 600; im SW von sur le Rang auf 600—610 m, im SO von sous la Roche (Patalour-Aufbruch) auf H. 810. An der Grenze meines Kartengebietes, auf der Straße Patalour-Cerniévillers, finden wir die Grenze auf 770 m. Verfolgen wir nun die Kette auf der Rollierschen Karte (Environs de Bellelay) weiter nach O, so finden wir mittl. Dogger nördl. von Cerniévillers in über 900 m Höhe. Dieses Ansteigen der Sattelachse bleibt ziemlich konstant bis in die Gegend von Soubey.

Doppelung des mittl. Doggers im Tälchen von Vautenaivre.

Wie man im Tälchen von Vautenaivre beobachten kann, handelt es sich um kein einfaches Gewölbe, sondern um eine Doppelung des mittl. Doggers. Das südl. Gewölbe findet etwa 100 m nördl. der Einmündungsstelle des Baches von Vautenaivre in den Doubs sein Ende. Von dort steigt die Südflanke eines neuen Gewölbes, schroffe Felsen gegen das Doubstal bildend, an. Die Trace der zwischen beiden Gewölben liegenden Mulde erreicht nach etwa 400 m das Bachbett und und verläuft dann im wesentlichen in diesem. Weiter nach O läßt sich die Doppelung wegen mangelnder Aufschlüsse und tektonischer Störungen nicht mehr verfolgen. Nach Rollier soll im S von le Cerneux eine zweite Aufwölbung von mittl. Dogger sichtbar werden. Nach meinen Begehungen existiert diese nicht.

Bergsturz im Tälchen von Vautenaivre.

Nördlich von Vautenaivre hat sich eine größere Scholle von Dalle nacrée vom Gewölbescheitel losgelöst und ist, ohne in

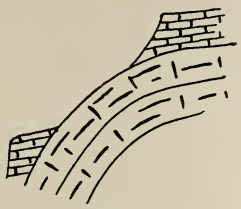


Fig. 1.

sich vollkommen zu zerbrechen, über die nördl. Flanke des Südgewölbes in das Tälchen von Vautenaivre abgeglitten, wo sie nun diskordant auf mittl. Dogger aufruht.

Der südl. Gewölbeflügel der Montfavergier-Kette.

Ein schönes Profil durch den südl. Flügel der Montfavergierkette kann man auf der Straße von les Pommerats hinab nach Vautenaivre erlangen. Am Rande des Plateaus bei Höhenpunkt 876 befinden wir uns an der Grenze von unterem Kimmeridge und Pterocera-Schichten. Das Streichen ist ziemlich rein ostwestlich, und das Fallen beträgt ca. 40° gegen S. Wir durchwandern hier die ganze Schichtenserie bis zur Dalle nacrée von Vautenaivre. Alle Schichten liegen konkordant übereinander. Ungefähr dasselbe Einfallen wie hier läßt sich auch weithin nach O bis an die Grenze meiner Aufnahmen verfolgen, womit sich der Südflügel der Montfavergierkette als vollkommen ungestört erweist. Nur das Streichen geht von einer reinen OW-Richtung im W in eine WSW-ONO-Richtung im O über. Das Tälchen, das von der Straße les Pommerats — Malnuit zwischen den Höhepunkten 904 und 916 in einer großen Schleife umgangen wird, ist wohl dadurch zu erklären, daß hier früher ein Bach floß, der zwischen den harten Kalken des Rauracien einerseits und des Obersequan anderseits in die leicht zerstörbaren Kalke und Mergel des Mittel- und Untersequan sein Bett eingrub und erst dort, wo der heute das Tälchen hinabführende Weg die Oxfordwiesen von Prés dessous erreicht, die Rauracienkalke durchbrach. Besonders hervorgehoben zu werden verdient folgende Erscheinung: Vom Triangulationspunkt 896 des Rauracienkammes nördlich von les Pommerats führt ein Kamm hinüber zur isolierten Rauracienplatte im S von Chez le Forestier. Der Kamm besteht vollständig aus den Tonen des Terrain à

Chailles und bietet im W auch gute Gelegenheit zum Sammeln von Fossilien dieser Stufe. Zu oberst liegen noch Blöcke der unteren Rauracienlagen, die jedoch nicht mehr in festem Zusammenhang stehen und daher von mir auf der Karte nicht eingezeichnet wurden. Daß dieser Oxfordkamm sich bis auf unsere Zeit erhalten konnte, erklärt sich eben aus der Überlagerung dieser Blöcke, die hier eine ähnliche Rolle spielten wie die Gesteinsplatten auf der Spitze der Erdpyramiden. Jener Oxfordkamm mit den oben aufliegenden Rauracienblöcken, die eine Verbindung des Südschenkels mit der horizontalen Platte auf dem Gewölbescheitel darstellen, scheint mir ein Beweis dafür zu sein, daß wenigstens in dieser Kette die Gewölbeüberdeckung nach abgeschlossener Faltung noch .eine ziemlich geschlossene war.

Der Vollständigkeit halber muß ich noch die gewaltigen Bergstürze erwähnen, die von jenem isolierten Plateau niedergingen und deren Trümmer im SW bis sur le Rang, im NO bis Malnuit reichen. Der Grund, weshalb gerade hier so gewaltige Bergstürze niedergingen, ist einfach der, daß die Oxfordflanken abgeglitten und den Rändern des Rauracienplateaus dadurch die Unterlage entzogen wurde, so daß sie, durch ihr Eigengewicht veranlaßt, abbrachen. In diesen Schutthalden lassen sich Rauracienfossilien sammeln.

Der Nordschenkel der Montfavergierkette. (Allg. Übersicht.)

Wenn ich im folgenden die tektonischen Verhältnisse des Nordschenkels der Montfavergierkette zu erklären versuche, so ist

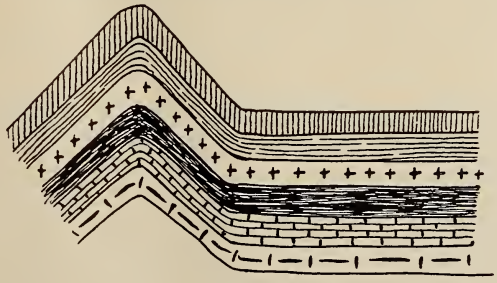


Fig. 2.

es mir nicht möglich, wie dies bei der tektonischen Besprechung anderer Gebiete wohl tunlich ist, eine Störung nach der anderen zu besprechen, da hier die einzelnen Störungen in einem innigen genetischen Zusammenhange stehen, die eine Störung daher nur

in Bezugnahme auf die andere verstanden werden kann. Auch scheint mir, daß das Verständnis der speziellen Verhältnisse dadurch wesentlich unterstützt wird, wenn ich gleich anfangs einen schematischen Bauplan wenigstens der Hauptstörungen entwerfe. Denken wir uns die zur Zeit der Gebirgsentstehung von S nach N vorrückenden Falten durch vorlagernde Widerstände gestaut, wie dies in unserem Fall durch den Vogesenkern und den diesen Kern überlagernden Tafeljura der Fall war, so werden die Falten anfangs eine extreme Steilstellung erfahren. Figur 2 zeigt diesen hypothetischen Zustand von der Montfavergierkette.

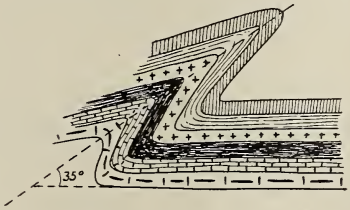


Fig. 3.

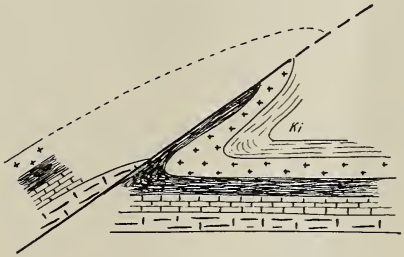


Fig. 4.

Hierbei werden, wie dies überhaupt für die Jurafaltung dieses Gebietes charakteristisch ist, ausgesprochene Knickzonen entstanden sein.

Nun ging der Schub weiter, und der Nordschenkel der Montfavergierkette legte sich nach N über. Diese Bewegung dauerte so lange an, bis die Achsenebene[1]) jenes Gewölbes mit der Horizontalen einen Winkel von 35—40° bildete. Fig. 3.

Als diese Lage erreicht war, widerstand die Kohäsion, die an den Schichtköpfen durch die starke Knickung schon sehr verringert war, nicht mehr einem weiteren Druck. Die Folge

[1]) Unter Achsenebene verstehe ich diejenige Ebene, die durch die Gewölbeachse und diejenige Richtung gelegt werden kann, welche sämtliche übereinanderliegenden Schichtköpfe miteinander verbindet.

davon war, daß in der Achsenebene ein Riß entstand und der Südschenkel dieses Gewölbes über den überkippten Nordschenkel geschoben wurde. Infolge dieses weiteren Druckes wurde der Nordschenkel auf die im N vorgelagerten horizontalen Schichten aufgedrückt. Dieses Stadium der Gebirgsbildung sehen wir noch heute im N von Vautenaivre. Fig. 4.

Weiter nach O, nördlich von Chez le Forestier widerstand die Kohäsion der Knickzone zwischen den vorgelagerten horizontalen

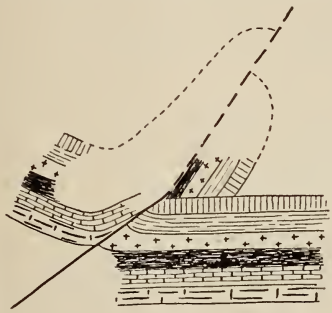


Fig. 5.

Schichten und dem nördlichen überkippten Gewölbeschenkel dem Druck des überschobenen Südschenkels, der auch seinerseits wieder den überkippten Nordschenkel mitzerrte, nicht so lange wie im W. Die Folge davon war, daß, bevor es noch zu jener extremen Überfaltung kam, ein Riß entstand und nun auch der Nordschenkel des Gewölbes zugleich mit dem Südschenkel über die vorlagernden horizontalen Schichten geschoben wurden. Fig. 5.

Überschiebung.

Die Überschiebung von Beaugourd dessous — ès Royes — Champ — l'Oiseau — Patalour tritt am klarsten nördlich des Tälchens von Vautenaivre in die Erscheinung. Wir haben gesehen, daß im Norden des Baches ein neues Doggergewölbe beginnt. Dieses wird an seinem Scheitel von der Überschiebung zerrissen, und der Südschenkel verschiebt sich gegen den Nordschenkel nach oben um einige 100 m. Die Überschiebungsebene ist mit etwa 35—40° nach S geneigt. Die Neigung läßt sich nur hier mit einiger Sicherheit berechnen. Wenn ich auf meinen Profilen diese Neigung auf den ganzen Verlauf der Überschiebung übertragen habe, so handelt es sich hierbei um eine Annahme, die ich bei dem Mangel weiterer Anhaltspunkte zu machen gezwungen war.

