

**Beiträge  
zur Geologischen Karte der Schweiz**

herausgegeben von der  
**Schweizerischen Geologischen Kommission**  
(Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft)  
subventioniert von der Eidgenossenschaft

**Matériaux  
pour la Carte Géologique de la Suisse**

publiés par la  
**Commission Géologique Suisse**  
(Organe de la Société Helvétique des Sciences Naturelles)  
subventionnés par la Confédération

**Materiali per la Carta Geologica della Svizzera**

pubblicati dalla  
**Commissione Geologica Svizzera**  
(Organo della Società Elvetica di Scienze Naturali)  
sovvenzionati dalla Confederazione

**Neue Folge, 109. Lieferung**

Des ganzen Werkes 129. Lieferung

---

# **Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Porrentruy**

**(Bern Jura)**

Mit 13 Textfiguren, 2 Tabellen und 3 Tafeln

Von  
**Alfred Schneider**  
Basel

**BERN**

In Kommission bei  
**KÜMMERLY & FREY AG**, Geographischer Verlag, Bern  
1960

Gedruckt bei Stämpfli & Cie.

## Vorwort der Geologischen Kommission

Im Herbst 1957 legte Herr A. SCHNEIDER der Geologischen Kommission das Manuskript seiner Dissertation «Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Porrentruy (Berner Jura)» vor mit dem Gesuch, die Arbeit in die Serie der «Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz» aufzunehmen.

Ausgangspunkt dieser Arbeit war die Kartierung des erwähnten Gebietes auf Katasterplan 1:10 000. Diese Aufnahmen erforderten sorgfältiges Arbeiten, da das Untersuchungsgebiet so gut wie ganz dem Flachland der Ajoie angehört und nur wenige zusammenhängende Aufschlüsse aufweist.

Diese Kartenaufnahme wird für Blatt 1085 St-Ursanne des «Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000» übernommen. Herr SCHNEIDER hat bereits das Original zu diesem Atlasblatt reingezeichnet, wobei auch die Aufnahmen von H. LAUBSCHER (Bl. St-Ursanne), R. TSCHOPP (Bl. Miécourt) und P. DIEBOLD (Bl. Ocourt) zur Darstellung kommen. Die Kommission beschloss deshalb in der Sitzung vom 8. März 1958 den Druck dieser sorgfältigen Arbeit in der Serie der «Beiträge». Der Autor leistet in verdankenswerter Weise einen namhaften Beitrag an die Druckkosten.

Nach verschiedenen kleineren Bereinigungen an Text und Illustrationen durch den Autor selbst konnte im Herbst 1959 mit dem Druck begonnen werden.

Die Belegsammlung zur vorliegenden Arbeit befindet sich im Geologischen Institut Basel; die Originalkartierung ist bei der Schweizerischen Geologischen Kommission deponiert.

Für den Inhalt des Textes und der beigegebenen Illustrationen ist der Verfasser allein verantwortlich.

Basel, im Januar 1960.

Für die Schweizerische Geologische Kommission

*Der Präsident:*

Prof. Dr. L. VONDERSCHMITT



## Vorwort des Verfassers

Die vorliegende geologische Bearbeitung des Kartengebietes von Siegfriedblatt Porrentruy (88) wurde auf Anregung meines Lehrers Herrn Prof. Dr. L. VONDERSCHMITT in Angriff genommen. Die Untersuchungen im Felde erfolgten teils in den Sommermonaten, teils in den vegetationsarmen Wintermonaten während der Jahre 1954–1956. Die Auswertung und Zusammenstellung der Ergebnisse wurde im Geologischen Institut der Universität Basel ausgeführt. Als topographische Unterlagen der Kartierung standen Photoreproduktionen der Originale des Blattes Porrentruy des «Plan d'ensemble 1:10 000 édité par l'Office cantonal du catastre Berne» zur Verfügung. Im übrigen konnten im nördlichen Jura die Blätter der Landeskarte der Schweiz 1:25 000 benützt werden.

Während der Ausführung der Arbeit wurde mir von verschiedener Seite Hilfe zuteil. Insbesondere bin ich meinem verehrten Lehrer Prof. Dr. L. VONDERSCHMITT zu grossem Dank verpflichtet, der mich mit der Methodik der Feldgeologie vertraut machte und mir stets mit Anregungen und Ratschlägen Unterstützung gewährte. Dank möchte ich auch Herrn Prof. Dr. M. REICHEL aussprechen, dessen bereitwillige Hilfe bei der Beurteilung von Dünnschliffen und isolierten Foraminiferen eine wesentliche Förderung bedeutete. Herr Prof. Dr. A. BUXTORF überliess mir in verdankenswerter Weise Kartenmaterial zur Einsicht. Auch den Herren Dr. P. DIEBOLD und Dr. W. NABHOLZ möchte ich an dieser Stelle für Anregungen und gemeinsame, fruchtbare Begehungen des Geländes bestens danken.

Herr Dr. H. OERTLI übernahm die vorläufige Bestimmung von Ostracoden aus den mergeligen Lagen des oberen Malmes.

Ferner gewährten mir treffliche und tatkräftige Unterstützung bei Arbeiten im Felde die Studienkollegen Herren M. GEIGER, H. GOLDSCHMID, P. HERES, L. HOTTINGER, G. HUBER und Dr. H. LAUBSCHER.

Endlich bin ich auch meinen Eltern zu Dank verpflichtet, welche mir das Studium ermöglichten.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Vorwort der Geologischen Kommission . . . . .	III	c) Schotter . . . . .	40
Vorwort des Verfassers . . . . .	V	d) Die Lehme . . . . .	40
Inhaltsverzeichnis . . . . .	VII	5. Fossile Brennstoffe . . . . .	41
Verzeichnis der Textfiguren, Tabellen und Tafeln . . . . .	VIII		
Literaturverzeichnis . . . . .	IX	<b>Tektonik . . . . .</b>	42
Zitierte und verwendete Karten . . . . .	XIII	A. Die tektonische Lage des Untersuchungsgebietes . . . . .	42
Bemerkungen zu den Tafeln I-III . . . . .	XIV	B. Bezeichnung der Strukturen . . . . .	42
<b>Einleitung . . . . .</b>	1	C. Tektonische Beschreibung . . . . .	44
<b>Bisherige Untersuchungen . . . . .</b>	2	1. Die Störung von Haut du Mont und das Pont-	
<b>Stratigraphie . . . . .</b>	3	d'Able-Gewölbe . . . . .	44
A. Malm . . . . .	3	a) Die Verwerfung von Haut du Mont . . . . .	44
1. Einleitung . . . . .	3	b) Das Pont-d'Able-Gewölbe . . . . .	45
2. Rauracien . . . . .	5	c) Das im N vorgelagerte Tafelland . . . . .	46
3. Plattige Kalke . . . . .	5	2. Die Mulde oder Synklinale von Porrentruy . . . . .	46
4. Unteres und mittleres Séquanien . . . . .	6	a) Der Abschnitt westlich B16a . . . . .	47
a) Natica-Mergel . . . . .	6	b) Der Abschnitt zwischen B16a und B15a . . . . .	47
b) Mumienbank . . . . .	7	c) Der Abschnitt östlich B15a . . . . .	48
c) Humeralisschichten . . . . .	8	3. Die Banné-Antiklinale . . . . .	49
5. Oberes Séquanien und unteres Kimmeridgien . . . . .	8	a) Einleitung . . . . .	49
6. Oberes Kimmeridgien . . . . .	10	b) Der Abschnitt zwischen B17 und B16a . . . . .	49
a) Pterocera-Mergel . . . . .	10	c) Der Abschnitt zwischen B16a und B15 . . . . .	50
b) Untere Kalke . . . . .	11	d) Der Abschnitt östlich B15 . . . . .	52
c) Mergellagen . . . . .	11	e) Schlussbemerkung . . . . .	53
d) Obere Kalke . . . . .	12	4. Das Bruchbündel von Creux Genat . . . . .	53
7. Unteres Portlandien . . . . .	13	a) Die Verwerfung von Creux Genat (A) bei	
a) Virgula-Mergel . . . . .	13	Bois de Montaigre . . . . .	54
b) Kalke des unteren Portlandien . . . . .	14	b) Die Verwerfungen A, B, C im Gebiet der	
B. Tertiär . . . . .	14	Combe de Varu und Combe Vaillay . . . . .	54
1. Eozän . . . . .	14	c) Die Verwerfungen A und B ESE Che-	
2. Oligozän . . . . .	15	venez . . . . .	55
a) Sannoisien (Konglomerate von Porren-		d) Schlussbemerkung . . . . .	55
truy) . . . . .	16	5. Die Malmtafel von Monin . . . . .	57
Aufschlüsse . . . . .	16	a) Die kleine Falte NE Devant Monin . . . . .	58
Gesteine der Konglomerate von Porren-		b) Die Verwerfung B18 . . . . .	58
truy . . . . .	23	c) Die Verwerfung B19 . . . . .	58
b) Rupélien . . . . .	25	6. Das Malmgebiet zwischen Banné-Antiklinale	
c) Chattien . . . . .	27	und Mont-Terri-Kette mit den Vorgewölben	
d) Fragliche oligozäne Bildungen . . . . .	28	und der Überschiebungsmasse von Les Ecos . . . . .	58
e) Allgemeine Bemerkung zu den oligozänen		7. Die rheintalischen Querstörungen . . . . .	60
Sedimenten . . . . .	28	8. Die Altersfrage der Verwerfungen . . . . .	63
f) Die Auflagerungsverhältnisse des Oligo-			
zäns und die damalige Oberfläche . . . . .	30	<b>Morphologie und allgemeine Tektonik . . . . .</b>	64
g) Diskussion der Altersfrage des Oligozäns		A. Die präpontische Peneplain . . . . .	64
auf Blatt Porrentruy . . . . .	33	B. Die Bewegungsphasen . . . . .	65
Die Ajoie . . . . .	34	C. Zur Frage der quartären Bewegungen . . . . .	66
Die Rolle des Système de Bourogne . . . . .	35	D. Die Täler . . . . .	67
Sannoisien im Liegenden des marinen		1. Die Trockentäler . . . . .	67
Rupéliens bei Oltingue und Wolsch-		2. Das Allaine-Tal . . . . .	68
willer im Oberelsass . . . . .	35	3. Die Durchtalung des Banné-Gewölbes . . . . .	68
3. Pliozän . . . . .	39	4. Der Karst . . . . .	69
4. Quartär . . . . .	39	5. Die Quellen . . . . .	70
a) Gehängeschutt . . . . .	39		
b) Kalktuff . . . . .	40	<b>Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse . . . . .</b>	71

## Verzeichnis der Textfiguren, Tabellen und Tafeln

### Textfiguren

Fig. 1. Diskordante Auflagerung der Konglomerate von Porrentruy (Sannoisien) auf Kimmeridgien bei Le Seu, S Cœuve . . . . .	Seite 16
Fig. 2. Geologisches Profil durch das Stadtgebiet von Porrentruy . . . . .	18
Fig. 3. Schematisches Profil des Sannoisien N Mavalau . . . . .	19
Fig. 4. «Coupe des carrières du bas de la Combe-de-l'Oiselier près Porrentruy». (Neu gezeichnet nach ROLLIER 1910) .	21
Fig. 5. Rekonstruktionsversuch des mit unteroligozänen Konglomeraten von Porrentruy erfüllten Rinnensystems, 1:50 000 . . . . .	29
Fig. 6. Die Verbreitung der tertiären Auflagerungs- und Einebnungsflächen auf Blatt Porrentruy, 1:75 000 . . . . .	31
Fig. 7. Schematische geologische Profile durch die Umgebung von Porrentruy zur Zeit der Ablagerung des Oligozäns	32
Fig. 8. Schematisches geologisches Sammelprofil durch das Oligozän der Ajoie und des Sundgaues . . . . .	36
Fig. 9. Vergleich der oligozänen Bildungen im Rheintalgraben, im Golf von Montbéliard (Bourgoigne) und am Jura-Nordrand . . . . .	38
Fig. 10. Geologische Übersichtsskizze der Ajoie und der nördlichen Mont-Terri-Kette, 1:125 000 . . . . .	43
Fig. 11. Geologische Kartenskizze der Gegend von Mavalau, 1:10 000 . . . . .	51
Fig. 12. Tektonische Kartenskizze der Gegend von Chevenez, 1:12 500 . . . . .	56
Fig. 13. Geologische Profile durch die Banné-Antiklinale bei La Perche E Porrentruy, 1:10 000 . . . . .	66

### Tabellen

Tab. 1. Gliederung des Malmes in der Ajoie und im Berner Jura nach THURMANN (1859), LAUBSCHER (1948), TSCHOPP und dem Verfasser. . . . .	4
Tab. 2. Verteilung einiger Komponenten in den oligozänen Sedimenten . . . . .	28

### Tafeln

Tafel I	Tektonische Karte des Gebietes von Siegfriedblatt Porrentruy, 1:25 000.
Tafel II	Profilserie durch das Gebiet von Siegfriedblatt Porrentruy, 1:25 000.
Tafel III	Strukturkarte des Gebietes von Siegfriedblatt Porrentruy, 1:25 000.

## Literaturverzeichnis

- ANDREAE, A. (1884): Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs. Abb. Geol. Spez.-Karte von Elsass-Lothringen, Bd. II, H. 3, Strassburg.
- AUBERT, D. (1950): Nouvelles observations sur le niveau à *Exogyra virgula* dans le Jura. Bull. Lab. Géol. Min. Géophys., Lausanne, N° 95.
- BARBIER, R. (1938): Etude micropaléontologique des terrains stampiens du district d'Ohlungen (Bassin de Pechelbronn). Bull. Serv. carte géol. Alsace et Lorraine, T. 5, Strasbourg.
- BERNOULLI, CHR. (1811): Geognostische Übersicht der Schweiz. Basel.
- BITTERLI, P. (1945): Geologie der Blauen- und Landskronkette südlich von Basel. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF., 81. Liefg.
- BRAUN, E. VON (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Hochrheingebiet zwischen Zurzach und Eglisau. Eclogae geol. Helv. 46, 2.
- BRONGNIART, A. (1829): Tableau des terrains qui composent l'écorce du globe, ou essai sur la structure de la partie connue de la terre. Paris.
- BÜDEL, J. (1938): Die quantitative Bedeutung der periglacialen Verwitterung, Abtragung und Talbildung in Mitteleuropa. Verh. III. internat. Quartärkonferenz, Wien.
- (1943): Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. Geol. Rundschau, Bd. XXXIV.
- BUXTORF, A. (1915): Die Wasserversorgung der Ortschaften im Bezirk Pruntrut. Hg.: Chefarzt 4. Division.
- (1916): Prognosen und Befunde beim Hauensteinbasis- und Grenchenbergtunnel und die Bedeutung der letztern für die Geologie des Jura gebirges. Verh. Natf. Ges. Basel, Bd. XXVII.
- (1934): Geol. Führer der Schweiz, Fasc. VIII.
- BUXTORF, A., und LEHNER, E. (1920): Rheintalische Brüche in der Montterrible-Kette und im Clos du Doubs. Eclogae geol. Helv. 16, 1.
- CAILLEUX, A. (1942): Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. Mém. Soc. Géol. France, 21, N° 46.
- (1952): Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie. Geol. Rundschau, 40.
- CHABOT, G. (1927): Les plateaux du Jura central. Etude morphogénique, Paris.
- CHRIST, P. (1924): Die Bohrung von Allschwil bei Basel. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser. X. Liefg.
- CONTEJEAN, CH. (1859): Etude de l'Etage Kimméridien dans les environs de Montbéliard et dans le Jura, la France et l'Angleterre. Mém. Soc. d'Emulation du Doubs, Séance 1858, Paris.
- CUVILLIER, J. (1955): Sur l'origine de *Microcodium*. Bull. Soc. géol. France, 6<sup>e</sup> sér., t. 5.
- DIEBOLD, P. (1960): Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Ocourt. Beitr. Geol. Karte Schweiz. Im Druck.
- DREYFUSS, M. (1954): Le Jura dans les mers du Jurassique supérieur. Mém. Soc. géol. France. NS., t. XXXIII, fasc. 1, N° 69.
- EPPEL, P. (1947): Geologische Beschreibung der Umgebung von Sonceboz im Berner Jura. Dissertation Bern.
- ERZINGER, E. (1943): Die Oberflächenformen der Ajoie (Berner Jura). Mitt. Geogr.-ethnolog. Ges. Basel, Bd. VI.
- FALLOT, P., et CORROY, G. (1933): Note stratigraphique préliminaire sur la région comprise entre Baume-les-Dames et Brémencourt. Bull. serv. Carte géol. France, N° 181, t. XXXIV. Paris.
- FAURE-MURET, A., et FALLOT, P. (1954): La formation à *microcodium* au pourtour de l'Argentera-Mercantour. Bull. Soc. géol. France, t. 4, 6<sup>e</sup> série.
- FOERSTER, B. (1888): Die Gliederung des Sundgauer Tertiärs. Mitt. Comm. geol. Landesuntersuch. von Elsass-Lothringen, Bd. 1. Strassburg.



- FOERSTER, B. (1904): Weisser Jura unter dem Tertiär des Sundgaus im Ober-Elsass. Mitt. Geol. Landesanst. Elsass-Lothringen, Bd. V, H. 5, Strassburg.
- (1909): Oberer Melanienkalk zwischen Huppererde und Fischechiefer bei Buchweiler im Ober-Elsass. Mitt. geol. Landesanst. Elsass-Lothringen, Bd. VII, H. 1, Strassburg.
- FOURNIER, E. (1923): Explorations souterraines et recherches hydrologiques en Franche-Comté. 1<sup>o</sup> Les Gouffres. Besançon. 2<sup>o</sup> Grottes et rivières souterraines. Besançon.
- GILLET, S., et SCHNEEGANS, D. (1933): Stratigraphie des terrains jurassiques dans la région de Ferrette (Jura alsacien). Bull. service carte géol. Alsace et Lorraine, t. 2, fasc. 1.
- GILLET, S., et THEOBALD, N. (1936): Les sables marins de l'Oligocène du Haut Rhin. Bull. service carte géol. Alsace et Lorraine, t. III.
- GLANGEAUD, L. (1949/50): Le rôle du socle dans la tectonique du Jura. C. R. Soc. géol. Belgique, tome 73; Session extraordinaire, Besançon 1947, Soc. géol. Belgique et Soc. belge de géologie.
- GLAUSER, A. (1936): Geologische Beschreibung des Kartengebietes von Blatt Montfaucon im Berner Jura. Verh. Natf. Ges. Basel, Bd. XLVII.
- GOGUEL, J. (1952): Traité de tectonique. Paris.
- GRAHMANN, R. (1920): Der Jura der Pfirt im Ober-Elsass. Neues Jb. Min., Geol. Pal. Beil. Bd. XLIV, Stuttgart.
- GREPPIN, J. B. (1870): Le Jura Bernois et districts adjacents. Mat. carte géol. Suisse, 8<sup>e</sup> liv., Berne.
- GRESSLY, A. (1853): Nouvelles données sur les faunes tertiaires d'Ajoie. Actes Soc. helv. sc. nat., 38<sup>e</sup> session, Porrentruy.
- HERZOG, P. (1956): Die Tektonik des Tafeljura und der Rheintalflexur südöstlich von Basel. Eclogae geol. Helv. 49, 2.
- HUMMEL, K. (1914): Die Tektonik des Elsgaues. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br., Bd. XX.
- KABELAC, F. (1955): Beiträge zur Kenntnis und Entstehung des unteren Weissjuras am Ostrand des südlichen Oberrheingrabens. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br., Bd. 45.
- KELLER, W. T. (1922): Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Delsbergerbecken und Oberrheinischer Tiefebene. Eclogae geol. Helv. 17, 1.
- KELTERBORN, P. (1944): Beobachtungen im Mont-Terri-Gebiet zwischen Courgenay und Asuel (Berner Jura). Eclogae geol. Helv. 37, 2.
- KESSLER, P. (1909): Die tertiären Küstenkonglomerate in der Mittelrheinischen Tiefebene mit besonderer Berücksichtigung der elsässischen Vorkommen. Mitt. geol. Landesanst. Elsass-Lothringen, Bd. VII, H. 2.
- KILIAN, W. (1884): Note sur les terrains tertiaires du territoire de Belfort et des environs de Montbéliard (Doubs). Bull. Soc. géol. France, 3<sup>e</sup> sér., t. 12.
- KILIAN, W., et DEECKE, W. (1884): Description géologique des environs N de Maiche. Mém. Soc. d'Emulation de Montbéliard.
- KISSLING, E. (1895): Die Fauna des Mitteloligozäns im Berner Jura. Abh. Schweiz. Pal. Ges., Vol. XXII.
- KOBY, F. (1885): Le trou de Mavaloz. Actes Soc. jur. d'Emulation, 34<sup>e</sup> session, Porrentruy.
- (1886): Hydrographie et Hydrologie des environs de Porrentruy. Porrentruy.
- (1889): Les grottes de Milandre. Actes Soc. jur. d'Emulation.
- KOBY, F. ED. (1955): Aperçu sur les mammifères tertiaires et quaternaires des environs de Porrentruy. Recueil d'études et trav. scientif., 135<sup>e</sup> session Soc. helv. sc. nat., Porrentruy.
- KOECHLIN, E. (1942): *Pseudocyclamina* n. sp. aus den Virgulamergeln des Berner Jura. Eclogae geol. Helv. 35.
- LAUBSCHER, H. (1948): Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt St. Ursanne (Berner Jura). Beitr. geol. Karte Schweiz, NF., 92. Liefg.
- LAVOCAT, R. (1955): Le genre *Hipparion*, la limite mio-pliocène, les corrélations stratigraphiques entre Europe, Amérique et Inde. Bull. Soc. géol. France, 6<sup>e</sup> sér., t. 5, fasc. 4-6.
- LEHNER, E. (1920): Geologie der Umgebung von Bretzwil im nordschweizerischen Juragebirge. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF., 47. Liefg., II Abt.
- LIÈVRE, L. (1940): Hydrologie de la Haute-Ajoie et découverte d'une rivière souterraine du Jura Bernois. Porrentruy.



- LIÈVRE, L. (1955): Etudes, recherches et travaux dans différents domaines des sciences naturelles en Ajoie, dans le Jura et les régions avoisinantes. Recueil d'études et trav. scientif., 135<sup>e</sup> session Soc. helv. sc. nat. Porrentruy.
- LINIGER, H. (1925): Geologie des Delsbergerbeckens und der Umgebung von Movelier. Beitr. geol. Karte Schweiz. N. F., 55. Liefg.
- (1953): Zur Geschichte und Geomorphologie des Nord-Schweizerischen Juragebirges. Acta geogr. helv., VIII, N° 4.
- MACHÁČEK, F. (1905): Der Schweizer Jura. Versuch einer geomorphologischen Monographie. Petermanns Mitt., Ergänzungsheft 150, Gotha.
- MARCOU, J. (1848): Recherches géologiques sur le Jura salinois. Mém. Soc. géol. France, 2<sup>e</sup> sér., t. 3, Paris.
- MEYER, L. (1908): Compte-rendu de l'excursion à Froidefontaine. 7<sup>e</sup> Congr. Assoc. franc-comtoise. Belfort.
- (1916): Le sondage de Charmois. Bull. Soc. Belfortaine d'Emulation, N° 34, Belfort.
- (1917): Notice sur l'Oligocène du Territoire de Belfort. C. R. Sommaire Soc. géol. France, N° 7.
- (1921): Essai d'une stratigraphie comparée de la Haute Alsace et du territoire de Belfort. C. R. Congrès des Soc. savantes en 1920: Sciences.
- (1927): War zur Unteroligozänzeit die burgundische Pforte nach Westen abgeschlossen? Centralbl. f. Min. etc., Abt. B, N° 4.
- (1928): Etude stratigraphique du terrain oligocène de la Haute Alsace et du Territoire de Belfort. Bull. service carte géol. Alsace et Lorraine, t. 1, 1920-27. Strasbourg.
- MEYER, L., et HOTZ, W. (1928): C. R. des excursions de la Société géologique Suisse dans les environs de Bâle et en Alsace. Eclogae geol. Helv. 21, 1.
- MOHLER, W. (1938): Mikropalaeontologische Untersuchungen in der nordschweizerischen Juraformation. Abh. Schweiz. Pal. Ges., Bd. LX.
- NABHOLZ, W., et SCHNEIDER, A. (1955): C. R. de l'excursion de la Société géologique Suisse dans le Jura. Eclogae geol. Helv. 48, 2.
- NERTZ, R. L. (1951): Die ländlichen Siedlungen der Ajoie. Mitt. Geogr.-ethnolog. Ges. Basel.
- OERTLI, H. J. (1957): *Ostracodes* du Jurassique supérieur du Bassin de Paris. Revue de l'Inst. Français du Pétrole, 12, 6.
- PERRONNE, A. (1955a): Vestiges des périodes glaciaires dans le Jura. Recueil d'études et trav. scientif., 135<sup>e</sup> session Soc. helv. sc. nat., Porrentruy.
- (1955b): Observations aérotectoniques en contradiction avec les théories actuelles sur la formation du Jura. Recueil d'études et trav. scientif., 135<sup>e</sup> session Soc. helv. sc. nat., Porrentruy.
- ROLLIER, L. (1888): Etude stratigraphique sur le Jura Bernois, les faciès du Malm jurassien. Arch. sc. phys. nat., t. XIX, N° 2, Genève.
- (1894): Le Malm du Jura et du Randen, étude de nomenclature et de parallélisme stratigraphique. C. R. Congr. géol. internat., 6<sup>e</sup> session, Zurich.
- (1897): C. R. de l'excursion dans l'Oligocène des environs de Porrentruy, le 6 sept. 1897. Bull. Soc. géol. France, t. 25.
- (1898): Deuxième supplément à la description géologique de la partie jurassienne de la feuille VII. Mat. carte géol. Suisse, NS., VIII<sup>e</sup> liv.
- (1910): Troisième supplément à la description géologique de la partie jurassienne de la feuille VII. Mat. carte géol. Suisse, NS., XXV<sup>e</sup> liv.
- ROTHPLETZ, W. (1933): Geologische Beschreibung der Umgebung von Tavannes im Berner Jura. Verh. Natf. Ges. Basel, XLIII.
- RUTTE, E. (1950): Über Jungtertiär und Altdiluvium im südlichen Oberrheingebiet. Ber. Natf. Ges. Freiburg i.Br., Bd. 40.
- (1953a): Gesteinsbildende Algen aus dem Eozän von Kleinkembs am Isteiner Klotz in Baden. Neues Jb. Geol. Pal., Mh. 11, Stuttgart.
- (1953b): Süßwasserkalke aus dem Kaiserstuhl und Breisgau. Ber. Natf. Ges. Freiburg i.Br., Bd. 43, H.1.
- (1953c): Die Algenkalke aus dem Miocän von Engelwies in Baden. Neues Jb. Geol. u. Paläontol. Abh. 98, 2, Stuttgart.