Steigt man vom Doubs aus sozusagen in der Überschiebungsspalte nach oben, so daß man also zur Rechten den Südschenkel des verworfenen Doggergewölbes, zur Linken aber Rauracienkalke hat, so überschreitet man zuerst bis zu einer Höhe von 20—30 m Flußsand, eine alte Ablagerung des Doubs, dann bewegt man sich bis zu der Wiesenterrasse von Beaugourd dessous — Beaugourd dessus ständig in den Mergeln des Terrain à Chailles, und es war mir auch möglich, dort typische Fossilien dieser Stufe zu sammeln. Auf dem oberen Rand des verworfenen Schenkels von mittl. Dogger liegt noch etwas Dalle nacrée, jedoch ungemein reduziert und sich dadurch als deutliches Relikt erweisend. Kurz bevor man nach ès Royes gelangt, tritt, durch eine Querverwerfung veranlaßt, auf die ich später zu sprechen kommen will, Rauracien dicht an den Überrest von Dalle nacrée heran, so daß Oxford auf ein äußerst dünnes Band zusammengepreßt wird. Auf dem Wege von ès Royes nach Pourpier können wir in der Dalle nacrée einige kleine sekundäre Falten beobachten, die mit der Überschiebung in Zusammenhang zu bringen sind. Bis zu dieser Verwerfung von ès Royes — Combe Chabroyat verhält sich der Nordschenkel der Montfavergierkette tektonisch einheitlich, und ich werde daher zunächst von diesem Gebiet sprechen. Auf dem schematischen Profil 3 auf S. 19 sind ungefähr die Verhältnisse des westlichen Teiles wiedergegeben. Genauer den örtlichen Verhältnissen angespaßt sind die Spezialprofile 1, 2, 3, 4 u. 5. Wie daraus ersichtlich, handelt es sich im wesentlichen um eine große liegende Falte, die von S her übergeschoben wurde. Eine schöne Übersicht läßt sich von den Höhen jenseits des Doubs erlangen.

Widersinniges Einfallen des Rauracien von Prés de Beaugourd.

Soweit wäre die Sache ganz schön und gut, wenn nicht eine neue Erscheinung das tektonische Problem komplizierte. Diese neue Komplikation liegt im Verhalten des Rauracien. Verfolgen wir den Weg, der von Beaugourd dessus nach Prés de Beaugourd hinaufführt, so fällt uns auf, daß das Rauracien nicht, wie es bei der liegenden Falte anzunehmen wäre, gegen S einfällt, sondern im Gegenteil steil gegen N, daß diese Schichten also im Verhältnis zu den obwaltenden Lagerungsverhältnissen zurückgebogen erscheinen. Diese Rauracienplatte läßt sich nun am südlichen Rand des Gipfelplateaus bis gegen den Steilabbruch im W verfolgen, wobei dieses Schichtpaket unzerbrochen erscheint und das gleiche sinnwidrige Fallen bewahrt. Das nördliche Fallen läßt sich nach meiner Meinung auf zweierlei Art erklären. Einmal wäre es möglich, daß bei der Überschiebung

der südliche Teil der umgeklappten Rauracienplatte einseitig so stark belastet wurde, daß die darunterliegenden weichen Sequanmergel ausgequetscht wurden und, indem sie sich mit Gewalt einen Ausweg nach N suchten, den nördlichen Teil der Rauracienplatte hoben und überkippten. Die andere Deutung, die mir persönlich viel wahrscheinlicher ist, habe ich durch beigegebenes schematisches Profil (6) veranschaulicht. Danach würden wir in dem widersinnigen Einfallen der Rauracienschichten die Umbiegungsstelle jener flachliegenden Falte zu sehen haben. Die Umbiegung der höheren Schichten muß auch rein theoretisch außerhalb der Bergkontur fallen. Mit dieser Erklärung werden

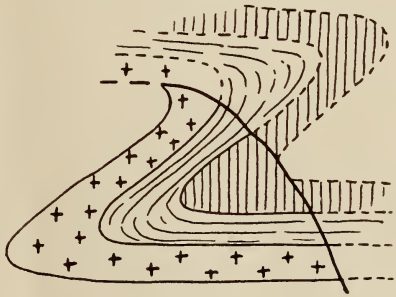


Fig. 6.

also einerseits die Lagerungsverhältnisse gelöst, anderseits gewinnen wir hierdurch eine Anschauung für das Ausmaß der liegenden Falte. Diese muß etwa über dem Doubstal ihr Ende erreicht haben und darf sich jenseits dieses Tales, auf französichem Gebiet höchstens durch lose herumliegende Trümmer bemerkbar machen. Ich habe nun daraufhin die französische Spezialkarte „Montbéliard“ angesehen und habe nichts gefunden, was für ein Übergreifen jener liegenden Falte sprechen könnte.

Schon zur Zeit der Faltung muß jener Gewölbescheitel bestandsunfähig gewesen und aller Wahrscheinlichkeit nach schon damals zusammengebrochen sein. Denn ich werde an anderer Stelle den Nachweis führen, daß zur Zeit der Faltung höhere Sedimente als oberes Kimmeridge in dieser Gegend nicht bestanden haben; somit müßte der äußerste Teil des liegenden Gewölbes frei in die Luft hinausgeragt haben.

Verhalten des der liegenden Falte vorgelagerten Schichtpaketes.

Der Sockel, bestehend aus den Schichten des Kimmeridge und Sequan, auf dessen westlichen Teile die liegende Falte aufruht, ist in seinen harten Partien durch das Doubstal gut aufge-

schlossen und gibt sich mit Ausnahme des Berges von Prés de Beaugourd, wo er von mächtigen Schuttmassen verhüllt ist, deutlich durch eine den Höhenlinien folgende Steilstufe zu erkennen. Dieser ganze Sockel ist, soweit in meinem Gebiet befindlich, durchaus horizontal und unzerbrochen. Daß auch im Berge von Prés de Beaugourd diese Schichten horizontal liegen, erkennen wir aus den anstehenden Kimmeridge-Kalken bei Combe Chabroyat und durch die den Höhenlinien folgenden Felsbänder bei der Überfaltungsstelle.

Sekundäre Störungen dort, wo der Knick der liegenden Falte mit der Überschiebung zusammentrifft.

Die horizontale Lagerung tritt, im W durch das Doubstal aufgeschlossen, bis nahe an die Umbiegungsstelle und die dahinterliegende Überschiebung heran, so daß wir den Eindruck eines sehr scharfen Knickes bekommen. Durch diese starke Knickung und das gleichzeitige Zusammentreffen der Überschiebung mit der Umbiegung der tieferen Schichten erklärt sich die an jener Stelle zu beobachtende starke Zerrüttung. Die letzte betrifft vor allem das Rauracien und das untere und mittlere Sequan. Interessant ist, daß das Rauracien bis hinab ins Doubstal zieht, woraus hervorgeht, daß die Überschiebung nur die tieferen Schichten betroffen hat. Von den kleineren durch die Überschiebung veranlaßten Störungen möchte ich nur einen, dieser parallel verlaufenden, Bruch zwischen Rauracien und Sequan erwähnen, der oberhalb des Höhenpunktes 608 die Rauracienplatte durchsetzt.

Aufblättern der Schichten.

Vergleichen wir nun noch das Streichen des Rauracienkammes von Prés de Beaugourd mit demjenigen der darunterliegenden Sequan- und ganz besonders der Kimmeridgeschichten, so läßt sich eine ganz deutliche Differenz gegen O erkennen. Mit anderen Worten, das Aufblättern der Schichten nimmt von W nach O zu. Wie dieses Aufblättern überhaupt zu erklären ist, habe ich auf Seite 52 u. 53 erörtert. Daß jedoch diese Erscheinung im O bedeutender ist als im W, dafür will ich nach Besprechung der NS-Verwerfung von ès Royes — Combe Chabroyat eine Erklärung zu geben versuchen.

Verwerfung von ès Royes — Combe Chabroyat.

Durch diese Querverwerfung wird einmal das Verschwinden des Rauracienkammes im W von ès Royes erklärt, zweitens dasjenige des Rauracienkammes von Prés de Beaugourd im O. Am klarsten aber wird sie bewiesen durch das Verhalten der

Mumienbank (punktierte Linie der Karte). Auf dem Weg von Chez le Forestier nach Combe Chabroyat finden wir sie auf Höhenlinie 690 bei der großen Wegschleife. Von dieser Stelle läßt sie sich nach O die Steilkante entlang bis Höhenpunkt 750 verfolgen, während sie nach W plötzlich verschwindet. Gehen wir jedoch den Weg von Beaugourd dessus nach Prés de Beaugourd, so treffen wir auch hier, etwa bei Höhenlinie 740, auf die Mumienbank, die sich noch ein kurzes Stück gegen O verfolgen läßt, um dann scharf nach N umzubiegen. Etwa auf Höhenlinie 640 verschwindet sie auch hier. Dasselbe Umbiegen nach N zeigt auch das Rauracien von Prés de Beaugourd und das unter der Mumienbank liegende Obersequan und Kimmeridge. Durch dieses plötzliche Abbiegen der Schichten nach N im W der Verwerfung wurden die Gesteinsmassen im SW von Combe Chabroyat gestaut. Hierauf möchte ich die Erscheinung zurückführen, daß die Schichten hier stärker aufgeblättert wurden als im W des Berges von Prés de Beaugourd. Nach meiner Meinung riß die NS-Verwerfung zur Zeit der Jurafaltung auf, und zwar steht sie mit der Überfaltung resp. Faltenüberschiebung in einem ganz bestimmten Zusammenhang. Gilt nämlich für den ganzen Berg von Prés de Beaugourd bis zu dieser Verwerfung das Schema der Figur 4 auf Seite 19, so zeigt Figur 5 auf Seite 20 die Verhältnisse im O dieser Verwerfung bis Saignolet. Nach meiner Meinung ging also die liegende Falte nicht langsam und unmerklich in eine Faltenüberschiebung über, sondern gleichzeitig mit dem Aufreißen des Knickes zwischen dem Sockel und dem liegenden Schenkel der übergekippten Falte, riß auch wegen der plötzlichen Auslösung der ungeheueren Spannung die SN-Verwerfung von ès Royes — Combe Chabroyat auf. Es verhielt sich also der Berg im W dieser Verwerfung als geschlossene Einheit tektonisch anders als der Berg im O. Während im westlichen Berg der Zusammenhang der unten liegenden Platte mit dem Nordschenkel der Falte noch, wenn auch unvollkommen, erhalten blieb, bildet der Berg im O eine nach allen Seiten losgelöste Scholle. Stellen wir uns nun vor, daß die NS-Verwerfung und jenes Aufreißen des Faltenknickes vor dem vollständigen Erlöschen der faltenden Kräfte erfolgte, so kann ganz gut durch das Anpressen dieser Scholle an den östlichen Teil des Berges von Prés de Beaugourd jenes Umbiegen der Schichten nach N und die damit zusammenhängende Zusammenstauchung erklärt werden. Daß die Verwerfung nicht älter ist als die Jurafaltung, geht daraus hervor, daß sie sich nicht in dem unteren Sockel fortsetzt, sondern nur

den Nordschenkel der liegenden Falte betrifft. Aus allen diesen Verhältnissen erklärt sich auch das nach Combe Chabroyat und weiter zum Doubs hinabziehende Trockentälchen, und zwar ist dies im oberen Teil rein tektonisch durch das Herabziehen der weichen Sequanmergel bedingt, im unteren Teil aber durch Erosion entstanden. Die letztere wurde dadurch begünstigt, daß die tonigen Naticamergel die Wasseransammlung unterstützten.