- SALOMON, W. (1919): Die Bedeutung des Pliozäns für die Morphologie Südwestdeutschlands. Sitzungsber. Heidelberger Akad. Wissensch. Math. Natw. Kl. Abt. A, 1. Abh.
- SCHMIDT, C., und CHRIST, P. (1924): Die Bohrungen von Buix bei Pruntrut und Allschwil bei Basel. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser. X.
- SCHNEEGANS, D. (1932): Sur l'âge des failles du Jura alsacien. C. R. Somm. Soc. géol. de France, N° 2.
- (1934): Feuille de Ferrette (notice explicative sommaire). Serv. Carte géol. d'Alsace et Lorraine, Strasbourg.
- SCHNEEGANS, D., et THEOBALD, N. (1948): Observations nouvelles sur le chevauchement frontal du Jura alsacien. Bull. Soc. géol. France, 5<sup>e</sup> sér., tome XVIII.
- SCHWABE, E. (1939): Morphologie der Freiberge (Berner Jura). Basel.
- SUTER, H. (1936): Geologische Beschreibung der Kartengebiete Les Bois und St-Imier im Berner Jura. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF., 72. Liefg.
- THEOBALD, N. (1935): Les alluvions du Pliocène supérieur de la région du Sundgau. Bull. Soc. Industr. Mulhouse, t. 10, 1.
- THIESSING (1871): Knochenfunde bei Pruntrut. Berner Mitt.
- THURMANN, J. (1832): Essai sur les soulèvements jurassiques. 1. Strasbourg.
- (1834): Idées relatives aux soulèvements jurassiques. Bull. Soc. géol. France. 1. Paris.
- (1836): Essai sur les soulèvements jurassiques. 2. Porrentruy.
- (1837): Sur les soulèvements jurassiques. Actes de la Soc. helv. sc. nat.
- (1851): Sur une chance défavorable que certaines structures orographiques offrent dans les chaînes du Jura à recherche du sel gemme. Mitt. Natf. Ges. Bern, N° 200, S. 33.
- (1852): Esquisses orographiques de la chaîne du Jura. Porrentruy.
- (1853): Résumé des lois orographiques de la chaîne du Jura. Actes de la Soc. helv. réunie à Porrentruy, 38<sup>e</sup> sess.
- (1853): Premières données sur les terrains tertiaires de l'Ajoie. Extrait de la lettre XI des lettres écrites du Jura à la Soc. Hist. nat., Berne. Mitt. Natf. Ges. Bern 1950–1953.
- (1855): Résumé relatif au pélomorphisme des roches. Actes Soc. helv. réunie à La Chaux-de-Fonds.
- (1856): Essai d'orographie jurassique. Mém. Inst. Genevois.
- THURMANN, J., et ETALLON, A. (1859): *Lethea Bruntrutana*. Mém. Soc. helv. sc. nat., vol. 18–20, 1861–1864.
- TOBLER, A. (1926): Über *Cyclammia sequana*. Eclogae geol. Helv. 19, 3.
- TSCHOPP, R. (1960): Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Miécourt. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF. Im Druck.
- VONDERSCHMITT, L. (1941): Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft im nord-schweizerischen Jura. Eclogae geol. Helv. 34, 2.
- (1942): Geologische Ergebnisse der Bohrungen von Hirtzbach bei Altkirch (Ober-Elsass). Eclogae geol. Helv. 35, 1.
- WAGNER, W. (1924): Woher und wann trat das Tertiärmeer zum erstenmal in die Rheintalsenke ein? Notizbl. Verein Erdkunde Hess. Geol. Landesanst., 5. Folge, H. 7.
- (1938): Das Unteroligozän (Sannoisien) im Rheintalgraben unter Berücksichtigung seiner Lagerstätten. Notizbl. Hess. Geol. Landesanst., 5. Folge, H. 19, Darmstadt.
- WITTMANN, O. (1937): Tektonik und diluviale Sedimentation im Oberrheingebiet. Bad. geol. Abh., Jg. IX, H. 1/2.
- (1938/39): Die Phasengliederung der diluvialen Rheintaltektonik und die Stratigraphie des gebirgsrandnahen oberrheinischen Diluviums. Bad. geol. Abh., Jg. X, H. 1/2.
- (1941): Gibt es auch im Diluvium orogene Phasen? Geol. Rundschau, Bd. 32/3.
- ZIEGLER, P. (1956): Geologische Beschreibung des Blattes Courtelary (Berner Jura) und zur Stratigraphie des Séquanien im zentralen Schweizer Jura. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF., 102. Liefg.

## Zitierte und verwendete Karten

### a) Topographische Karten

#### *Landeskarte der Schweiz. Carte nationale de la Suisse*

1:25 000, Blatt St-Ursanne,	Nr. 1085, 1952.
1:25 000, Blatt Damvant,	Nr. 1084, 1953.
1:25 000, Blatt Bonfol,	Nr. 1065, 1953.
1:25 000, Blatt Rodersdorf,	Nr. 1066, 1953.
1:50 000, Blatt Boncourt,	Nr. 212, 1953.
1:50 000, Blatt Clos du Doubs,	Nr. 222, 1952.

#### *Topographischer Atlas der Schweiz (Siegfriedatlas)*

1:25 000, Blatt Porrentruy,	Nr. 88, 1933.
-----------------------------	---------------

#### *Plan d'ensemble 1: 10 000*

Blatt Porrentruy	Druck und Photoreproduktion
Blatt Ocourt	Photoreproduktion
Blatt Fahy	Druck
Blatt Réclère	Druck
Blatt Miécourt	Druck

#### *Cartes du Service géographique de l'armée de la France*

1:10 000, Feuille de Delle 3c-d.

### b) Geologische Karten

Geologische Generalkarte der Schweiz, 1:200 000, Blätter Basel-Bern 1942 und Neuchâtel 1944, publ. Schweizerische Geologische Kommission.

Geologische Karte der Schweiz, 1:100 000, Bl. VII 1904, publ. Schweizerische Geologische Kommission.

Carte géologique détaillée de la France, Feuille de Montbéliard, 1:80 000, 1933.

Carte géologique de la France, 1:50 000, Feuille de Ferrette, 1927.

HUMMEL, K., Geologische Karte des Elsgaues. Handkopie des Originals (unveröffentlicht), 1912/13.

## Bemerkungen zu den Tafeln I-III

### *Tafel I: Tektonische Karte des Gebietes von Siegfriedblatt Porrentruy*

Die Resultate der im Maßstab 1:10 000 ausgeführten Detailkartierung sind auf Tafel 1 schematisch dargestellt. Um tektonische Strukturen als Ganzes behandeln zu können, und um den Zusammenhang zu wahren, musste die Karte über den westlichen und den nördlichen Blattrand hinaus, gegeben durch die Begrenzung der Siegfriedblätter, erweitert werden. Bei Bressaucourt ist die Darstellung von Gebieten im Bereiche des Blattrandes aus der Karte der Arbeit DIEBOLD übernommen worden. SE<sup>1)</sup> Chevenez dagegen beruht die Tafel 1, sofern sie das Tafelland bis zur Überschiebungslinie betrifft, auf eigener Kartierung und weicht nur geringfügig von derjenigen DIEBOLDS ab.

Alle Höhen und Ortsbezeichnungen stimmen mit denjenigen der Landeskarte der Schweiz 1:25 000 (Bl. 1085 St-Ursanne) überein, wobei nur diejenigen Elemente übernommen wurden, die im Text Erwähnung finden oder sich zum Verständnis als notwendig erweisen. Schutt und Quartär sind stark vereinfacht dargestellt und dort, wo es dienlich erschien, auch ganz weggelassen worden.

### *Tafel II: Profilserie durch das Gebiet von Siegfriedblatt Porrentruy*

Da das Untersuchungsgebiet nur relativ kleine Höhendifferenzen enthält und auch die tiefsten Einschnitte die Basis des Mahn nicht erreichen, wurden die Profile nur für die oberflächennahen Schichten gezeichnet, für welche Aussagen mit einiger Sicherheit möglich sind.

Damit die Verbindung gegen S bestehen bleibt, sind die randlichen Überschiebungsgebiete z.T. noch mitberücksichtigt, d. h. nach den Profilen von DIEBOLD ergänzt worden.

### *Tafel III: Strukturkarte des Gebietes von Siegfriedblatt Porrentruy*

Vom Beibehalten des Horizontes Rauracien-Plattige Kalke, welcher im N-Schenkel der Mont-Terri-Kette (DIEBOLD, Taf. III) als Bezugsfläche dient, musste abgesehen werden, da diese ja im Untersuchungsgebiet meist in der Tiefe verborgen bleibt. So lag es denn nahe, als Bezugsfläche die Pterocera-Mergel zu wählen, welche im Felde nicht nur leicht erkennbar sind, sondern auch in weiten Gebieten anstehen.

In der Umgebung des Pont-d'Able-Gewölbes hingegen erschien die Verwendung der Grenze Plattige Kalke-unteres Séquanien angezeigt, weil das hangende Kimmeridgien längst der Abtragung anheimgefallen ist und die Erosion sogar auf das Rauracien hinabgreift.

Die Strukturkarte stellt die wahrscheinlichste Interpretation der Feldbefunde dar, und in manchen Abschnitten ist sie zusammen mit den ihr zugrunde liegenden Profilen hypothetischer Art (z.B. E-Ende Banné-Antiklinale).

Für Erweiterungen über den Blattrand hinaus gelten die bei Taf. I angeführten Gründe.

---

<sup>1)</sup> E = Ost, östlich; S = Süd, südlich; W = West, westlich; N = Nord, nördlich; SE = Süd-Ost, süd-östlich etc.



## Einleitung

Zusammen mit den Arbeiten, die auf den umliegenden Siegfriedblättern entstanden sind (H. LAUBSCHER 1948, St-Ursanne; R. TSCHOPP 1960, Miécourt; R. DIEBOLD 1960, Ocourt), sollen die vorliegenden Ausführungen ein Ganzes bilden, weshalb im folgenden auf obige Texte in hohem Masse Bezug genommen wird.

Trotzdem im Laufe der Zeit mehrere geologische Arbeiten in der Ajoie ausgeführt worden sind, ist es von Interesse, mit Hilfe einer neuen Detailkartierung das Verhalten der rheintalischen Störungen zu untersuchen und namentlich ihre Interferenzen mit den E-W gerichteten Strukturen zu verfolgen. Besondere Aufmerksamkeit erheischt dabei die Frage nach der altersmässigen Anlage beider Elemente. Eine solche Fragestellung lässt um so mehr Aussicht auf Beantwortung erwarten, als das Oligozän noch in zahlreichen Erosionsrelikten vorhanden ist. Durch dieses Vorgehen wird naturgemäss die Gliederung des Oligozäns in den Mittelpunkt des Blickfeldes gerückt. Es erwies sich aber in der Folge als unmöglich, die bisherigen, in der Literatur vertretenen Anschauungen ohne weiteres zu übernehmen. Erheblichen Raum beansprucht daher die Altersdiskussion der oligozänen Sedimente. Auch ergeben sich aus den Lagerungsverhältnissen des Oligozäns wichtige Schlussfolgerungen morphologischer Art.

In vielen stratigraphischen und tektonischen Befunden stimmen unsere Resultate mit denjenigen früherer Forscher (z. B. HUMMEL 1914) überein. Es wird im folgenden nicht in jedem einzelnen Falle gesondert darauf aufmerksam gemacht.