Die Scholle im N von Chez le Forestier.

Die Scholle im N von Chez le Forestier, die im W durch die Verwerfung von ès Royes — Combe Chabroyat und im O infolge der Erosion nördlich von Malnuit verschwindet, verhält sich nach meiner Meinung ganz einheitlich, und zwar, wie schon wiederholt erwähnt, nach dem Schema 4. Am klarsten lassen sich die Verhältnisse im NW von Malnuit überblicken, da dort durch einen Bach, der gegen Moulin Jeannotat hinabzieht, einigermaßen gute Aufschlüsse existieren. Die Felsplatte, auf der Saignolet steht, und die auch die Unterlage für jene Scholle bildet, besteht aus den Kalken des oberen Kimmeridge (charakterisiert durch reichliches Vorkommen von Nerineen). Von Saignolet geht ein kleiner Pfad hinab ins Bachbett und bietet oberhalb seiner Einmündungsstelle Gelegenheit zum Sammeln von Fossilien aus den Pterocera-Mergeln. Das Bachbett hinab können wir Stufe für Stufe das ganze Kimmeridge und Obersequan studieren. Das ganze Schichtenpaket liegt ziemlich horizontal.

Nun führt von Malnuit aus ein Köhlerweg im O um die Scholle herum und hält sich ungefähr in einer Höhe von 630—640 m. Dieser Weg führt zuerst an der Grenze von Dalle nacrée und Oxford entlang. Renggeritone fehlen vollkommen, und die Dalle nacrée fällt nach S ein, sodaß Dalle nacrée auf Terrain à chailles geschoben erscheint. Das ziemlich steile Einfallen der Dalle nacrée gegen Süden bei vorgelagertem Oxford läßt sich bis gegen Champ verfolgen und zeigt damit untrüglich die Trace der Überschiebung an. Aber auch das Oxford ist auf dieser Strecke auf ein Minimum reduziert, und dort, wo der eben erwähnte Bach seinen Ursprung nimmt, kann man deutlich seine Auflagerung auf Kimmeridge beobachten. Verfolgen wir aber den Köhlerweg weiter, so kommen wir in die Kalke des Rauracien, die erst etwa mit 40°, dann immer steiler gegen N einfallen. Bald jedoch führt der Weg aus der überschobenen Masse in die Unterlage, und wir befinden uns nun im oberen Kimmeridge, das hier direkt an der Störungslinie sehr zerklüftet ist. An einer Stelle treten

etwas Pteroceramergel auf, die wohl auf einer Spalte hochgepreßt wurden, dann kommt wieder oberes Kimmeridge. Häufig treffen wir über dem Kimmeridge Tone an, die ich für dazwischengepreßtes Oxford halte. Auch gelbliche Kalkmergelstückchen, wohl aus verwitterten zerdrückten Chailles hervorgegangen, kommen vor. An der NO-Ecke des Berges, in der Umgebung des Höhenpunktes 619 treffen wir eine mächtige Entwicklung von Terrain à Chailles. Daraus ergibt sich also, daß das Terrain à Chailles auch bei dieser Tektonik eine große Rolle gespielt hat. Verfolgen wir den Köhlerweg weiter, so steigen wir etwas hinab und treffen ungefähr auf Höhenlinie 600 im N des Berges auf ausgezeichnete, sehr fossilreiche Aufschlüsse in den Pteroceramergeln, die dem normalliegenden Schichtpaket angehören. Auf dem ganzen Berg fällt das Rauracien nach N ein, und zwar steht es im W beinahe senkrecht, legt sich jedoch gegen O etwas flacher. Das Obersequan dagegen zeigt überall ein Einfallen gegen S von 70—80°. So haben wir also auch hier die Erscheinung der Schichtaufblätterung, die ich schon beim Berg von Prés de Beaugourd besprochen habe.

Die Gegend von Saignolet.

Wie schon erwähnt, ist im O der Scholle bis gegen l'Oiseau die ganze liegende Falte der Zerstörung anheim gefallen, und nur an der Straße von Malnuit nach Moulin Jeannotat finden wir bei Saignolet noch über Kimmeridge einen dürftigen Rest von Rauracien. Die zerstörende Wirkung kann ich nicht nur auf Kosten der Erosion schreiben, sondern glaube vielmehr, daß hier in erster Linie tektonische Momente in Betracht kommen. Als Stütze dieser Vermutung führe ich an, daß gerade auf dieser Strecke die Trace der Überschiebung am weitesten nach N vorgeschoben ist; ferner, daß wir den in l'Oiseau wieder zum Vorschein kommenden Nordschenkel der liegenden Falte weder umgelegt noch überschoben finden. Somit ist die Tektonik des Berges nördl. von Chez le Forestier eine ganz andere als die von l'Oiseau und der Fortsetzung dieses Berges nach O. Es werden diesen Teil des Nordschenkels, solange er bestand, eine Reihe von NS-Verwerfungen durchzogen haben. Möglicherweise haben tiefgehende Verwerfungen dieser Art die beiden östlich von Saignolet befindlichen Grabenbrüche hervorgerufen. Ebensogut ist es aber auch möglich, daß diese Grabenbrüche älter sind und die Veranlassung zu besonders starker Störung dieses Gebietes gegeben haben. In diesem Falle wären sie in Parallele zu stellen mit den Grabenbrüchen, die der Hauensteinkette vorgelagert sind. Die Tätigkeit des Wassers

besorgte zum Schluß nur das Fortschaffen der durch tektonische Vorgänge zertrümmerten Gesteine. Über die Sprunghöhe jener Grabenbrüche läßt sich nichts Bestimmtes angeben, da das Oxford und die Dalle nacrée in den Gräben wohl nur eine Ausfüllung mit Gesteinsmaterial darstellen, das von S verschleppt wurde. Sehr interessant ist, daß wir auf dem Weg von Champ nach Patalour im W des Berges von l'Oiseau ganz brecciöses Rauraciengestein antreffen, das durch die dicht dahinter verlaufende Überschiebungstrace durchaus verständlich wird. Im übrigen schließt sich das Rauracien von l'Oiseau tektonisch vollkommen an den im N des Tälchens Patalour—Clairbief hinabziehenden Rauracienkamm an und ist von diesem nur durch ein nach Moulin Jeannotat hinabführendes Erosionstälchen getrennt.

Überkippung im Tälchen von Clairbief—Patalour.

Steigt man von Clairbief das Tälchen nach Patalour hinauf, so hat man anfangs zur Linken Rauracienkalke, die ostwestlich streichen und gegen S einfallen. 300 m vom Doubs aufwärts beträgt der Einfallswinkel 38°. Das Tälchen selbst befindet sich anfangs im Humeralis- und Naticaniveau. Etwa 100 m weiter haben wir zu unserer Rechten steil aufragende ostwestlich streichende Schichten, die mit 80—85° gegen S einfallen. Da wir jedoch zu unserer Linken das Doggergewölbe von le Cerneux haben, so ergibt sich hieraus mit voller Klarheit die Lagerungsdiskordanz zwischen überkipptem Rauracien und normal einfallendem oberen Dogger. Oxford, das hier bis auf ein Minimum ausgequetscht ist, war wieder das Medium, das die Bewegung förderte. Im Weiterschreiten beobachtet man, daß die Überkippung des Rauracien immer geringer, die Entwicklung des Oxford immer größer wird, bis wir in der Felsbarre NW von Patalour den Nordschenkel eines normalen Gewölbes vor uns haben. Das Oxford erreicht in der Gegend von Patalour eine sehr große Mächtigkeit. Die Überkippung findet etwa dort ihr Ende, wo der Rauracienzug der Karte von der OW-Richtung in die NO-SW-Richtung umbiegt. Der Grund für diese ganze Erscheinung ist leicht einzusehen. Das Vordringen des ostwestlich streichenden Doggergewölbes von le Cerneux hat die darüberlagernden Schichten aufgestaut. Die Oxfordmergel haben eine selbständige Bewegung der oberen Schichten zugelassen, wobei sie teils zusammengepreßt wurden, teils in ihrer Mächtigkeit anschwollen. Nun verflacht sich das Doggergewölbe gegen W, und der Druck gegen die darüberliegenden Schichten wird daher geringer. Infolgedessen nimmt auch das Rauracien sein normales Einfallen gegen N wieder an.

Knickzone bei Clairbief.

Anschließend möchte ich gleich eine Erscheinung erwähnen, auf die ich in weiterem noch eingehender zu sprechen kommen will. In dieser ganzen Kette hat man nirgends so gute Gelegenheit wie bei Clairbief, die für die jurassische Faltung dieses Gebietes so bezeichnenden Knickzonen zu beobachten. Die von Moulin Jeannotat bis Clairbief aufgeschlossenen Sequan- und Kimmeridgekalke zeigen eine durchaus horizontale Lagerung. Steigt man indessen südlich von Clairbief etwas empor, so kann man deutlich wahrnehmen, wie die bisher horizontalen Schichten ohne Übergang mit einem scharfen Knick sich senkrecht emporstauen.

NS-Verwerfung von Patalour.

Nun wird die Frage brennend, wie kommt es, daß das Doggergewölbe von le Cerneux viel weiter nach N vorgeschoben erscheint, als das von Patalour. Um dafür Anhaltspunkte zu erlangen, begibt man sich am besten an die Steilwand von mittlerem Dogger oberhalb Patalour. Am östlichsten Punkt dieser Steilwand, sieht man, wie die das mittlere Doggergewölbe überdeckende Dalle nacrée plötzlich mit einem scharfen Knick von

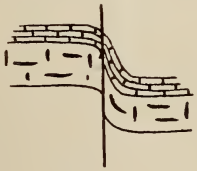


Fig. 7.

beinahe 90° umbiegt und sich in die Tiefe senkt, um dann wieder normale, flache Lagerung anzunehmen. Wir haben also hier einen Fixpunkt einer die Kette senkrecht zu ihrem Streichen durchsetzenden Verwerfung. Beistehende schematische Skizze (7) soll diese Verhältnisse veranschaulichen. Weitere sichere Punkte lassen sich nicht auffinden. Immerhin wird es auch durch die eigenartige Tatsache, daß das Doggergewölbe von le Cerneux gerade dort verschwindet, wo die Verwerfung mutmaßlich durchziehen würde, sehr wahrscheinlich gemacht, daß diese Verwerfung tatsächlich das ganze Doggergewölbe von le Cerneux durchsetzt und daß sie für das Verschwinden des Dogger von le Cerneux verantwortlich gemacht werden kann. Wollen wir uns nun ein Bild von der Art der Bewegung machen, so läßt sich dies etwa folgendermaßen gestalten. Durch die NS-Verwerfung von Patalour wurde das Doggergewölbe

von le Cerneux unabhängig von seiner westlichen Fortsetzung und konnte stärker als diese nach N vorbranden. Im W war das Anbranden geringer, da durch das Aufreißen der Überschiebungsspalte ein Auslaufen der Faltungsenergie möglich wurde. So steht denn die diskordante Lagerung und Überkippung im unteren Teil des Tälchens von Clairbief — Patalour in ganz bestimmter Beziehung zur NS-Verwerfung von Patalour, und zwar so, daß diese die Vorbedinguug zu den tektonischen Störungen im Tälchen war.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit besonders darauf hinweisen, daß das Zutagetreten des mittleren Doggers oberhalb Patalours im Gegensatz zu dem bei le Cerneux nichts mit der NS-Verwerfung zu tun hat, sondern durch die große Überschiebung Patalour — Saignolet — Beaugourd dessous hervorgerufen wurde. Die NS-Verwerfung von Patalour hat aber noch eine weitere Bedeutung darin, daß östl. von ihr die große Überschiebung nicht mehr nachweisbar ist. Entweder hat also das Ausmaß der Überschiebung im O beträchtlich abgenommen, oder diese ist, was mir weit wahrscheinlicher dünkt, gänzlich verschwunden. Dies entspricht ganz den theoretischen Erwägungen, da die Überschiebung im W bezüglich der Faltungsenergie ein Äquivalent für das weitere Vorbranden im O darstellt. Bedeutet die NS-Verwerfung nun aber eine Kluft, welche zwei verschiedene Auslösungserscheinungen der Faltungsenergie trennt, so geht daraus klar hervor, daß sie nicht nur (wie schon erwähnt) älter sein muß, als die Störung im Tälchen von Clairbief — Patalour, sondern auch älter als die Überschiebung im W. Allenfalls könnte sie mit dieser letzteren gleichzeitig entstanden sein.

Verwerfung Malnuit — Patalour.

Nun bleibt zur Vervollständigung der Tektonik der Montfavergierkette nur noch die Störungslinie zu erwähnen übrig, die von Malnuit nach Patalour zieht. Es handelt sich hierbei um keine starke Verwerfung, trotzdem ist sie gut zu verfolgen. Es tritt nämlich längs dieser Linie im Gebiete der Dalle narée häufig reines Oxford zutage, das zu kleinen Sümpfen Veranlassung gibt; durchweg erscheinen Oxford und Dalle nacrée vollkommen ineinandergeknetet. Auch im mittleren Dogger läßt sich die Störungslinie weiterverfolgen, da wir entlang dieser Verwerfungstrace ein sonst unmotiviertes Trockentälchen finden. Diese Störungslinie läuft im wesentlichen der Hauptüberschiebung parallel und scheint zu den vielen Erscheinungen zu gehören, die in Gefolgschaft dieser Überschiebung auftraten. Nach Prof. Rollier soll östlich von Patalour, im S des großen Doggerauf-

bruches von le Cerneux noch einmal durch Doppelung des Gewölbes mittlerer Dogger herauskommen. Die Doppelung soll bei Cerniévillers endigen. Obwohl in dieser Richtung die große Überschiebungslinie verlaufen würde, so daß hier mittlerer Dogger nicht durch Doppelung, wohl aber infolge jener Überschiebung ganz gut herauskommen könnte, so habe ich selbst hiervon doch nichts wahrnehmen können.

Die Synklinale zwischen der Montfavergier- und Velleratkette.

Die Synklinale zwischen der Kette von Montfavergier und Vellerat ist so gebaut, daß der Nordschenkel auf der ganzen Erstreckung ein konstantes Einfallen von ungefähr 40° gegen S zeigt, während der Südschenkel fast vertikal steht. Die Umbiegung erfolgt mit einem scharfen Knick. Gut aufgeschlossen sind diese Verhältnisse im W durch das Doubstal und im N von Pommerats durch einen Bach, der, die Schichten senkrecht durchbrechend, dem Flüßchen von Vautenaivre zuströmt.

Die Vellerat-Kette.

Schon die Synklinale zwischen der Montfavergier- und Vellerat-Kette, besonders aber diese letztere selbst, gibt sich deutlich als Gebirgsrumpf[1]) zu erkennen. Die senkrecht stehenden Kalke des Südschenkels der Mulde sowie der westliche Teil des äußerst steilen Rauraciengewölbes treten orographisch nicht hervor. Die bei Bémont — La Bosse — les Praissalet noch einheitliche Velleratkette teilt sich gegen W in zwei sekundäre Gewölbe. Das eine zieht mit normalem OW-Streichen über les Pommerats — sur les Crins gegen la Vauchotte, das andere mit WSW-ONO-Streichen bildet den Bergrücken zwischen Saignelégier und Bémont, um in der Gegend von la Deute wieder zu verschwinden. Im W würde der ganze Aufbruch von Goumois zur Velleratkette gehören. Im S von Bémont tritt nun in der Synklinale zwischen der Vellerat- und Raimeuxkette ein neues Gewölbe auf, zu dem das Rauracien und Oxford von Saignelégier sowie die steile Aufpressung im S von Pré St. Nicolas zugerechnet werden müssen.

Der Oxford-Dalle-nacrée-Aufbruch von Goumois.

Der Oxford-Dalle-nacré-Aufbruch von Goumois gestattet uns ausgezeichnete Einblicke in die Eigenart der Juratektonik

[1]) Der Ausdruck Paine-plaine trifft das Wesen der Sache nicht; der Ausdruck Rumpfgebirge ist ein schlechtgebildetes Wort.

dieser Gegend. Wir haben gesehen, daß das Rauracien des Nordschenkels der Synklinale zwischen jenen beiden Ketten bei einem ostwestlichen Streichen mit ungefähr 40° gegen S einfällt. Zwischen la Vauchotte und Goumois richtet sich dieses Rauracien in der Longue Roche plötzlich mit einem scharfen Knick senkrecht empor, und es kommt sogar zur Überkippung oder, da die Longue Roche an ihrer höchsten Stelle in ein kleines wiederum durch Knickzonen ausgezeichnetes Gewölbe übergeht, zum ersten Anfang einer liegenden Falte. Das kleine Gewölbe ist so gebaut, daß die Gewölbedecke nahezu horizontal liegt und von zwei senkrecht abbiegenden Gewölbeschenkeln getragen wird. Doch ist dieses Gewölbe unsymmetrisch; denn, während das Rauracien des Nordschenkels (Longue Roche) bis zur Höhenlinie 550 hinabreicht, erreicht dasjenige des Südschenkels nur etwa 700 m Meereshöhe. Direkt an die Longue Roche lehnt sich im S eine schmale Aufpressung von Dalle nacrée an, wobei das Oxford zwischen dieser und dem Rauracien nahezu völlig ausgequetscht wurde. Dafür zeigt jedoch das Oxford jenseits dieser schmalen Dalle-nacrée-Barre eine außergewöhnliche Entwicklung, da es in jenem Gewölbe mit hochgepreßt wurde. Man kann, von der Straße ausgehend, bis unter das Rauracien des Gewölbescheitels 330 m immer über Oxfordmergel, die natürlich von Schutt stark bedeckt sind, emporsteigen.

Verwerfung von Boiechat—Goumois.

Im übrigen weist die große Verbreitung des Oxford im Aufbruch von Goumois auf eine Verwerfung hin, die den Westflügel gegenüber dem östlichen etwas gehoben hat. In der Tat lassen sich für diese Störung gute Anhaltspunkte finden. Auf der Straße les Pommerats—Goumois stehen an der Straßenbiegung im N von Belfond dessus westlich der Straße Rauracien, östlich Oxford an. Das Rauracien läßt sich nicht durch die westliche Abdachung der Schichtenserie im O von Goumois erklären, da der Betrag dieser Abdachung ein viel zu geringer ist. Vielmehr wird die Annahme einer Verwerfung nötig, an welcher das Rauracien gegenüber dem Oxford gehoben wurde. Im Oxfordaufbruch von Goumois ist es unmöglich, eine Verwerfung zu konstatieren, da diese nur hohe Oxfordlagen von tiefen trennen würde. Immerhin wird die Annahme dieser Verwerfung durch die Verhältnisse in dem südlich anstoßenden Gebiet, das auf der Karte nicht mehr zur Darstellung kam, sehr gestützt. Denn es ließ sich ein sicherer Punkt für diese Störung im W von Muriaux auf Boiechat (Höhenpunkt 809) auffinden, wo ein steiles Rauraciengewölbe in SO-NW-Richtung

wie mit einer Säge durchschnitten erscheint und sich das aus dem Gewölbekern hervorquellende Oxford gegen NW über Rauracien und Sequan ergossen hat. Während also für diese Verwerfung die Strecke von Boiechat nach Belfond dessus und zur Straßenecke nördlich davon feststeht, fehlen weiter nach N alle exakten Anhaltspunkte, weshalb ich vorläufig die Fortsetzung in gleicher Richtung angenommen habe. Im Doubstal selbst, am Fuße der Longue Roche muß eine Parallelverwerfung durchziehen, da eine Fortsetzung des Longue-Roche-Gewölbes auf französischem Boden nicht existiert.