## Bisherige Untersuchungen

Das Untersuchungsgebiet gehört mit zu denjenigen Landesteilen, in denen die Juraforschung ihren Anfang genommen hat. Vor allem waren es paläontologische und stratigraphische Fragen, denen in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts das Interesse galt. Einer der namhaftesten Jurageologen, THURMANN, wirkte vor mehr als hundert Jahren in der Stadt Porrentruy. In seinen ersten grundlegenden Werken stellte er die stratigraphischen Verhältnisse in der Umgegend dar <sup>1)</sup>. Dabei blieb sein Blick keineswegs auf den Berner Jura beschränkt, sondern er verglich seine Ergebnisse mit denjenigen im Ausland, namentlich in Frankreich und England.

In den Jahren 1832 und 1836 zeichnete er die ersten Profile. Anno 1852 veröffentlichte er eine geologische Karte des östlichen Teiles des schweizerischen Jura. Sieben Jahre später, 1859, erschien im Anhang der «Lethea Bruntrutana» eine geologische Karte mit Profilen. Die stratigraphischen und tektonischen Kenntnisse wurden in den folgenden Jahrzehnten ausgebaut und vermehrt durch die Arbeiten von GRESSLY (1853), GREPPIN (1870), KISSLING (1895) und ROLLIER (1898, 1910 etc.). Die Untersuchungen des letzteren, die sich bis ins Sundgau erstreckten, blieben nicht unbestritten.

Bis zu Beginn dieses Jahrhunderts herrschte gänzliche Ungewissheit über die hydrologischen Phänomene, welche der Verkarstung des Untersuchungsgebietes zugeschrieben werden müssen. Den Forschungen von F. Koby (1885–1886) und Lièvre (1940, 1955) ist nun deren Abklärung zu verdanken.

In neuerer Zeit arbeiteten HUMMEL (1914) und ERZINGER (1943) in der Ajoie. Während der erstere vorwiegend stratigraphisch-tektonische Untersuchungen durchführte und zu wesentlichen Erkenntnissen gelangte, bediente sich letzterer hauptsächlich morphologischer Methoden. Schliesslich veröffentlichte NERTZ (1951) eine mehr auf kulturellem Gebiet liegende Arbeit über die ländlichen Siedlungen.

Geologische Darstellungen des Untersuchungsgebietes finden sich auf der «Geologischen Karte der Schweiz» 1:100 000, Blatt VII, 2. Aufl. (1904), und auf der «Geologischen Generalkarte der Schweiz» 1:200 000, Blatt 2 Basel–Bern (1942). Ferner besteht eine durch HUMMEL in den Jahren 1912/13 aufgenommene geologische Karte 1:25 000, welche aber nicht veröffentlicht worden ist. Dem Verfasser stand eine handschriftliche Kopie ohne alle Gewähr der Richtigkeit zur Verfügung.

Wie schon im Vorwort erwähnt, steht das untersuchte Kartengebiet von Porrentruy in engem Kontakt mit den Arbeiten, die im E auf Blatt Miécourt durch Tschopp (1960), im SE auf Blatt St-Ursanne durch Laubscher (1948) und im S auf Blatt Ocourt durch Diebold (1960) ausgeführt worden sind.

Die südlichen Blätter und der S-Abschnitt von Blatt Miécourt befassen sich mit den zum Teil sehr komplizierten Überschiebungs- und Faltenstrukturen des Kettenjura (Mont-Terri-Kette und ihre Zweigketten). Im N liegt unser leicht gefaltetes und zerbrochenes Untersuchungsgebiet, das sich gegen E in das von Tschopp bearbeitete Gebiet von Blatt Miécourt fortsetzt.

Die nachfolgende Stratigraphie des Mesozoikums schliesst sich eng an die angeführten Untersuchungen an. Dagegen erschien es angezeigt, bei der Behandlung des Tertiärs neue Wege zu beschreiten.

---

<sup>1)</sup> THURMANN (1832, 1836, 1837, 1850–1853, 1852, 1855, 1856, 1859).

## Stratigraphie

Bei weitem den grössten Teil des Siegfriedblattes Porrentruy nehmen die Kalke und Mergel des oberen Malm – vom Rauracien bis zum Portlandien – ein. Nur ganz in der SE-Ecke des Blattes tritt noch ein wenig Hauptrogenstein und Oxfordien im Nord-Schenkel der Mont-Terri-Kette zutage. Das Oxfordien soll auch beim Tunneldurchstich von Pont d'Able, nördlich Porrentruy, durchschlagen worden sein, wie ROLLIER (1898, S. 163) zu berichten weiss. Vermutlich ist es in einer Quetschzone des Gewölbes auf-gepresst.

Wesentlich weiter nördlich liegt Buix, wo im Jahre 1918 anlässlich einer Tiefbohrung auf Steinkohle das Mesozoikum im Liegenden des Rauracien durchfahren worden ist (vgl. C. SCHMIDT 1924).

### A. Malm

#### 1. Einleitung

Die Tabelle 1, welche die bisher vorliegenden Gliederungen des Malmes im Berner Jura und in der Ajoie zusammenfasst, soll als Grundlage der nachfolgenden Erörterungen dienen.

Die Kolonne A enthält die von THURMANN eingeführte Gliederung; er unterscheidet Gruppen, die mit der Verbreitung gewisser typischer Fossilien zusammenfallen (Astarten, Harpagoden, Exogyren). Diese rein paläontologische Unterteilung schuf THURMANN auf Grund von Beobachtungen in der Ajoie, speziell in der Umgebung von Porrentruy und im nahen Kettenjura. Er sammelte in jahrelanger, unermüdlicher Arbeit systematisch die Faunen des Malm. Das Resultat ihrer Bearbeitung liegt im umfassenden Werk «*Lethea Bruntrutana*», posthum herausgegeben von ETALLON, vor, auf welches wir auch heute noch zurückgreifen können. Nicht nur finden sich in dieser Arbeit detaillierte Beschreibungen jeder Fossilart, sondern auch vorzügliche Lithographien und Fossilisten, welche die stratigraphische Verteilung der Fauna wiedergeben. Ausserdem ist der «*Lethea*» auch ein wertvoller stratigraphischer Teil beigegeben. Leider ist THURMANNS Sammlung in Porrentruy gegenwärtig dem Besucher nicht zugänglich. Im Lichte der Forschungen seit dem Abschluss der «*Lethea*» erscheinen die THURMANNSchen Bestimmungen jedoch revisionsbedürftig. Seine Malm-Gliederung, die ja auf dem Fossilmaterial fusste, erlangte aber grosse Bedeutung; MARCOU (1848) führte seine Bezeichnungen in die Literatur ein.

Die Kolonne B enthält lithologische Einheiten, die in neuerer Zeit ausgeschieden werden (LAUBSCHER 1948 und der Verfasser). Es zeigt sich nämlich, dass die THURMANNSche Einteilung für den Gebrauch beim Kartieren nicht anwendbar ist, so dass man gezwungen wird, nach lithologischen Merkmalen zu gliedern.

Mit Hilfe der Kolonne C wurde versucht, die beiden lokalen Unterteilungen in das im Berner Jura angewandte Gliederungsschema unterzubringen. Da nun die Ammoniten, als Stützen der Malmstratigraphie, wegen mangelnder Funde nicht verwendet werden können, stützt sich das Schema in Kolonne C seinerseits auf lithologisch-fazielle Gegebenheiten, und darf nur unter Zulassung unscharfer Grenzen im Sinne eines Zeitschemas zur Anwendung kommen. So beruhen die beiden Unschärfen der Stufenabtrennung in der Kolonne C auf Umständen, welche bei der stratigraphischen Beschreibung noch näher besprochen werden. Sie weisen deutlich auf die grundsätzlichen Schwierigkeiten hin, mit denen der Geologe sich auseinandersetzen muss, wenn das Séquanien als selbständige Stufe zur Ausscheidung gelangen soll.

A THURMANN			B LAUBSCHER, TSCHOPP, SCHNEIDER	C Berner Jura im allgemeinen	
Groupe Portlandien	Groupe virgulien	Epivirgulien	Kalke des unteren Portlandien	Portlandien	Portlandien
		Zone virgulienne	Virgula-Mergel		
		Hypovirgulien	Obere Kalke, Mergellagen		
	Groupe strombien	Epistrombien	Untere Kalke	Oberes Kimmeridgien	Kimmeridgien
		Zone strombienne	Pterocera-Mergel		
		Hypostrombien	Kalke des unteren Kimmeridgien, fossilreiche Mergellagen	Unteres Kimmeridgien	
	Groupe astartien	Epiastartien	Gebankte Kalke mit Bänken «A», «B»	Oberes Séquanien	Séquanien
			Humeralis-Schichten, Mumienbank	Mittleres Séquanien	
		Zone astartienne, Hypoastartien	Natica-Mergel	Unteres Séquanien	
	Groupe corallien	Epikorallien	Plattige Kalke, Feinolith, kreidigweisser Kalk, z. T. koralligen	Oberes Rauracien	Rauracien
		Zone corallienne	Oolithe, klotzige Korallenkalke	Mittleres Rauracien	
			Glypticien	Unteres Rauracien	
		Hypocorallien	Terrain à Chailles	Oxfordien	Oxf.

Tab. 1. Gliederung des Malmes in der Ajoie und im Berner Jura nach THURMANN (1859), LAUBSCHER (1948), TSCHOPP (1960) und dem Verfasser.

Um eine möglichst genaue Kartierung des Untersuchungsgebietes gewinnen zu können, wurde versucht, eine feine lithologische Gliederung des Malm durchzuführen. Diesem Vorhaben stellen sich aber ernsthafte Schwierigkeiten in den Weg. In ausgedehnten Abschnitten der Ajoie sind die Aufschlüsse selten und schlecht oder fehlen ganz; dort stützt sich die Kartierung gänzlich auf die Beurteilung der Verwitterungsböden und der in ihnen enthaltenen Gesteinsrelikte. Unter solchen Voraussetzungen wäre selbst die beste lithologische Einteilung nur von geringem Wert. Überdies hat sich der Versuch, die stratigraphische Zugehörigkeit eines Malmkalkes im Handstück erkennen zu wollen, nur im günstigsten Falle als durchführbar erwiesen, dann nämlich, wenn charakteristische Gesteinstypen vorliegen (kreidiger Feinolith: oberer Rauracien; rostiger Sandstein: Natica-Mergel des unteren Séquanien; weisse dichte Kalke besonderer Härte: oberes Kimmeridgien). Andere lithologische Typen, hauptsächlich dichte splitterige, mehr oder minder tonige oder auch weissliche, mürbe Kalke sind nicht an ein bestimmtes Niveau gebunden, sondern können sich als Fazies im Malm mehrfach wiederholen.

Ähnlich verhalten sich die tonigen Kalke, welche alle Schattierungen von Gelb- und Grautönen annehmen können. Durch Anwendung der in alter Zeit vielgeübten Methode, wonach das Gestein in Salzsäure aufgelöst, und der Rückstand untersucht wird, trachteten wir, Fingerzeige zur stratigraphischen Zugehörigkeit des betreffenden Musters zu erhalten. Die Methode liefert aber nur bedingte Kriterien und hat sich im Felde als unbrauchbar erwiesen. Es zeigt sich, dass graue, tonige Kalke im grossen ganzen im Séquanien, vorwiegend in dessen unterem Teil auftreten. Gegen oben tritt das Grau zugunsten gelblicher und weisslicher Färbungen eher zurück.



In Schichtverbänden mit ungünstigen lithologischen Unterscheidungsmöglichkeiten verlieren kleine Aufschlüsse erheblich an Wert, indem sie keine charakteristischen Merkmale mehr aufzeigen können, wie dies in stratigraphisch differenzierten Gebieten noch der Fall ist. So haftet allen rein lithologischen Stufenbezeichnungen ein gewisses Mass an Unsicherheit an, und man wird gezwungen, bei der Kartierung auf die wegleitenden, meist fossilreichen Mergelzonen abzustellen. In dieser Situation wurden alle Kalke zwischen den Mergeln des unteren Séquanien und den Pterocera-Mergeln zu einem einheitlichen Komplex zusammengefasst, der nicht einmal in allen Fällen von den unteren Kalken des oberen Kimmeridgien unterschieden werden kann.

## 2. Rauracien, ca. 80 m

Die Dreigliederung des Rauracien, wie sie in den E und S anschliessenden Gebieten zur Anwendung kommt, lässt sich im Gebiet von Porrentruy nicht durchführen, da seine tiefsten Teile nicht aufgeschlossen sind. Wir unterscheiden daher nur einen unteren und einen oberen Teil.

Die massigen Kalke des unteren Teiles bilden schroffe Felswände an den Flanken des Allainetales; nur seltene Schichtfugen geben Auskunft über die Lagerung des Gesteins. Die dichten, harten, bräunlichen, lithologisch wenig typischen Kalke enthalten vorwiegend im untern Teil nesterweise viel Korallen, Brachiopoden, Echinodermen und Zweischaler, die fest im Gestein sitzen und schwer aufzusammeln sind. Es ist aus diesen Gründen unmöglich zu entscheiden, ob die fossilführenden Lagen dem unteren Rauracien (Glypticien) oder der Basis des mittleren Rauracien zuzuteilen sind. Häufig enthalten die dichten Kalke Einschlüsse von Kieselknollen, die aber an keinen bestimmten Horizont gebunden zu sein scheinen <sup>1)</sup>.