Was das Hinabgreifen der Faltung in die Tiefe anlangt, so können wir mit ziemlicher Sicherheit sagen, daß der mittlere Dogger von der steilen Auffaltung in der Longue Roche nicht mehr betroffen wurde, sondern daß sich der ganze Vorgang im wesentlichen im Oxford und in geringerem Grade in der ebenfalls wenig widerstandsfähigen Dalle nacrée abspielte. Schon in der Stratigraphie habe ich die Flußablagerungen in der Umgebung von Goumois erwähnt. Es handelt sich hier um eine alte Flußterrasse im S von Goumois, welche auf einer Höhe von 550—560 m liegt, also etwa 50 m über dem heutigen Niveau des Doubs, und zwar teils auf Oxford, teils auf Dalle nacrée aufruhend, und eine andere, direkt nordöstlich über dem Ort auf einer Höhe von 530 m. Diese Ablagerung erkläre ich mir dadurch, daß der Doubs in früherer Zeit durch die Rauracienbarre der Longue Roche einen Stauung erfuhr und bei Goumois in einem Wasserbecken jene Sande und Schotter ablagerte. Die Ablagerung im NO von Goumois würde, wie uns die tiefere Lage beweist, aus einer jüngeren Phase stammen.

Das Gebiet zwischen les Pommerats und Saignelégier.

Das steile Gewölbe im N von Goumois setzt sich unter westöstlichem Streichen nach les Pommerats fort. Zwischen dem Aufbruch von Goumois und les Pommerats tritt noch einmal auf sur les Crins das Oxford des Gewölbekernes auf eine Erstreckung von etwa 700 m zutage. Bei les Pommerats und besonders im O dieses Ortes verflacht sich der Rauracienrücken, und wegen des langsamen Ansteigens der Sattelachse tritt unter dem Rauracien das Oxford und weiterhin die Dalle nacrée von la Bosse—Praissalet zutage. Auf dem Wege von les Pommerats nach Praissalet treffen wir, wahrscheinlich durch einen kleinen Einbruch hervorgerufen, schon bei Höhenpunkt 904 auf Oxford, welches zur Bildung zweier Weiher Veranlassung gegeben hat. Gegen NO wird der flache Rauracienrücken auf weite Erstreckung hin sichtbar. In ihm finden

wir im N des Höhenpunktes 981 eine kleine Mulde, in welcher noch etwas Naticamergel liegen können, doch ist dies wegen der mangelnden Aufschlüsse ungewiß. Nördlich hiervon, dort, wo die alte Straße von les Pommerats—Malnuit den Rand des Kartenblattes bei Höhenpunkt 934 trifft, befindet sich ein kleiner Weiher, an dessen Rande sich Versteinerungen der Humeraliszone nebst runden Bohnerzkörnern sammeln lassen. Im S von les Pommerats treffen wir auf eine sekundäre Mulde, an die sich weiterhin die zweite sekundäre Aufwölbung des Rauracien der Velleratkette anschließt. In der Mulde liegt auf weiter Erstreckung Sequan und nur im tiefsten Kern bei la Retenue noch Kimmeridge. Die Schichten von la Retenue liegen im W flach, stehen dagegen im O am Schluß der Mulde senkrecht bei einem Streichen von NNO—SSW. Der Grund für dieses plötzliche Abbiegen der Schichten in einer für unser Gebiet so ungewöhnlichen Richtung ist in einer Verwerfung zu suchen, die sich am besten auf der Straße von Saignelégier nach les Pommerats studieren läßt.

Überschiebung im W von Saignelégier.

Etwa 150 m nachdem man die letzten Häuser von Saignelégier verlassen, befindet man sich an der Grenze von Rauracien, das ziemlich steil gegen NNW einfällt, und Naticamergel. Orographisch sind diese durch die kleine nach la Deute hinabziehende Mulde scharf markiert. Im weiteren Verlauf der Straße sind die Aufschlüsse so, daß es schwer ist, sich ein Bild über Streichen und Fallen der Schichten zu machen, doch scheinen diese bei genauer Betrachtung zwischen Höhenlinie 850 und 840 senkrecht zu stehen, um im Weiterschreiten nun deutlich gegen SSO einzufallen. Vergleicht man damit den Befund auf dem Steig, der von Saignelégier am Friedhof vorbei über den Gipfel des Berges nach les Pommerats führt, auf dem ich bei Höhenlinie 1020 ein vertikales und kurz darauf ein südliches Einfallen der Sequanschichten feststellen konnte, so ergibt sich, daß eine durch diese beiden Punkte gegebene Richtung die Achse einer sehr steilen Mulde darstellt. Geht man nun die erstgenannte Straße weiter, so findet man, daß das Sequan sein Einfallen gegen SSO beibehält, und daß darunter bei Höhenlinie 930 ebenso einfallendes Rauracien zutage tritt. Bei Höhenlinie 920 erscheint dies stark gestört, und es kommen zwischen Höhenlinie 920 und 910 Tone, die nach Beschaffenheit und Stellung als Oxford gedeutet werden müssen. Auf das nur schmale Oxfordband folgen wieder gegen SO einfallende Kalke, die sich als unteres Kimmeridge zn erkennen

geben. Daraus ergibt sich zwischen Höhenlinie 920 und 910 eine Überschiebung von beträchlichem Ausmaß. Die Störung läßt sich gegen S noch einige 100 m über die Grenze meines Aufnahmeblattes hinaus verfolgen. Gegen NO scheint die Überschiebung ungefähr dort zu verschwinden, wo die Höhenlinie 1000 den Pfad trifft, der über halbe Bergeshöhe von Saignelégier nach les Pommerats führt. Diese Überschiebung fällt vollkommen aus der Faltungsrichtung heraus, so daß es schwer, vielleicht unmöglich ist, sich vorzustellen, daß sie mit der Faltung gleichzeitig entstanden sein könnte. Nach meiner Meinung haben wir es mit einer Verwerfung zu tun, die schon vor der Faltung vorhanden war und durch die faltenden Kräfte zur Überschiebung wurde. Im S, außerhalb meines Aufnahmeblattes, fällt in die Verlängerung jener Störung die eigenartige Ablenkung des steilen Rauraciengewölbes im O von Grosse Côte, welches augenscheinlich durch jene Störung abgebogen wurde; und zwar gibt sich die Störung hier in einer scharfen Knickzone im W-Schenkel des Gewölbes kund. Auch dieses Verhalten ist nur denkbar, wenn man annimmt, daß die Störung schon vor der Faltung vorhanden war. Sieht man nun die westlich anstoßenden französischen geologischen Karten an, so fällt uns auf, daß unsere Verwerfung dort mit einem ganzen Schwarm von Verwerfungen der Richtung nach zusammenfällt. Der Gedanke liegt daher nahe, daß wohl auch diese Störung jenem großen Bruchsystem zugerechnet werden muß.

Anmerkung. L. Rollier erwähnt diese Überschiebung in seinem Buch: Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. „structure et histoire géologique de la partie du Jura centrale“ auf S. 230. Er schreibt: „On observe un chevauchement du chaînon du Boiechat au nord de Saignelégier, sur la route des Pommerats, où le coralien de cette voussure touche au Kimméridien de celle de Bémont, au point où celle-ci passe au plateau de Sur les Côtes. Il mesure un peu plus d'un kilomètre de long, et occupe la place d'un synclinal surélevé. On voit la forme en équerre de ce synclinal kimméridien sur son prolongement à la Grosse Côte, depuis le Moulin du Theusseret. Le flanc sud est redressé à la verticalle, tandis que le flanc nord est horizontal. Un effort plus grand dans le plissement eut continué le chevauchement.“ Dazu noch folgende Bemerkung: Es ist ein Irrtum Rolliers, der auch auf seiner Karte 1:100 000 zum Ausdruck kommt, daß das steile Rauraciengewölbe im O von Grosse Côte in direktem Zusammenhang steht mit dem Rauraciengewölbe zwischen Saignelégier und les Pommerats. Vielmehr setzt sich dieses erstere über sur les Cras und la Baumatte in das flache Rauraciengewölbe von Saignelégier fort. Der Zusammenhang zwischen beiden Gewölben besteht einzig und allein in der ihnen gemeinsamen präexistierenden Störungslinie, die beide in ihrer Richtung ablenkte.

In Gefolgschaft dieser Überschiebung treten im W von Saignelégier noch einige untergeordnete Brüche auf. Einer in dem kleinen Tälchen, das von Finage du Droit gegen S die Straße Saignelégier — Muriaux bei Höhenpunkt 964 trifft. Er veranlaßt auf kurze Erstreckung das Zutagetreten von Oxford. Ein zweiter, der ebenfalls Oxford hervortreten läßt, liegt 100—125 m westlich von dem eben beschriebenen und verläuft ungefähr parallel mit diesem. Beide beginnen auf der Grenze meines Aufnahmeblattes.

Saignelégier steht auf einem flachen Rücken von Rauracien, der sich, wie schon erwähnt, in der Mulde zwischen der Vellerat- und Raimeux-Kette aufwölbt. Im O des Ortes finden wir einen größeren Oxfordaufbruch, ebenso einen ganz kleinen im W in einer Entfernung von etwa 700 m. Die Einzeichnungen auf der anstoßenden Rollierschen Karte (1:25000) südl. von Bémont sind unzutreffend. Z. B. steht an dem westlichsten Hause von Bémont die Mumienbank des mittleren Sequan an, das nach Rolliers Karte auf Kimmeridge stehen sollte. Kimmeridge kommt südlich von Bémont überhaupt nicht vor.

Das Faltungsproblem des Schweizerjura im allgemeinen.

In meinem Gebiete konnte ich die Erfahrung machen, die auch von anderen Gegenden im nordschweizerischen Kettenjura bestätigt wird, daß die Faltung der Malmschichten nicht in normal gerundeten Gewölben erfolgte, sondern daß sich allenthalben Knickzonen ausbildeten, zwischen welchen sich wenig oder gar nicht gekrümmte Tafeln befinden. Die Faltung des Doggers zeigt diesen Typus lange nicht mehr so extrem. Diese Erscheinung glaube ich auf folgende Weise erklären zu müssen. Gehen wir von der normalen Faltung aus, die etwa dem Faltenwurf eines Tuches verglichen werden kann, so wird dieselbe überall da zustande kommen, wo wir es mit einem auf weite Erstreckung hin lagenweise homogenen Schichtpaket zu tun haben. Im Schweizer Kettenjura aber, wo sich horizontale oder schwach geneigte Schichtkomplexe mit einem scharfen Knick plötzlich aufstauen und zu gigantischen Felspartien (z. B. Longue Roche) Anlaß geben können, wo wir des öfteren, wie z. B. im SO von Saignelégier, zwei senkrecht stehende Rauracienbarren beobachten, die nur durch ein schmales Oxfordband, das bei der heftigen Bewegung dazwischen gequetscht wurde, getrennt sind, finden wir von einer solch einfachen Faltung keine Spur. Hier werden wir also wohl annehmen können, daß ein solch homogenes Schichtpaket des oberen Jura

zur Zeit der Faltung nicht bestanden hat. Sei es nun, daß während der langen Festlandperiode, die in diesem Gebiete der Jurazeit folgte, tiefe Flußtäler entstanden waren, oder daß das Land von kleinen Verwerfungen durchsetzt war, jedenfalls müssen zur Zeit der Faltung die oberen Juraschichten vielerorts schwache Stellen aufgewiesen haben, an denen das Schichtpaket bei einsetzender Faltung geknickt wurde oder zerriß. Daß aber die Schichten des Dogger lange nicht mehr jenen extremen Faltentypus zeigen, erklärt sich einmal daraus, daß sich für jene tieferen Schichten Druckdifferenzen, wie sie etwa durch oberflächliche Erosion hervorgerufen wurden, nicht mehr so stark fühlbar machten, und daß anderseits durch die Tone des Oxford, worauf besonders Buxtorf des öfteren hingewiesen hat, die Bewegung der überlagernden Schichten sich bis zu einem gewissen Grade unabhängig machte von der des Liegenden.