Den oberen Teil des Rauracien bauen charakteristische, weisse bis leicht gelbliche Kalke auf, welche unter dem Hammer splitterig zerfallen oder bisweilen kreidig-mürbe beschaffen sein können. In guten Aufschlüssen erkennt man die Kalke an ihrem stengeligem bis würfeligen Zerfall. Fossilien sind im oberen Teil des Rauracien selten.

In einem Steinbruch ca. 500 m ESE Pont d'Able (Koord. 572,77/253,73) <sup>2)</sup> schaltet sich am Strässchen als oberstes Rauracien unmittelbar unter den Plattigen Kalken eine 1–2 m mächtige Bank weisser, weicher, kreidiger, feinoolithischer Kalke ein. Fossilien wurden keine gefunden. Diese Schicht rechnet HUMMEL (1914) zum «Dicératien», das offenbar den Calcaires à Nérinées entspricht, welche von MARCOU (1848), THURMANN (1859) und GREPPIN (1870) im obersten Rauracien ausgeschieden werden.

Wir glauben, dass am Aufbau dieses kreidigen, obersten Teiles von Korallenriffen herzuleitendes, kalkiges Zerreibsel stark beteiligt ist. Das Nachprüfen der Vermutung wäre durch ein Studium der zahlreichen Aufschlüsse zwischen Porrentruy und Delle möglich, wo das Rauracien offenbar in seiner Ausbildung und Fossilführung ziemlich stark wechselt.

## 3. Plattige Kalke, 12–15 m

Über den kreidig-feinoolithischen oder splitterigen Kalken des oberen Rauracien folgt mit scharfer Grenze eine Serie wohlgebankter Kalke, die bald zum Séquanien, bald zum Rauracien gerechnet wird (GRAHMANN 1920, LINIGER 1925) <sup>3)</sup>. In unserem Untersuchungsgebiet zeigen die Plattigen Kalke Übergangscharakter, indem nach oben und unten lithologische Ähnlichkeiten bestehen. An die Ausbildung des oberen Rauracien erinnern helle, dichte, splitterige Bänke fast reinen Kalkes, während tonige Kalklagen und Mergelbänder den Charakter des hangenden Séquanien vertreten. Die Untergrenze der Plattigen Kalke ergibt sich von selbst dort, wo unter dem tonigen Kalk das weisse, massige Rauracien folgt. Im

<sup>1)</sup> Die Kieselknollen scheinen in der Gegend von Pfirt und am Isteiner Klotz häufiger zu werden. Über ihre Genese erschien vor kurzem eine Arbeit von KABELAC (1955).

<sup>2)</sup> Koordinaten bezogen auf die Blätter der Landeskarte der Schweiz.

<sup>3)</sup> ZIEGLER (1956) findet in Anlehnung an ROLLIER (1894), dass die Plattigen Kalke unbedingt dem Séquanien zugeordnet werden müssen, ohne sich allerdings auf paläontologisches Material zu stützen.

Dache der gut geschichteten Kalkserie nimmt der Mergelanteil sehr rasch zu, so dass im Gelände die plattigen Kalke meist eine deutliche Kante bilden.

Bis auf einen mergeligen Horizont mit schlecht erhaltenen Lamellibranchiern (*Trigonia* sp.) haben wir keine Fossilien gefunden.

Ein vollständiges Profil ist am rechtsufrigen Strässchen von Porrentruy nach Pont d'Able 500 m ESE des gleichnamigen Hofes (Koord. 572,77/253,73) aufgeschlossen. Dort lässt sich beobachten von oben nach unten:

- a) 1,9 m grauer, scherbiger, dichter, unten gut gebankter Kalk;
- b) 1,5 m heller, z. T. feinspätiger Kalk mit senkrechter Feinklüftung;
- c) 0,02 m Mergellage;
- d) 0,5 m gelb-brauner, harter, etwas spätiger, oolithischer Kalk;
- e) 0,1 m gelb-graue schieferige Kalkmergel;
- f) 1,6 m grauer, toniger, wohlgeschichteter Kalk;
- g) 0,45 m grauer Mergelkalk, feingeschichtet, mit schlecht erhaltenen Lamellibranchiern;
- h) 0,03 m Mergellage;
- i) 1,2 m grau-brauner, dichter, scherbig zerfallender Kalk;
- k) 0,3 m hellgrauer, zäher, feinoolithischer Kalk mit eingestreuten Fetzen eines tonigen Kalkes: primäre Breccie.  
Darunter oolithisches, oberes Rauracien.

Die 1,2 m dicke, grau-braune, dichte, scherbige Kalkbank *i* verdient besonders hervorgehoben zu werden, da sie in ihrer Ausbildung den Lithographiesteinen sehr nahekommt. Diese Gesteinsart ist nicht allein auf die Plattigen Kalke beschränkt, sondern schaltet sich in mehreren Bänken im Kimeridgien ein. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts bemühte sich GRESSLY, in der Gegend von Porrentruy Malmhorizonte zu finden, die geeignet wären, Lithographensteine zu liefern. Offenbar waren aber die Gesteine mit zu vielen Fehlern behaftet, weshalb man sich nie zum Abbau entschliessen konnte.

Ein weiterer guter Profilaufschluss findet sich am nördlichen Blattrand auf Kote 480 m am Fahrweg von Combe Sarmère nach sur le Tunnel (Koord. 571,97/254,06).

#### 4. Unteres und mittleres Séquanien

Zum mittleren Séquanien werden gewöhnlich auch die Mumienbank und die Humeralis-Schichten gestellt. Beide treten im Gebiete von Porrentruy aber nur beschränkt auf.

##### a) Natica-Mergel

Die Natica-Mergel des unteren Séquanien zeigen eine Wechsellagerung von Mergeln und Kalken. Die letzteren unterliegen in vertikaler Richtung raschem lithologischem Wechsel. Die in ihrer Gesamtheit weichen Schichten bleiben stets unter Schutt begraben oder sind verrutscht und Profile fehlen ganz, so dass man meist künstliche, oft verstreute Aufschlüsse kombinieren muss. Im Gelände verrät sich ausstreichendes, mergeliges Séquanien vielfach durch eine flache Terrasse zwischen den durch härtere Kalke bedingten Steilhängen des Liegenden und des Hangenden. Die vorliegende Gesteinsbeschreibung vermag also nur ein unvollständiges Bild zu entwerfen, das sich durch neue Aufschlüsse ergänzen lässt. An Gesteinstypen sind vertreten:

- graue, dichte, tonige Kalke, bisweilen gespickt mit Astarten;
- heller, oolithischer Kalk;
- weisser, rauher Kalk, ähnlich dem oberen Kimmeridgien;
- Spatkalk;
- mergelige Kalke aller Art und Übergänge;
- graue bis gelbe, fette Mergel;
- rostbraune und hellere quarzreiche Sandlagen;



- Lumachellen, z. T. sehr fossilreich (Ostreen, winzige Gastropoden, Echinodermen, Foraminiferen, *Serpula* etc.). Bald tritt das Gestein als dünne Bank auf, bald als Überzug auf tonigem Kalk;
- monogene Breccien vom Typus einer sedimentären Breccie mit Komponenten von 0,2–2 cm Durchmesser. Es handelt sich um lokale, oft mit Lumachellen verknüpfte Aufarbeitungszone innerhalb der Formation. Gelegentlich wurden diese Einschaltungen im Séquanien mit den Konglomeraten des Oligozäns verwechselt;
- im unteren Séquanien N Bressaucourt bei Echaux (569,87/249,22) sind Stockkorallen gesteinsbildend. Da in einem Umkreis ausschliesslich koralligenes Material auftritt, darf angenommen werden, dass es sich um ein grösseres Korallenriff handelt.

In den eigentlichen Mergeln sind Crinoiden, *Pseudocyclammina sequana* (MER) <sup>1)</sup>, in den mehr kalkigen Partien schlecht erhaltene Zweischaler häufig. Dagegen fehlt das Genus *Natica* anscheinend ganz, das in den S anschliessenden Gebieten für die Mergel des unteren Séquanien kennzeichnend ist.

Am nördlichen Blattrand liegen S Courchavon die günstigsten Aufschlüsse an den Hängen der Combe du Varieu, bei Le Fréteux und in der Combe Sarmère.

Die oben genannten, mannigfaltig gearteten Sedimente deuten auf ein unruhiges und untiefes Ablagerungsmilieu hin (Korallen, primäre Breccien). Zur Zeit des unteren Séquanien wurde die Zufuhr des tonigen und feinklastischen Materials neu belebt. Sie unterliegt starken zeitlichen, möglicherweise auch räumlichen Schwankungen. Einen Versuch, zur Klärung paläogeographischer Fragen beizutragen, die sich beim Studium des Séquanien ergeben, unternahm P. ZIEGLER (1956). Er postulierte unter anderem, dass das ausserjurassische detritische Material (Quarzsand) in den Schichten des unteren Séquanien aus den Vogesen herzuleiten sei, die mindestens teilweise trocken gelegen hätten. ZIEGLER baut seine Schlussfolgerungen auf die Tatsache, dass die Verbreitung des Quarzsandes in dem von ihm untersuchten Gebiete nach S abzunehmen scheine. Er schreibt dann das Aussetzen gegen N der Korallenstöcke in den Natica-Mergeln, das ja nicht den Tatsachen entspricht, einer möglichen Aussüssung und Trübung des Meeres mit Ton zu. In unserem Gebiet, das am nördlichen Jurarand liegt, nimmt der Quarzsand mengenmässig nicht merklich zu, wie zu erwarten wäre, wenn die Vogesen trocken gelegen hätten. Damit Sandmaterial aus den Vogesen hätte kommen können, müsste doch beträchtliche Denudation erfolgt sein. Wohl enthält das untere Séquanien in der Ajoie primäre Breccien, doch sind dieselben lokal und nicht mit Küstenbildungen in Beziehung zu bringen. Obgleich auch der Malm, speziell das Kimmeridgien, eine Mächtigkeitszunahme gegen S erfährt, braucht diese Tatsache durchaus nicht auf eine Heraushebung der Vogesen hinzudeuten.

DREYFUSS (1954), in seiner paläogeographischen Zusammenfassung über die Meere des oberen Juras in Frankreich, schliesst aus dem Vorhandensein von mächtigem Séquanien in den Bohrungen des Unterelsass (Rheintalgraben), dass Schwarzwald und Vogesen vom Meere überdeckt gewesen seien und eventuell sogar einer Senkungszone angehört hätten. Ausserdem bezieht er den strittigen Quarzsand aus dem armorikanischen Festland im NW.

Gegen eine mögliche Süsswasserzufuhr aus dem N, wie sie von ZIEGLER postuliert wird, sprechen in der Ajoie die Korallenfunde in den Natica-Mergeln bei Bressaucourt (Riff) und N Porrentruy im Eisenbahneinschnitt beim Friedhof.

Ausserdem zeigt das Séquanien im Pfrterjura (GRAHMANN 1920, GILLET und SCHNEEGANS 1933) sowie im Rheintalgraben (Bohrung Hirzbach, VONDERSCHMITT 1942) völlig marine Fazies. Es sind weder aus der Ajoie noch aus dem Sundgau im Oberelsass Tatsachen bekannt, welche das ZIEGLERSche Postulat von Festland in den Vogesen und die Folgen für die Sedimentation in den umliegenden Gebieten stützen könnten. Wir lehnen deshalb die ungenügend fundierten Anschauungen ZIEGLERS in dieser Hinsicht entschieden ab.

## b) Mumienbank

Im Kern der Banné-Antiklinale, an der W-Flanke der Klus von Voyebœuf E Porrentruy schaltet sich im Dache der Natica-Mergel eine ca. 2 m mächtige Bank bräunlichen, dichten, leicht tonigen Kalkes ein.

<sup>1)</sup> W. MOHLER (1938).

Andeutungen mumienartiger Strukturen lassen den Verdacht aufkommen, es liege ein Äquivalent der sogenannten Mumienbank vor, die im umliegenden Juragebirge hervorragenden Leitwert besitzt.

### c) Humeralis-Schichten

Sie lassen sich selten nachweisen und kaum gegen oben abgrenzen. Es wechsellagern dichte, tonige Kalke, Mergelkalke und ziemlich fette Mergellagen, welche gegen oben allmählich aussetzen. Die Fossilführung der Mergel ist stark wechselnd; häufig sind *Zeilleria humeralis* Roem, Crinoiden, *Mytilus* und *Exogyra*. Auf den wulstigen Oberflächen der tonigen Kalke beobachtet man vielfach Fressgänge (Fucoiden?).

## 5. Oberes Séquanien und unteres Kimmeridgien

Auf Tafel I und in den Profilen werden die im allgemeinen leicht tonigen Kalke zwischen den Natica-Mergeln des unteren Séquanien und den Pterocera-Mergeln zusammengefasst unter der Bezeichnung «oberes Séquanien und unteres Kimmeridgien». Dies wird deshalb notwendig, weil die stratigraphische Höhe von einzeln auftretenden Bänken im Gelände nicht sicher bestimmt werden kann. Entgegen der Gliederung im Texte umfasst daher die Legende der tektonischen Karte (Tafel I) die Einheiten: Rauracien, Plattige Kalke, Natica-Mergel, Mittleres Séquanien-unteres Kimmeridgien, oberes Kimmeridgien mit Pterocera-Mergeln an der Basis und schliesslich unteres Portlandien mit *Virgula*-Mergeln an der Basis.

Die totale Mächtigkeit der Kalkmasse des mittleren Séquanien bis und mit dem unteren Kimmeridgien beträgt in der Mont-Terri-Kette 110 m. Für den N des Untersuchungsgebietes ergibt die Profilkonstruktion noch 80 m als wahrscheinlichsten Wert.

Im S der Ajoie wird der Verenaoolith des oberen Séquanien zur Abgrenzung gegen das Kimmeridgien verwendet. Weil nun dieser Oolith in unserem Gebiete fehlt, haben wir uns mit der delikaten Frage nach der Grenzziehung zu befassen. Da ja in der monotonen, fast sterilen Kalkserie weder ein lithologisches noch ein faunistisches Kriterium einen Einschnitt rechtfertigt, bleibt, wie auch GRAHMANN (1920) betont, die Abtrennung der Stufen der Willkür anheimgestellt. TSCHOPP (1960) unternimmt an Hand guter Profile einen Gliederungsversuch. Im Profil Vacherie Mouillard, wenig S unseres Blattrandes (Koord. 574,62/247,41) gelingt es ihm, drei lithologische Horizonte zu unterscheiden, nämlich:

1. 40–45 m oberhalb der Humeralis-Schichten eine 3–5 m dicke, weisse Kalkserie, als Bank «A» bezeichnet.
2. 20 m unterhalb der Pterocera-Mergel eine 3–5 m dicke Kalkbank, mit «B» bezeichnet.
3. Und schliesslich 7–9 m unter den Pterocera-Mergeln 3 m braune, brecciös-oolithische Kalke, Bank «C».

Hierzu äussert sich TSCHOPP in dem Sinne, dass die lithologischen Horizonte «A» bis «C» lediglich zur Erleichterung der Kartierung herangezogen werden dürfen, nicht aber zur Stützung einer Altersgliederung dienen sollten. HUMMEL (1914) nimmt mit Rücksicht auf THURMANN die weisse Bank «A» mit Nerineen-, Exogyren-, Echinodermen-, und Korallenresten als Séquanien-Obergrenze.

Für unsere Beobachtungen auf Blatt Porrentruy können wir die TSCHOPPschen Niveaux «A» und «B» übernehmen. Bank «C» hingegen kann nicht mit Sicherheit erkannt werden. Die Beurteilung der Verhältnisse, besonders der Mächtigkeiten, gestaltet sich ohne gute Profile schwierig. Die ganze, eintönige Serie vom mittleren Séquanien bis unteren Kimmeridgien setzt sich aus wohlgebankten, z. T. sehr dickbankigen Kalken zusammen. An der Basis des grossen Steinbruches von La Rasse, S Porrentruy, und in einer verlassenen Steingrube in der 1<sup>e</sup> Combe, N der Stadt, steht eine bis ca. 5 m mächtige Bank weisser, kreidiger Kalke an, die leicht zu eckigen Brocken zerfällt. An Fossilien wurden gelegentlich kalzitisierte Nerineen sowie Reste von kleinen Austern und Korallen beobachtet. Offenbar wird die Schicht weitgehend durch verbackenes koralligenes Zerreibsel aufgebaut; sie entspricht TSCHOPPs weisser Bank «A» und HUMMELS Grenzscheide Séquanien-Kimmeridgien. Aus dem Hangenden lässt sich in zwei Steinbrüchen an der Strasse Porrentruy-Courgenay bei P. 450 (Koord. 574,37/251,08 und 574,60/251,00) das folgende detaillierte Profil kombinieren, von unten nach oben:

- a) 3,0 m hellgrauer, dichter, harter, oben klotziger, unten wohlgeschichteter, toniger Kalk;
- b) 2,5 m weisser, spröder, kaum gebankter Kalk, leicht zu kleinen Trümmern zerfallend (= weisse Bank «B» von Tschopp);
- c) 2,7 m bräunliche, dichte, scherbige, gut gebankte Kalke;
- d) 1,0 m gelblicher, dichter, scherbiger Kalk, mit körnigem Sediment in Fressgängen;
- e) 0,04 m wulstiger, mergeliger Kalk;
- f) 3,9 m grauer, dichter Splitterkalk, gelb anwitternd, steril, mit Bankung zu 0,5–1 m und ausgeprägten, rostigen Schichtfugen;
- g) 0,3 m gelbbrauner, krümeliger, oolithischer Kalkmergel;
- h) 1,6 m dichter und leicht brecciös-oolithischer, grauer Kalk;
- i) 0,2 m magerer Mergel und feingeschichteter Kalk, steril;
- k) 2,2 m grauer, dichter und unruhiger Kalk mit einigen Makrofossilien;
- l) 0,3 m gelbliche, äusserst fossilreiche Mergel mit einer an die hangenden Pterocera-Mergel anklingenden Fauna;
- m) 1,7 m graue, dichte Kalke, gespickt mit Makrofossilien, hauptsächlich *Trichites* und *Pholadomyen*;
- n) 0,5 m dünne Kalklagen mit feinen Mergelschnüren;
- o) 1,5 m braun-rötlicher Splitterkalk;
- p) 4 m unten heller, dichter Kalk, oben feinspätiger Feinoolith.

Über *p* folgt eine mehrere Meter mächtige Schuttzone und dann die Pterocera-Mergel.

Das Profil lässt sich wie folgt in die von Tschopp gegebene Gliederung einpassen: Schicht *b* entspricht seiner weissen Bank «B»; Schicht *o* stellt möglicherweise ein Äquivalent der braunen Bank «C» dar.

Als klar erkennbarer Horizont schaltet sich zwischen «B» und «C» die Fossilbank des unteren Kimmeridgiens ein (Schicht 1), welche in schlechten Aufschlüssen leicht mit den Pterocera-Mergeln verwechselt wird. Als häufige Elemente der an die Pterocera-Mergel anklingenden Fauna sind vertreten: *Trichites*, *Pholadomya*, *Terebratula*, *Rhynchonella*, *Pseudocidaris*-Stacheln, *Pterocera* ? *ponti* DELAB., *Mytilus*, diverse Austern, *Thracia* und weitere Lamellibranchier. Untergeordnet tritt die Form *Pterocera oceani* DELAB. auf, welche aber erst in den nach ihr benannten Mergeln die grösste zahlenmässige Verbreitung aufweist. Folgende Ostracoden <sup>1)</sup> wurden isoliert: *Schuleridea Triebeli* STEGHAUS, *Eocytheropteron* ? *decoratum* SCHMIDT, *Schuleridea* sp.

Aus der vorangegangenen Beschreibung können wir nur die Tatsache entnehmen, dass sich im Untersuchungsgebiet keine Anhaltspunkte gewinnen lassen, welche die Festlegung der Grenze Séquanien-Kimmeridgien rechtfertigen oder gar einen im Felde brauchbaren Unterschied ergeben könnten. Auf sicherem Boden steht lediglich die Aussage, wonach die Humeralis-Schichten als höchstes, sicher zum Séquanien gehöriges Schichtglied erkannt werden können, und die fossilreichen Mergellagen (1) mit den ersten *Pterocera* dem Kimmeridgien angehören.

Die unter den Pterocera-Mergeln liegenden Kalke und die Bänke, welche gegen unten zum Séquanien überleiten, wurden früher als beliebter Baustein (heute nur noch als Strassenschotter) in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut, z. B.:

- An der Strasse von Porrentruy nach Courgenay SE Voyebœuf, Bas d'Hermont P. 450 und 250 m weiter ESE;
- Strasse Courgenay–Vabenau bei P. 505;
- Combe Vatelin bei P. 513 und 200 m im N;
- Friedhof von Fontenais;
- NE Creux Genat an der Strasse bei P. 457;
- Grosser Steinbruch bei Le Banné–La Rasse, als einziger noch in Betrieb;
- Bois de Mavalau E-Rand.

Und weitere kleinere Steinbrüche.

Bereits einige Meter unter den Pterocera-Mergeln sind die Fossilien schon ziemlich häufig in dichten und mergeligen Kalken anzutreffen; daher legen wir die Obergrenze des unteren Kimmeridgiens dort, wo die weichen, auch lithologisch leicht kenntlichen, fossilreichen Mergel einsetzen.

<sup>1)</sup> Briefliche Mitteilung vorläufiger Bestimmungen durch Herrn Dr. H. OERTLI, Paris. Mit Ostracoden ist nur die Angabe möglich, dass es sich um Mittel- oder Unterkimmeridgien handelt. Man vergleiche hierzu OERTLI (1957).



Am S-Rand des Tafellandes und in der N-Flanke der Mont-Terri-Kette treten im unteren Kimmeridgien weisse, dichte Kalke auf. In dieser Fazies ist weiter im N, in der Ajoie, nur das obere Kimmeridgien ausgebildet.

## 6. Oberes Kimmeridgien, 35–70 m

Die Kalke des oberen Kimmeridgien liefern einen ausgezeichneten Baustein. Sie wurden deshalb bis zum Aufkommen der billigen Ziegel und des Betons in zahlreichen Steinbrüchen der Umgebung von Porrentruy für Mauerwerk aller Art ausgebeutet.

N der Linie Rocourt-Alle misst man 35 m oberes Kimmeridgien zwischen Pterocera- und Virgula-Mergeln; S dieser Linie wächst die Mächtigkeit auf ca. 70 m an. Nördlich davon liegen Aufschlüsse, welche zeigen, dass wir die von DIEBOLD (1960) im Clos du Doubs gefundene Unterteilung anwenden können:

- a) Pterocera-Mergel;
- b) Untere Kalke;
- c) Mergellagen;
- d) Obere Kalke.

### a) Pterocera-Mergel, 7 m

Kalkmergel, sandige Mergel und Mergelkalke bauen die äusserst fossilreiche Schicht auf. Fette Mergel fehlen, so dass nur in besonderen Fällen dieses Niveau sich durch Wasserführung verrät. Meist entwickelt sich im Gelände auf den leicht auswitternden Schichten eine Terrasse oder sogar eine Combe mit reichlich Fossilien im Schutt. Der Name stammt von den in diesem Horizont häufigen Harpagoden *Pterocera* sp. div., welche aber nicht streng auf die Mergelbank beschränkt bleiben, sondern sowohl im unteren Kimmeridgien (s. unten) als auch in den Virgula-Mergeln als vereinzelte Exemplare gefunden werden können. Für die Zusammensetzung der Fauna sei auf die «*Lethea Bruntrutana*» THURMANNs verwiesen.

An Ostracoden sind vertreten:

*Protocythere sigmoidea* STEGHAUS

*Schuleridea Triebeli* STEGHAUS

*Schuleridea* sp.

*Macrodentina steghausi* KLINGER

*Amphicythere* (A. ?) *confundens* OERTLI

*Cytherelloides Weberi* STEGHAUS

*Cytherelloidea* sp.

*Orthonotacythere rimosa* MARTIN

*Protocythere rodewaldensis* KLINGER

Nach H. OERTLI (briefliche Mitteilung) sind obige Ostracoden dem Mittel- bis Unterkimmeridgien zuzuordnen, ohne dass sich eine genauere Einstufung durchführen liesse. Die Proben entstammen den Pterocera-Mergeln bei Le Banné und einem Aufschluss an der Strasse Porrentruy–Courgenay bei Vovebœuf, etwa 100 m SE P. 433.

Dazu kommen Foraminiferen, worunter besonders *Pseudocyclammina*, welche zwischen Formen des Séquanien (*P. personata*) und denjenigen der Virgula-Mergel (*P. virguliana*) eine intermediäre Stellung

<sup>1)</sup> In der Literatur begegnet man häufig dem Ausdruck «Banné-Schichten», «Banné-Mergel» oder «Banné-Kalk».