Fig. 8.

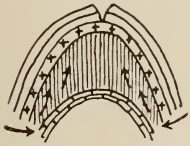


Fig. 9.

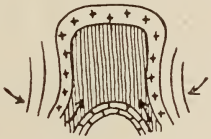


Fig. 10.

Für eine häufig auftretende Faltenform (Fig. 8) hat Gerth den Ausdruck „Koffergewölbe“ geprägt. In seiner neuesten Schrift[1]) erklärt er sie folgendermaßen. Er meint, es hätten sich zuerst normale Falten gebildet, und der Scheitel wäre erst, nachdem die Schubkraft erloschen war, eingesunken. Nach meiner Meinung ist es durchaus nicht einzusehen, weshalb der Scheitel eines spitzen Gewölbes, das doch, wie wir schon aus der Architektur wissen, ein äußerst stabiles Gebilde darstellt, einsinken soll. Jedoch ließe sich diese Form vielleicht ganz einfach erklären, wenn wir annehmen, wie dies Fig. 9 zeigen soll, daß bei der Faltung die oberen Schichten, die ja bei weitem mehr gezerrt wurden als die tieferen, am Scheitel zerrissen, und daher der Gewölbe-Scheitel schon während der Faltung der Zerstörung anheimfiel. Die Ansicht, daß die oberen Schichten des Gewölbe-Scheitels bei der Faltung zerreißen mußten, hat Herr Deecke schon lange wiederholt im persönlichen Gespräch vertreten. Nun war der Druck auf den beiden Flanken ein

[1]) W. Delhaes u. H. Gerth: „Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Reigoldswil (Baselland) und Önsingen (Solothurn)“. Geologische und paläontologische Abhandlungen. Neue Folge XI Heft 1. Jena 1912.

bedeutend stärkerer als am Scheitel, und die den Gewölbekern bildenden Schichten mußten ihrerseits, um den Seitendruck auszugleichen, den Gewölbescheitel, der den geringsten Gegendruck auszuüben vermochte, auseinanderzerren (Fig. 10). Kommt nun noch die stauende Wirkung mächtiger, dem in Faltung begriffenen Gebiet vorlagernder Sedimentmassen hinzu, wie am Rand der Schweizer Tertiärbecken, so erscheint die Entstehung typischer Fächerfalten ganz wohl verständlich.

Zusammenfassung.

I. Montfavergier-Kette.

Alle Störungen in der Montfavergier-Kette treffen nur den Nordschenkel, während der Südschenkel normales Verhalten zeigt. Im Nordschenkel der Montfavergier-Kette zeigen sich bei mir folgende Störungen:

1. Doppelung des mittleren Doggers im Tälchen von Vautenaivre;

2. eine Überschiebung, nachgewiesen vom Doubstal über Beaugourd dessous — ès Royes, nördlich von Saignolet zwischen Champ und l'Oiseau bis nördlich von Patalour; sie erstreckt sich mit Sicherheit über den Doubs noch ein großes Stück nach Frankreich und vermutlich auch noch weiter nach Osten;

3. eine liegende Falte im Berg von Prés de Beaugourd; auch diese läßt sich mit Sicherheit noch auf französisches Gebiet verfolgen;

4. Querverwerfungen zwischen Combe Chabroyat und ès Royes;

5. Faltenüberschiebung, welche östlich der eben erwähnten Querverwerfung aus der liegenden Falte von Prés de Beaugourd hervorgeht; im Norden von Malnuit ist die überschobene Masse durch Erosion und vielleicht auch durch tektonische Vorgänge, die für uns nicht mehr nachweisbar sind, vernichtet, so daß wir in dem Berg nördlich von Chez le Forestier eine vollkommen isolierte Scholle erblicken müssen;

6. zwei kleine Grabenbrüche im NO von Saignolet;

7. kleiner isolierter Rauracienfetzen auf Kimmeridge liegend, östlich von Saignolet an der Straße Malnuit — Moulin Jeanotat;

8. eine Querverwerfung, welche das Vorbranden des Doggers im O von Patalour erklärt;

9. eine Verwerfung im unteren Teile des Tälchens, das von Patalour nach dem Doubs hinabzieht; Überkippung der Schichten im N dieser Verwerfung;

10. Parallelverwerfung Malnuit — Patalour zu der unter 2 aufgeführten Überschiebung;

11. Bergrutsch im Tälchen von Vautenaivre.

II. Vellerat-Kette.

Die Vellerat-Kette teilt sich im Gebiete zwischen les Pommerats nnd Saignelégier in zwei Rauracienrücken, um westlich dieses Gebietes als selbständige Kette vollkommen zu verschwinden.

Südlich des Longue-Roche-Rauracienkammes ist etwa auf 200 m Erstreckung Oxford fast vollkommen ausgequetscht.

Die anormal große Mächtigkeit des Oxford im Aufbruch von Goumois findet nach meiner Meinung ihre Erklärung durch die Verlängerung der Verwerfung Boiechat — Belfond dessus.

Die Antiklinale zwischen Saignelégier und les Pommerats findet ihr Ende in einer Überschiebung im NW von la Deute. Diese Überschiebung entspricht nach meiner Meinung einer schon vor der Faltung existierenden Verwerfung. Südlich meines Aufnahmeblattes liegt eine augenscheinliche Beeinflussung der Störung auf das steile Rauraciengewölbe im O von Grosse Côte vor.

Westlich der eben erwähnten Störung sind südlich meines Aufnahmeblattes noch einige untergeordnete NS-Brüche zu erkennen.

Zusammenfassende Bemerkung.

Die Überschiebung unter 2 sowie die in ihrem Gefolge auftretende Verwerfung unter 10 betreffen den Dogger, während sich alle übrigen Störungen auf den Malm beschränken.

Sowohl Überfaltung wie Überschiebung sind nach N gerichtet, was eine von S nach N wirkende tangentiale Kraft voraussetzt.

Literaturverzeichnis.

1. Buxtorf, A.: Über den Gebirgsbau des Clos du Doubs und der Vellerat-Kette im Berner Jura. Sonderabdr. a. d. Berichten über die 42. Versammlung des Oberrh. geol. Vereins. 1909.
2. — Zur Tektonik des Kettenjuras. Sonderabdr. aus den Berichten über die 40 Versamml. d. Oberrh. geol. Vereins zu Lindau. 1907.
3. — Geol. Beschreibung d. Weißensteintunnels u. seiner Umgebung. Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz, neue Folge XXI. Lieferung. Bern 1908.
4. — Bemerkung über d. Gebirgsbau d. nordschweizerischen Kettenjura, im bes. der Weißensteinkette. Diese Zeitschr. Bd. **63**, 1911, Abhdl. Heft 3.
5. Greppin, Ed.: Über den Parallelismus d. Malmschichten im Juragebirge. Verhandl. d. Naturf. Gesellsch. in Basel XII, Heft 3.

6. Greppin, I.: Matériaux pour la carte géologique de la Suisse: Jura bernois et districts adjacentes (1870). Bd. 8
7. Jenny, Fr.: Überschiebungen im Berner und Solothurner Faltenjura. Separat-Abdr. a. d. Verhandl. d. naturforschenden Gesellschaft in Basel XI, Heft 3. 1897.
8. Kemmerling, G.: Geol. Beschr. d. Ketten v. Vellerat u. Moutier. Inaug. Dissert. Freiburg i. B. 1911.
9. Koby, T.: Notice stratigraphique sur l'oxfordien dans la partie septentrionale du Jura bernois. Abhdl. der Schweiz. paläont. Ges. XXVI, 1899.
10. Koby, T.: Etude stratigraphique des couches rauraciennes supérieures du Jura bernois. Abh. d. Schweiz. paläont. Ges. XIX, 1892.
11. Mathey, F.: Coupes géologiques des tunnels du Doubs. Neue Denkschr. d. Schweiz. naturf. Ges. XXIX, 1885.
12. Machaček.: Der „Schweizer-Jura". Versuch einer geomorphologischen Monographie. A. Petermanns Mitteil. Erg. Heft Nr. 150, 1905.
13. Mühlberg, F.: Zur Tektonik des nordschweiz. Kettenjura. Sep. Abdr. des Neuen Jahrb. für Mineral. usw. Beilagebd. XVII, 1903.
14. Mühlberg, M.: Vorläufige Mitteilungen über die Stratigraphie des braunen Jura im nordschweiz. Juragebirge. Eclog. geol. Helv. VI, 1899—1900.
15. Oertel, W.: Stratigraphie u. Tektonik d. Gegend v. St. Brais u. Saulcy. Neues Jahrb. f. Mineral. usw. Beilageband XXX.
16. Rollier, L.: Matériaux pour la carte géologique de la Suisse: Jura bernois et régions adjacentes. Premier Supplément, Bd. VIIIa, Ier Supplément 1893.
17. — IIme Supplément. Bd. VIIIb, 1898.
18. — Revision de la Stratigraphique et de la Tectonique de la Molasse au Nord des Alpes en général et de la Molasse subalpine suisse en particulier. Neue Denkschr. d. Schweiz. naturf. Ges. Zürich Bd. XLVII, 1911.
19. — Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. IIIme Supplément à la description géologique de la partie jurassienne de la feuille VII de la carte géologique de la Suisse au 1:100000. Bd. 55.
20. Steinmann, G.: Bemerkungen über d. tekton. Beziehungen d. oberrh. Tiefebene zu d. nordschweizer. Kettenjura. Bericht d. naturf. Ges; Freiburg i. B. VI, Heft 4. 1892.
21. Thurmann, G.: Essai sur les soulèvements jurassiques de Porrentruy. 1832. u. 1836.
22. — Etallon. A. Lethaea Bruntrutana. Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur le „Jura bernois". 1861—1864. I. Teil: Mém. soc. naturhist. de Strassbourg. II. Teil: Porrentruy im Selbstverlag.
23. Tobler, A.: Tabellarische Zusammenstellung d. Schichtenfolge in der Umgebung von Basel. Basel 1905.