Die Bezeichnung wird hergeleitet von den altbekannten Fossilfundstellen der Erhebung Le Banné unmittelbar S Porrentruy. Über dem grossen Steinbruch findet sich ein Aufschluss in den Pterocera-Mergeln, der aber im Verfall begriffen ist. «Banné-Mergel» wird gleich wie Pterocera-Mergel gebraucht. Nach STUDERS stratigraphischem Index bezeichnet «Banné-Kalk» die 40 m mächtige Serie des oberen Kimmeridgien über den Pterocera-Mergeln. So scheidet erstmals MARCOU (1848) eine «groupe du Banné» bzw. «groupe kimmeridienne» aus, die über den fossilreichen Mergeln des Kimmeridgiens (=Pterocera-Mergel) folgt und unserem oberen Kimmeridgien entspricht.

einnehmen. Hierzu vergleiche man die Arbeiten von A. TOBLER (1926), W. MOHLER (1938) und E. KOEHLIN (1942).

Als gute Aufschlüsse in den Pterocera-Mergeln können gelten:

- Anschnitt an der Strasse Porrentruy–Courgenay, 100 m SE P. 433;
- Weganriss und Grube P. 513, La Trémolay, W Villars;
- Anriss am Fussweg S Porrentruy nach Le Banné (Koord. 572,62/251,00);
- weitaus die beste Fossilfundstelle befindet sich im grossen Steinbruch S Vendlincourt, schon ausserhalb unseres Untersuchungsgebietes (Koord. 578,75/255,25).

#### b) Untere Kalke

Im allgemeinen sind die unteren Kalke meist dicht, weiss bis gelblich und hart-zähe. Unter dem Hammer pflegen sie oft scherbzig zu zerfallen. Die untersten Meter jedoch unterscheiden sich kaum vom Liegenden der Pterocera-Mergel (unteres Kimmeridgien). In den Bänken der unteren Kalkserie treten Nerineen lokal in grosser Häufigkeit auf. Die Kalke enthalten gelegentlich Lagen von feinschichtigen, fossil-armen Mergeln. HUMMEL (1914) glaubte, diese Lagen zur Unterteilung verwenden zu können. Dies mag lokal gelten, so z. B. für die Steinbrüche von Courtedoux. Auf größere Distanzen hingegen ist diese Parallelisierung nicht durchführbar.

Im Detail können die Kalke lithologisch stark wechseln, im gesamten herrschen aber die weisslichen, harten Kalkbänke vor. An einer Stelle (Steinbruch W Courtedoux) verleiht eine primäre Breccie dem Gestein brecciöses Aussehen.

#### c) Mergellagen

Die Mergellagen des oberen Kimmeridgien sind im Untersuchungsgebiet schlecht aufgeschlossen. Sie lassen sich leicht mit den mergeligen Lumachellen der Virgula-Mergel-Zone verwechseln. Diese letzteren zeichnen sich aber durch den Reichtum an der Auster *Exogyra virgula* GOLDF. aus, während die Mergellagen (c) neben schlecht erhaltenen Zweischalern die genannte *Exogyra* nur in seltenen Exemplaren enthält. Die Existenz von Mergeln mit *Exogyra* im Liegenden der eigentlichen Virgula-Mergel, besonders im westlich und südwestlich anschliessenden Jura, ist uns auch aus den Arbeiten anderer Autoren <sup>1)</sup> bekannt. Auf diesem Umstand beruht die Verwirrung, der man gelegentlich in der Stratigraphie des obersten Malm in diesen Gebieten begegnet. Bei der nachfolgenden Besprechung der Virgula-Mergel werden die Verhältnisse näher diskutiert.

Durch den Bau der Strasse Porrentruy–Alle ist bei Sur Roche de Mars, zwischen P. 440 und P. 439, ein vorzüglicher Aufschluss geschaffen worden, dessen Beschreibung unten folgt. Aus den einzelnen mergeligen Lagen konnten an Ostracoden isoliert werden:

1. *Schuleridea Triebeli* STEGHAUS
2. *Protocythere sigmoidea* STEGHAUS
3. *Paracypris* sp. A. SCHMIDT
4. *Macrodentina steghausi* KLINGER
5. *Cytherella suprajurassica* OERTLI
6. *Cytherelloidea paraweberi* OERTLI
7. *Cytherelloidea* sp.
8. *Amphicythere* (A. ?) *confundenes* OERTLI
9. *Cytherelloidea Weberi* STEGHAUS
10. *Orthonotacythere rimosa* MARTIN

<sup>1)</sup> CONTEJEAN (1859), KILIAN und DEECKE (1884), HUMMEL (1914), AUBERT (1950).



Nach H. OERTLI wäre dieses Niveau auf Grund der Formen *Cytherella suprajurassica* und *Amphicythere confundens* noch zum mittleren Kimmeridgien zu rechnen. Neben den Ostracoden enthalten die Mergel auch Foraminiferen.

**d) Die oberen Kalke** zeigen vorwiegend weisse Farbe und enthalten viel Schalenreste. Gegen W werden sie jedoch mehr bräunlich und härter.

An der genannten Strasse Porrentruy-Alle lässt sich zwischen P. 440 und P. 439 folgendes Profil von W nach E ausmessen:

*untere Kalke*

- a) 3 m weisser bis gelblicher, dichter Kalk mit Mangan-Dendriten auf feinen Rissen.

*Mergellagen*

- b) 0,1 m grünliche, oolithische, an der Basis sandige Kalkmergel.  
c) 0,5 m grauer, lumachellöser Kalk mit viel Schalenresten, leicht spätig;  
d) 0,2 m brauer, feinspätiger, rauher Kalk mit Fossilien;  
e) 0,5 m unten krumelig zerfallender, oben geschichteter Kalkmergel mit dünnen Kalklagen. Viele Zweischaler, ein fragliches Ammonitenfragment;  
f) 0,3 m bräunlicher, pseudoolithischer Kalk mit Fossilresten;  
g) 0,1 m Mergelkalk, Fossilreste;  
h) 0,9 m weisser, dichter, scherbzig zerfallender, fossilreicher Kalk;  
i) 0,15 m geschichteter Kalkmergel mit Fossilien;  
k) 0,5 m heller Kalk mit Fossilien, worunter *Nautilus* sp.;  
l) 0,1 m Mergellage mit Makrofossilien und *Exogyra virgula*;  
m) 1,6 m grau-weisser, harter, fossilreicher Kalk;  
n) 0,15 m geschichtete Kalkmergel, fossilreich.

*Obere Kalke*

- o) 0,4 m weisser, körniger derber Kalk;  
p) 2 ? m unaufgeschlossen, vermutlich wie oben;  
q) ca. 5 m unaufgeschlossen, vermutlich Kalk;  
r) 0,5 m weisser, dichter Kalk, reich an Schalenresten;  
s) 0,5–1 m fette graue-braune Mergel mit *Exogyra virgula* = Virgula-Mergel.

S Chevenez erreicht das obere Kimmeridgien ca. 70 m Mächtigkeit (vgl. P. DIEBOLD), und damit das Doppelte des nur 2 km im N festgestellten Betrages. Leider ist es uns wegen des Abtragungszustandes der Schichten nicht möglich, zu entscheiden, ob der Mächtigkeitszuwachs sich stetig vollzieht oder sprunghaft an Störungslinien erfolgt. Es erweist sich aber als eine allgemeine Tendenz des Kimmeridgien, von N nach S mächtiger zu werden; so sind in der näheren und weiteren Umgebung im S unseres Untersuchungsgebietes für das gesamte Kimmeridgien 100–180 m gemessen worden <sup>1)</sup>. Im mächtigen Kimmeridgien S Chevenez schaltet sich eine Kalkbank von weisser, leicht kreidiger Fazies ein. So finden wir in einem verlassenem Steinbruch (Les Grandes Vies, Koord. 567,10/248,37) unten mehrere Meter wohlgebankte, leicht gelbliche Nerineenkalke und oben weisser, dichter, unter dem Hammer klingender Kalk mit kalzitisierten Nerineen.

Diese weisse Einschaltung treffen wir auch weiter östlich bei Pré Guenin und SW Courgenay, N Montagne d'Alle in einer Steingrube bei P. 571 (Koord. 574,43/248,55). Über die Zuordnung der hellen, weissen Kalke S Chevenez herrscht in der Literatur keineswegs Einhelligkeit.

J. THURMANN und ETALLON (1859) stellen die in den Steinbrüchen S Chevenez anstehenden Kalke ins Portlandien. K. HUMMEL (1914) nimmt gegen eine solche Zuteilung Stellung. Er macht geltend, dass die von ihm kartierte Verwerfung (= Verwerfung von Creux Genat) die Virgula-Mergel des N-Flügels absenke. Dadurch könne in Unkenntnis der Störungslinie die Auffassung entstehen, dass die fraglichen Gesteine in den Steinbrüchen den Virgula-Mergeln aufruhen. Tatsächlich folgen die letzteren aber erst im Hangenden der strittigen Kalke.

---

<sup>1)</sup> EPPLE (1947), FORKERT (1933), GLAUSER (1936), ROTHPLETZ (1933).

## 7. Unteres Portlandien

### a) Virgula-Mergel

In den eintönigen Kalken des oberen Malms stellen diese Mergel eine vortreffliche Leitbank dar, die durch ihren charakteristischen Fossilgehalt auffällt und sich auch morphologisch im Gelände ausprägt.

In Anlehnung an ROLLIER (1888) betrachten wir die Virgula-Mergel als Grenze zwischen Kimmeridgien und Portlandien.

Wirklich gute Profilaufschlüsse sind im Untersuchungsgebiet keine bekannt. Die besten Einblicke gewähren die folgenden Stellen:

- Strasse Porrentruy–Alle, 120 m W P. 439. Siehe Profil S. 25;
- Wegrand im Trockentälchen W les Minoux (Koord. 570,60/252,45);
- bei den östlichen Häusern von Courtedoux an der Hauptstrasse;
- Pré de Monin.

Innerhalb der Virgula-Mergelgruppe lassen sich unterscheiden: Über den harten, dichten Kalken des oberen Kimmeridgien lagern mit scharfer Grenze grau-blaue bis braune fette Mergel mit massenhaft *Exogyra virgula* GOLDF. und einigen Makrofossilien. Darüber folgen feingeschichtete lumachellöse Kalke, wechsellagernd mit Mergellagen, welche beide eine an Exogyren und andern Lamellibranchiern reiche Fauna enthalten. An mehreren Stellen wurde im Dache der Virgula-Mergel ein Lager grünlicher, krümelig zerfallender Kalkmergel mit Glaukonit und wenigen Exogyren beobachtet (Sur le Té N Porrentruy, Steinbruch N Alle).

Die Schlemmproben der fetten Mergel sind reich an feinem Quarz- und Kalksand; an Foraminiferen treten auf: *Pseudocyclamina virguliana* KOEHLIN, *Triplasia* sp., *Lenticulina* sp., Ostracoden: *Cytherella* sp., «*Macrodentina*» ornata STEGHAUS, «*Macrodentina*» steghausi KLINGER.

Im S von Chevenez fallen die Mergel durch ihre intensiv ockergelbe Farbe auf. Dazu gesellen sich im Hangenden dichte, braune Kalke mit Schalenresten und *Exogyra virgula*.

Im bewaldeten Gebiet von Les Grandes Vies S Chevenez bilden die Virgula-Mergel einen Streifen im Gelände, dessen nördliche Begrenzung der Höhenlinie 620–630 m folgt. Einen tieferen, angeblich bei 590 m gelegenen Virgula-Horizont erwähnt K. HUMMEL (1914). Dieses Vorkommen und sein weiter E bei Bois de Monin und Pré Guenin zu erwartendes Äquivalent konnte aber nicht mehr aufgefunden werden. HUMMEL versucht zwei Deutungen, eine tektonische und eine stratigraphische. Nach der ersten werden die Virgula-Mergel durch eine Verwerfung getrennt, welche etwa 300 m N der Blattrandkoordinatenlinie in E–W Richtung verläuft (vgl. K. HUMMEL 1914, Tafel III). Diese Interpretation müssen wir aus folgenden Gründen ablehnen:

1. Die charakteristischen gelb-braunen Mergel, die Lumachellen und die dichten Kalke, alle drei gespickt mit Exogyren, müssten im Gelände beobachtet werden können. Dies ist aber nicht der Fall.
2. Eine solche Verwerfung müsste in gleicher Weise die Pterocera-Mergel in der Combe Vaillay und Combe de Varu beeinflussen, was aber mit den Feldbefunden in Widerspruch steht.

In der stratigraphischen Deutung weist HUMMEL die Virgula-Mergel auf Kote 630 m einem «stratigraphisch höheren Horizonte» zu. Demnach müsste im Hangenden des unteren Vorkommens das Portlandien beginnen und mindestens 30 m Mächtigkeit erreichen.

Den angeführten beiden Deutungen stellen wir die Auffassung gegenüber, dass die exogyrenreiche Mergelgruppe auf 630 m als eigentliche Virgula-Mergel gelten müsse, die mit den Vorkommen bei Courtedoux und Alle zu vergleichen ist. Die unteren auf 590 m gelegenen, von uns jedoch nicht mehr gefundenen, sind als ein Äquivalent der Mergellagen des oberen Kimmeridgiens (mit möglicherweise einzelnen Exogyren) zu verstehen.