Anhang.

Zur allgemeinen Jura-Tektonik.

Es sei mir gestattet, hier noch einige Anschauungen über den Faltungsprozeß im Schweizer Jura mitzuteilen, auf die ich später vielleicht noch einmal zurückkommen werde.

Für die Beurteilung des tektonischen Aufbaues des ganzen Faltenjuras ist nach meiner Meinung ein Umstand von ganz besonderer Wichtigkeit, auf den bisher nicht genügend aufmerksam gemacht wurde, daß wir es nämlich mit zwei divergierenden Faltenzügen zu tun haben.

Wie aus der geologischen Karte von Porrentruy 1:100000 ersichtlich, trennen sich vom Mont Terrible gegen W zwei Ketten ab, die eigentliche Mont-Terrible-Kette und die Clos-du-Doubs-Kette, die bis Ursanne eng geschart sind, dann auseinanderweichen, um sich bei Glère wieder eng zusammenzuschließen. Nehmen wir nun das Blatt Montbéliard der geologischen Karte von Frankreich 1:80000 zur Hand, so können wir diesen Faltenzug weit nach Frankreich in derselben OW-Richtung streichend weiterverfolgen, und zwar als Montagnes du Lomont bis in die Gegend von Baumes les Dames. Auch nach Osten setzt sich die Mont-Terrible-Kette mit OW-Streichen fort. So sind wir berechtigt, von einem einheitlichen Lomont-Mont-Terrible-Faltenzug zu sprechen. Demgegenüber zeigen auch die südlichen Ketten von der Weißenstein- bis zur Raimeux-Kette ein einheitliches Bild, indem sie unter sich parallel das Molasseland der Mittelschweiz im Norden umrahmen. Zwischen jenen beiden Faltenzügen aber (dem Lomont-Mont-Terrible-Faltenzug einerseits und dem Weißenstein-Raimeux-Faltenbündel anderseits) liegt ein Gebiet von weniger einheitlichem Aufbau. Dieses Gebiet wird mich im folgenden vorwiegend beschäftigen. Es läßt sich folgendermaßen umgrenzen:

Im Osten haben wir das große Tertiärbecken von Delémont, dem gegenüber die übrigen Tertiärbecken im Schweizer Kettenjura untergeordnet erscheinen. Hieran schließt sich die in ihrem Streichen vollkommen abweichende und nur auf kurze Erstreckung verfolgbare Caquerellekette (zwischen dem Rauracien im NW von Saulcy und Caquerelle). Ferner gehören in dieses Gebiet die Montfavergier-Kette (vom Rauracien im NW von Saulcy bis Fossevillers)[1]) und die Vellerat-Kette (von Mervelier bis Goumois). Die beiden letztgenannten erreichen ungefähr auf der Grenze zwischen der Schweiz und Frankreich ihr Ende.

Wie es nun zur Ausbildung der beiden großen Faltenrichtungen kam, ob sie gleichzeitig entstanden sind, oder die eine von beiden früher gebildet wurde, sind Fragen, die schwer

[1]) Beide Ketten wurden ursprüglich mit dem einen Namen Caquerellekette bezeichnet. Da aber beide Ketten tektonisch wenig miteinander zu tun haben, erscheint es mir richtiger, sie mit verschiedenen Namen zu belegen.

zu entscheiden sind. Soweit der Schwarzwald der Mont-Terrible-Kette vorgelagert ist, erscheint deren OW-Streichen verständlich; doch daß auch die westliche Fortsetzung (die Lomont-Kette) diese Richtung beibehält, obwohl der Vogesenkern nicht so weit nach S reicht wie der des Schwarzwaldes, ist nicht einzusehen. Sollten sich die Vogesen vielleicht unter dem Tafeljura noch weiter gegen S fortsetzen? Was das Alter der einzelnen Ketten anlangt, so folgert Machaček in seiner geomorphologischen Studie auf Grund der verschieden weit vorgeschrittenen Abtragung in den einzelnen Juraketten, daß die nordwestlichen Ketten die ältesten seien, und daß die Faltung gegen SO fortschritt. Ist dies richtig, so kann möglicherweise als Erklärung herangezogen werden, daß die Sedimentdecke im S weit mächtiger war als im N, da im S über dem Jura noch Kreide vorhanden ist. Es hätte dann die tektonische Bewegung dort eingesetzt, wo der Sedimentmantel weniger dick war. Doch verlassen wir dieses unsichere Gebiet, um zu Greifbarerem überzugehen.

Bei der Betrachtung des zwischen beiden Faltungsrichtungen liegenden Mittelstückes (vergl. S. 40 Zeile 28 u. folgende) erscheint es vor allem erforderlich, die von Steinmann[1]) angegebenen Leitlinien (Vogesen-, Schwarzwald- und Sundgau-Linie) auf ihre Berechtigung nachzuprüfen.

Die Sundgaulinie scheint auf den ersten Blick sehr verlockend; denn sie trifft den Virgationspunkt des Mont Terrible, fällt zusammen mit der von allen anderen Ketten abweichenden Streichrichtung der Caquerelle-Kette. Die Montfavergier- und die Vellerat-Kette verschwinden westlich dieser Linie oder überschreiten sie doch nur wenig (Montfavergier-Kette). Ferner bildet die Sundgau-Linie den Nordrand des Weißenstein-Raimeux-Faltenbündels gegenüber dem von der Faltung nur in geringerem Maße betroffenen Gebiet zwischen dem Lomont-Mont-Terrible-Faltenzug im Norden und dem eben erwähnten Faltenbündel im Süden. Trotzdem erheben sich schwere Bedenken, ob wir die Sundgau-Linie zur Erklärung all dieser Verhältnisse wirklich benötigen, während die beiden anderen Linien Steinmanns, die Schwarzwald- und Vogesen-Linie, welche das Depressionsgebiet der Tertiärbecken nach beiden Seiten begrenzen, unsere gegenwärtige Vorstellung vom Bau des Schweizer Kettenjura doch wesentlich unterstützen.

Es wird allgemein angenommen, daß die Faltung das mittelschweizerische Molasseland deshalb nicht ergriffen habe,

[1]) Steinmann: Bemerkungen über die tektonischen Beziehungen der oberrheinischen Tiefebene zu dem nordschweizerischen Kettenjura.

weil hier über den mesozoischen Schichten noch etwa 1000 m Tertiär lag. Diese mächtige Tertiärbedeckung konnte von der Faltung nicht überwunden werden. Es wurde daher das Molasseland als Ganzes vorwärtsbewegt, und erst dort konnte es wieder zu einer Faltenbewegung kommen, wo im Norden diese Überdeckung fehlte. Setzen wir also den Fall, das Schweizer Molassebecken würde nicht bestehen und hätte nie bestanden, so hätte sich die Faltenbewegung am Nordrand der Alpen noch weiter fortgesetzt, und der Faltenjura hätte sich ohne merkliche Differenz an den Alpenkörper angegliedert. Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, daß die mittelschweizerische Molassesenke, die schon vor der Faltung bestand, im letzten Grund die Ursache war für die Entstehung eines selbständigen Faltenjuras; dieser wurde durch das Molasseland vom Alpenkörper abgedrängt.

Viele Tatsachen machen es nun wahrscheinlich, daß auch im Gebiet des jetzigen Kettenjura vor der eigentlichen Faltung schon Niveauunterschiede bestanden haben, und daß die mittelschweizerischen Tertiärbecken alte Depressionen darstellen (vergleichbar der Mittelschweiz), bei deren seitlicher Begrenzung die Schwarzwald- und Vogesen-Linie zur Geltung kam. Die Senken spielten nun für die Faltung eine analoge (wenn auch geringfügigere) Rolle wie das Becken der Mittelschweiz. Auch sie konnten von der Faltenbewegung nicht überwunden werden — eine Tatsache, die uns ganz verständlich erscheint, seitdem uns die Abscherungstheorie Buxtorfs den Faltungsprozeß im Schweizer Kettenjura als eine verhältnismäßig oberflächliche Erscheinung erkennen ließ. — Wie vom Tertiärgebiet der Mittelschweiz der Faltenjura vom Alpenkörper abgedrängt wurde, so ist es hier das Tertiärbecken von Delémont (demgegenüber die übrigen Tertiärbecken im Schweizer Jura untergeordnet erscheinen), das der Caquerelle-Kette längs seines Randes eine nordöstliche Richtung aufzwang. In zweiter Linie wurde auch die Clos-du-Doubs- und die Mont-Terrible-Kette von ihren westöstlichen Streichen gegen NO abgelenkt. Ganz vorzüglich paßt zu diesen Erörterungen die Überschiebungslinie, die Rollier auf seiner Karte 1 : 100000 von Montmelon bis Chavat dessus einzeichnet; denn gerade dort, wo die Caquerelle-Kette gegen die nördlich vorlagernden Ketten andrängte, mußte die Spannung am größten sein.

Einen direkten Beweis dafür, daß die Tertiärbecken tatsächlich bei der Jurafaltung als Stauwiderstand gewirkt haben, erblicke ich in der ersten Anlage von Fächerfalten, die an die Umgebung der Tertiärbecken gebunden sind.

Aus diesen Darlegungen ergibt sich, daß zur Erklärung der Umbiegung der Mont-Terrible- und Clos-du-Doubs-Kette im S von Courgenay ebenso wie für die Deutung des Verhaltens der Vellerat-Kette die Annahme einer in der Umbiegungsrichtung verlaufenden tektonischen Linie wie die Sundgaulinie Steinmanns durchaus unnötig ist.

Ich komme nun zu einer neuen tektonischen Linie, auf die meines Wissens noch niemand hingewiesen hat, und die doch mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden kann. Sie verläuft in hercynischer Richtung über Trevillers, Ferrière, Urtière, südl. von Muriaux und nördl. von Breuleux. Ob sie sich noch weiter nach N in das stark gestörte Gebiet von Montandon fortsetzt, lasse ich dahingestellt. Diese Linie würde bei Trevillers den von Maîche nach NO ziehenden Doggerkamm in 2 Teile zerlegen, würde weiterhin mit dem Verschwinden der Montfavergier-Kette zusammenfallen, würde erklären, weshalb sich die Montfavergier-Kette weiter nach W fortsetzt als die Vellerat-Kette, würde auch die eigenartigen tektonischen Verhältnisse von Fossevillers einigermaßen verständlich machen; sie würde auf den Knick des Doubs stoßen, der, während er bisher im Streichen der Schichten floß, nun diese plötzlich senkrecht zu ihrem Streichen durchbricht, würde fernerhin das Doggergewölbe, das sich von Biaufond bis zum Spiegelberg in nordöstlicher Richtung hinzieht, gegen N absetzen, ließe die Kette, die von Lajoux in südwestlicher Richtung herabzieht, im NW von Noirmont verschwinden, würde weiterhin das tektonische Problem von le Rosselet treffen und schließlich im SO von les Breuleux das Verschwinden des Höhenrückens, der im S von Genevez in südwestlicher Richtung hinzieht, erklären. Ich nenne diese Richtung die „Le-Rosselet-Trevillers-Linie“.

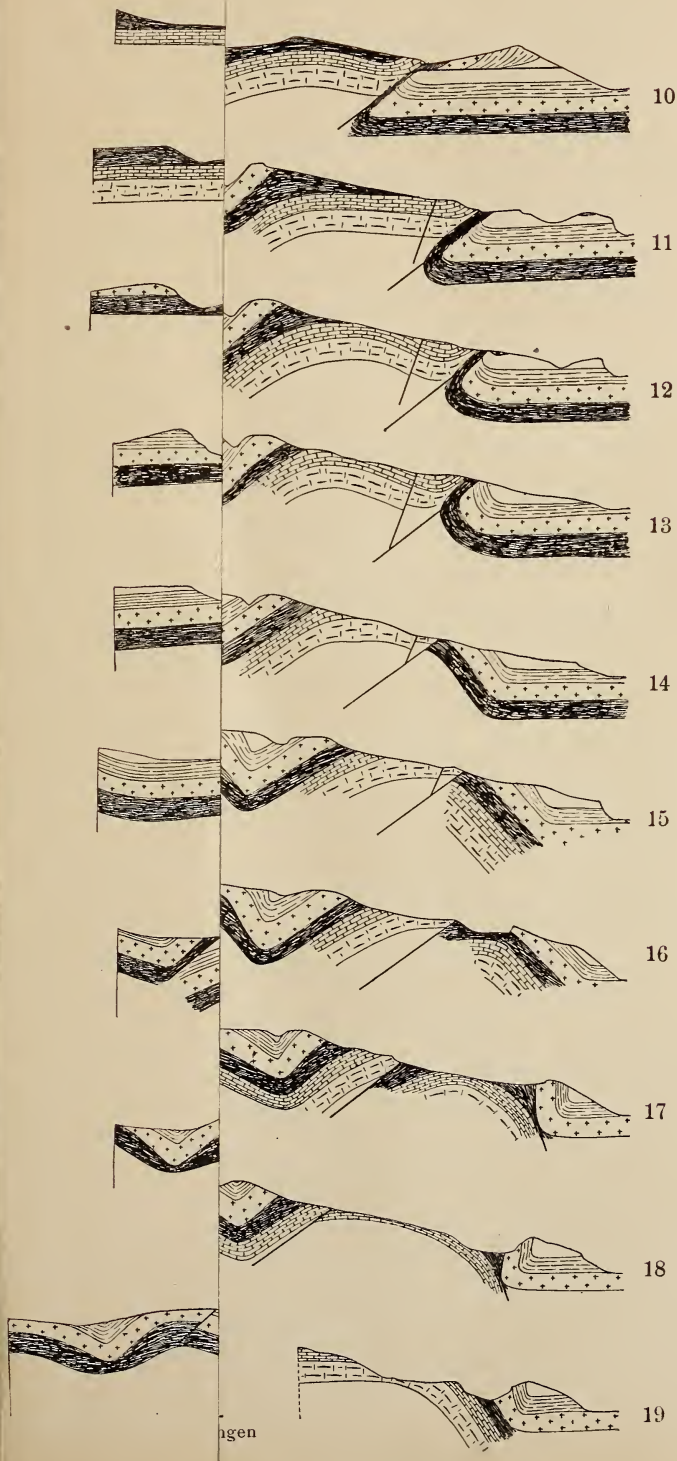
Somit würde also auch das Verschwinden der Montfavergier- und Vellerat-Kette nicht für eine von SW nach NO verlaufende tektonische Linie, wie die Sundgaulinie Steinmanns, sprechen. Das weitere Umbiegen des Jurabogens aber steht im engen Zusammenhang mit der Umbiegung des Alpensystems einerseits und der Ausdehnung des schon vor der Faltung bestehenden mittelschweizerischen Molassebeckens andererseits. Denn erst an den Randpartien dieses Beckens gelang es der südlichen Schubkraft, die Sedimentkruste in Falten zu legen.

Wir können nun die obigen Ausführungen dahin zu-

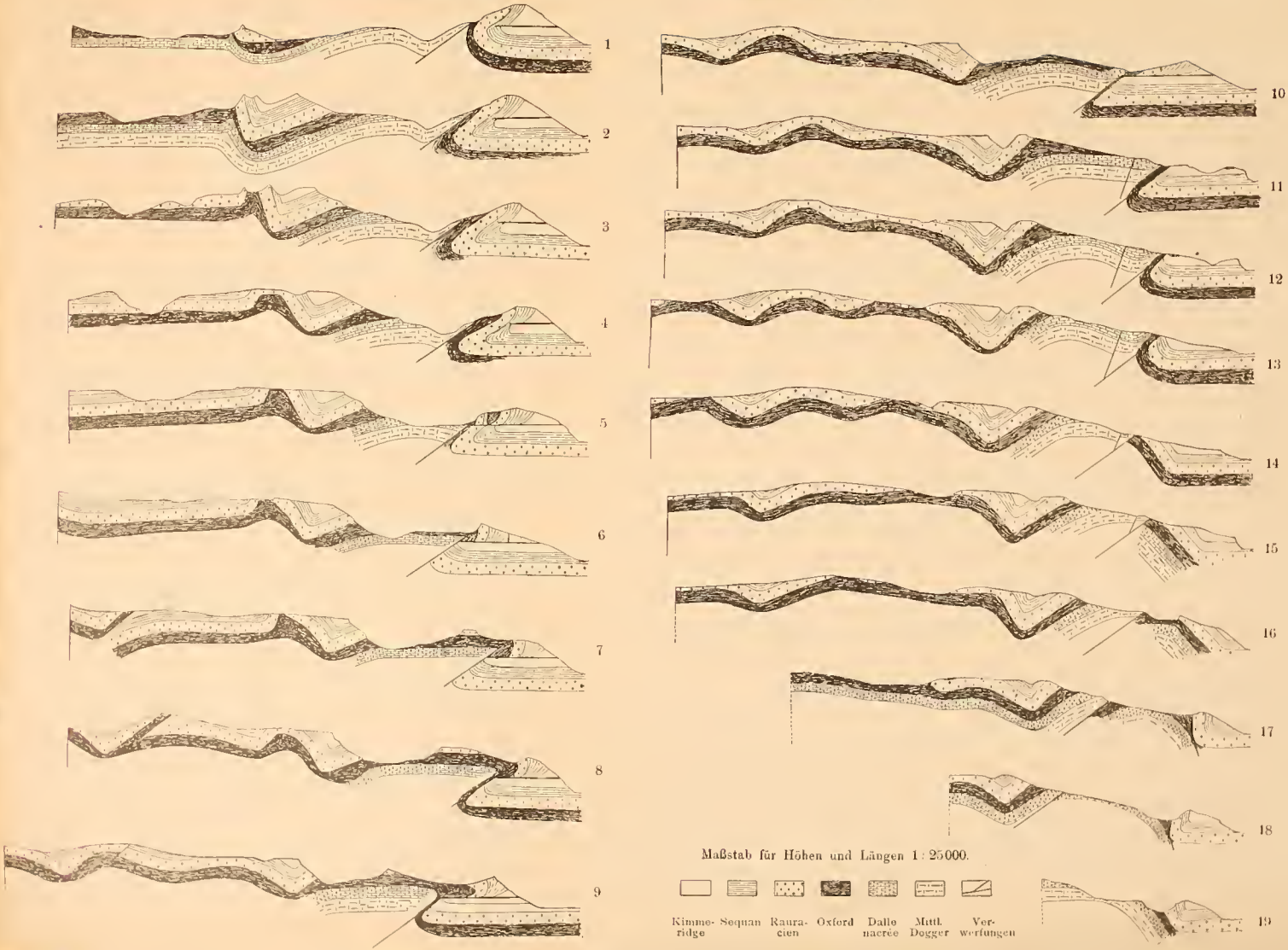
sammenfassen, daß wir erstens im Schweizer Kettenjura zwei Faltenzüge erkennen können, die sich im O des Beckens von Delémont scharen, daß ferner im Schweizer Kettenjura kein Grund für die Annahme der Sundgaulinie STEINMANNS vorliegt, sondern daß sich alle Verhältnisse, die zuerst für eine solche Linie zu sprechen schienen, erklären lassen durch STEINMANNS Vogesenlinie, durch den Widerstand des Tertiärbeckens von Delémont und die hercynische Linie Le-Rosselet-Trevillers.

Manuskript eingegangen am 1. August 1913.]

Mittl. Dogger
Dalle nacrée
Oxford
Rauracien.
Sequan.
.... Mumienbank
Kimmeridge.
Alte Flußschotter
Verwerfungen od. Überschiebungen
" " " vermutet
= Fallzeichen
= Zeichen für verticale Schichten
+ = Zeichen für horizontale Schichten
⊖ = Abbau von Schottermaterial.
Clairbief
le Doubs
Moulin Jeannotat
Pâturage du Paralour
le Cerneux
Combe Chabroyat
Seignolet
Champ d'Oiseau
Paralour
Près de Beaugourd
Malnuit
Beaugourd dessus
chez le forestier
sous la Roche
Beaugourd dessous
ès Roves
Biet de Vautenaivre
sur le Rang
Pourpier
sous la Roche
Vautenaivre
Scierie
la Plature
la Vauchotte
sur les Crins
Les Pommerats
Longue Roche
sur les Côtes
Goumois
Bémont
la Retenue
la Beute
Belfond dessus
Saignelégier
Pré St Nicolas
sur le Creos
la Baumotte


10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Profile durch die Jurakette bei Les Pommerats und Saignelégiers.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: 66

Autor(en)/Author(s): Schuh Friedrich

Artikel/Article: 2. Geologische Beschreibung der Gegend von Saignelegier und les Pommerats mit einem Anhang zur allgemeinen Juratektonik. 34-75