Aus dem Waadtländer Jura beschreibt D. AUBERT (1950) zwei Virgulahorizonte übereinander, von denen der obere im Gegensatz zum unteren eine sehr konstante Verbreitung im Jura hat. Durch genaues Verfolgen der Schichten wäre abzuklären, ob in bezug auf die Niveaux mit *Exogyra* zwischen der Ajoie und den SW gelegenen Gebieten eine Beziehung besteht.

Angesichts der höchst ungünstigen oder völlig fehlenden Aufschlüsse im Bereiche der verstellten und bewaldeten Peneplein bei Les Grandes Vies S Chevenez bleibt natürlich eine gewisse Unsicherheit in der Unterteilung der Schichten bestehen.

#### **b) Kalke des unteren Portlandien**

Die Kalke der unteren Portlandien sind vor allem als eine dünne Kappe im tektonisch tiefgelegenen Abschnitt der Muldenzone von Porrentruy sowie unter den Überschiebungsmassen des Mont-Terri-N-Schenkels erhalten geblieben. Die besten Aufschlüsse befinden sich an der Strasse Porrentruy-Alle beidseitig der Combe de Vaumacon, wo sich der schneeweisse, kreidige und mürbe Kalk durch seinen Fossilreichtum auszeichnet. Zahlenmässig stehen im Vordergrund: Terebrateln und Rhynchonellen, beide mit erhaltenem Schalenmaterial. Daneben treten in Steinkernen auf: Korallen, Gastropoden, Pecten und andere Lamellibranchier.

Partien von homogenem Kalk können seitlich übergehen in ein locker verbackenes Agglomerat aus kalkigem Zerreibsel, wahrscheinlich koralligener Natur. Dieser durch Brachiopoden gekennzeichnete Horizont des unteren Portlandien ist auch W Porrentruy an verschiedenen Stellen sichtbar, doch geht aus den wenigen Aufschlüssen nicht hervor, ob die Fossilien nesterweise oder in einer durchgehenden Schicht angereichert sind.

Die weissen, kreidigen Kalke pflegen unter dem Einfluss der Verwitterung zu einem Grus von lauter kleinen Trümmern zu zerfallen, so dass ihre Kartierung auch auf verlehnten Feldern unter Umständen noch möglich bleibt, obgleich im Handstück die Kalke des oberen Malms vielfach nicht unterschieden werden können.

Andere gute Aufschlüsse liegen:

- NW Alle bei P. 468;
- Ca. 500 m N Alle, bei Côte Pussin, direkt E unseres Gebietes;
- W Courtedoux, in der Wegkurve NW P. 498 (Koord. 569,25/250,72).

Mit dem unteren Portlandien schliesst die jurassische Schichtfolge nach oben ab. Die Verbreitung dieses Schichtgliedes wird im wesentlichen durch die voroligozäne Abtragung bedingt, was mit aller Deutlichkeit aus der Auflagerung des Oligozäns hervorgeht (Tafel I). Ob der alttertiären Erosion noch jüngere, kretazische Gesteine zum Opfer gefallen sind, wissen wir nicht mit Sicherheit, halten dies aber für unwahrscheinlich, da bis jetzt in den tertiären Geröllen noch nie mesozoische Gesteine jünger als die Virgula-Zone gefunden worden sind.

Es ist für unseren Teil des Juragebirges ein noch ungelöster Fragenkomplex, ob Sedimente der Kreide über das heutige Verbreitungsgebiet hinaus abgelagert wurden und ob in gewissen Gebieten die tertiäre Erosion die Kreide flächenhaft zu entfernen vermochte. In diesem Zusammenhang verdient die Arbeit FOERSTERS (1909) einen Hinweis, wenn er auf S. 75 eine Grünsandlage im Mitteloligozän von Buchweiler (Bouxwiller) im Oberelsass aus den damals «in nicht zu grosser Ferne noch anstehenden unteren Kreideschichten» herleitet.

## **B. Tertiär**

### **1. Eozän**

Bildungen des Eozäns auf primärer Lagerstätte konnten wir keine feststellen. Einzig bei Mavalau (Koord. 571,30/250,15) treten auf Klüften des oberen Séquanien resp. des unteren Kimmeridgien im N-Schenkel des Banné-Gewölbes rote Verfärbungen auf. Sie können als Anzeichen der festländischen Ver-



witterung aufgefasst werden. Hingegen finden wir in den Sedimenten des Oligozäns verschwemmte Bohnerzkröner und Bolus-Ton. So z. B. beim Spital von Porrentruy, wo verschwemmter Bolus-Ton in den Konglomeraten eingeschaltet ist, ferner limonitische Konkretionen und etwa faustgrosse Gerölle von Calcaire de Daubrée. Die Konglomerate von Porrentruy und Mavalau zeigen oft eine bunte Verfärbung, die wir auf Einlagerung von verschwemmtem Bolus zurückführen. Offenbar wurden die Verwitterungsprodukte der kretazisch-eozänen Festlandsperiode durch die oligozäne Überflutung abgeräumt und umgelagert.

## 2. Oligozän

Zur Frage des Oligozäns in der Ajoie existiert seit langem eine reichhaltige Literatur <sup>1)</sup>, deren Anfänge nun mehr als hundert Jahre zurückreichen.

Auch in neuester Zeit sind die oligozänen Bildungen Gegenstand gründlicher Untersuchungen gewesen <sup>2)</sup>. Dennoch ergaben sich Schwierigkeiten beim Versuch, eine Gliederung dieser Schichten aufzubauen. Das Oligozän in der Ajoie ist gekennzeichnet durch auffallende Fazieswechsel sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung (s. Fig. 4, S. 21; Fig. 10, S. 43). Die nebeneinander liegenden, oft recht unterschiedlich ausgebildeten Vorkommen stellten schwierige Fragen der Datierung, weshalb die meisten Autoren sich veranlasst sahen, Anschluss an das Oligozän im südwestlichsten Teil des Rheintalgrabens, im Golf von Montbéliard, zu suchen, wo die alttertiäre Schichtfolge besser erhalten geblieben ist. Die Altersbestimmungen ROLLIERS (1910) und HUMMELS (1914) fussten daher, sofern keine oder nur ungenügende Fossilien vorlagen, weitgehend auf den Auffassungen, die für das Sundgauer Tertiär Geltung besaßen. Durch die Untersuchungen L. MEYERS (1928) im Oberelsass und Sundgau erfuhr die oligozäne Schichtfolge, gestützt auf die Ergebnisse zahlreicher Tiefbohrungen, eine neue Deutung. Damit waren aber die bisherigen Aussagen über das Alter der «Gompholithe d'Ajoie», abgesehen von einigen sicher datierbaren Vorkommen fraglich geworden.

Für die Benennung des gesamten konglomeratischen Oligozäns wird – wie eben erwähnt – im Berner Jura die Bezeichnung «Gompholithe d'Ajoie» gebraucht, welche NABHOLZ und SCHNEIDER (1955) wie folgt kennzeichneten: «Die Bezeichnung Gompholithe d'Ajoie wurde von ROLLIER verwendet, nachdem schon GRESSLY (1853) von Gompholithe gesprochen hatte. Nach STUDERS stratigraphischem Index geht die Einführung der Bezeichnung 'Gompholith' auf den Vorschlag BRONGNIARTS (1829) zurück. Etymologisch betrachtet entspricht das Wort Gompholith genau dem deutschen Nagelfluh (*ὁ γομφος*: der Nagel, der Pflöck; *γομφόω*: durch Pflöcke verbinden)». Es wurden dann später in Anlehnung an ROLLIER alle oligozänen Konglomerate als «Gompholithe d'Ajoie» bezeichnet. Im folgenden verwenden wir den Begriff «der Gompholith» synonym zu «das Konglomerat», wie dies bereits GRESSLY tat. Zur «Gompholithe d'Ajoie» rechnen wir dagegen nur die Konglomerate mit mariner Fauna.

Unsere Untersuchungen haben nämlich ergeben, dass wir zwei Arten von Gompholith unterscheiden müssen: 1. Meist verfestigte Konglomerate und Sande mit marinen Fossilien; hierher gehören diejenigen von Bresseaucourt, Cœuve und Courgenay, die eine artenreiche Meeressandfauna liefern. 2. Gompholith mit kalkig-mergeligen Begleitgesteinen und Lagen von Süsswassertuffen mit viel aufgearbeitetem Bohnerz-Material. Die ersteren gehören auf Grund der Fauna unzweifelhaft dem Stampien an. Die letzteren zeigen keine Spur von marinem Leben; wir bezeichnen sie im folgenden als «Konglomerate von Porrentruy». Ihrer Lagerung nach gehören sie, wie zu zeigen sein wird, vermutlich dem Sannoisien an.

Wir wenden uns zunächst der detaillierten Beschreibung der einzelnen Oligozänvorkommen sowohl im Untersuchungsgebiet als auch in der N-Ajoie zu. Anschliessend betrachten wir die Lagerungsverhältnisse der oligozänen Sedimente und die morphologischen Konsequenzen, die sich daraus ergeben.

In einem weiteren Kapitel wird versucht, unsere Auffassung über die Zweiteilung des Oligozäns in Sannoisien und Stampien zu untermauern. Zu diesem Zwecke greifen wir die Diskussion um das Alter des Sundgauer Tertiärs wieder auf und geben einen Überblick über die Schichtfolge an einzelnen Stellen am

<sup>1)</sup> GRESSLY (1853), GREPPIN (1870), KISSLING (1895), ROLLIER (1897, 1898, 1910), HUMMEL (1914).

<sup>2)</sup> ERZINGER (1943), TSCHOPP (1960), DIEBOLD (1960).



Jura-N-Fuss zwischen Porrentruy und Basel. Und Ziel eines letzten Abschnittes ist es, die Tertiärgebiete zueinander in Beziehung zu bringen, verknüpft mit einem knappen paläogeographischen Überblick.

### a) Sannoisien (Konglomerate von Porrentruy)

#### Aufschlüsse

##### Le Seu

An der Strasse Porrentruy-Cœuve befindet sich SW des Hügels Le Seu ein prinzipiell wichtiger Aufschluss (Koord. 573,95/253,87). In einem längst nicht mehr abgebauten Steinbruch, der jetzt der Schuttablagerung dient, ist die transgressive Auflagerung der Konglomerate von Porrentruy auf Kimmeridgien sichtbar. Die Sortierung der bis faustgrossen Gerölle ist hier eine schlechte. Wie Fig. 1 deutlich zeigt, hat die vor- resp. früholigozäne Erosion gegen N immer tiefere Schichten des Kimmeridgien freigelegt. Auf die abgeschnittenen, treppenförmig absteigenden Schichtköpfe ist alsdann der Gompholith aufgelagert worden. Seine Bankung verläuft parallel zur Schichtung der Malmunterlage.

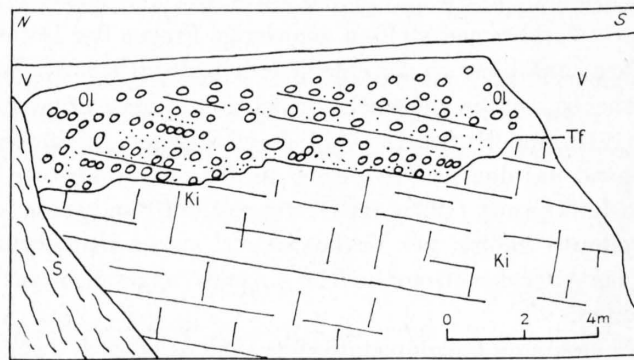


Fig. 1. Diskordante Auflagerung der Konglomerate von Porrentruy (Sannoisien) auf Kimmeridgien bei Le Seu, S Cœuve

- Ol: Oligozän, Konglomerate von Porrentruy
- Ki: Kimmeridgien
- Tf: Transgressionsfläche
- S: Schutt
- V: Vegetation

Wenige Meter S der Auflagerung, in Fig. 1 nicht dargestellt, erkennt man an der Rückwand des Steinbruches angeklebte Konglomerate, z. T. in erheblicher Ausdehnung. Die erhaltenen Reste greifen in ausgeräumte Mergellagen des Kimmeridgien hinein. Ob hier die Steilwand eines unteroligozänen Erosionsreliefs oder eine alte Bruchfläche vorliegt, lässt sich aus dem Aufschluss nicht mehr ableiten.

Die beschriebenen Konglomerate erfüllen den Talboden SW Le Seu und setzen sich als vereinzelte Gerölle an der Oberfläche gegen W und NE fort. Am N-Rand des Vorkommens liegen, in einer flachen gerodeten Senke W Le Seu reliktiert verteilt, verfestigte grobe und feine Kalksande mit Geröllen und Kalksandstein vom Typus Cerithienkalk. Der letztere führt eine Foraminiferenfauna, wie sie uns aus dem Meeressand (Rupélien) der Umgebung Basels bekannt ist. Obgleich ein Kontakt anstehender Kalksande gegen das Liegende nicht sichtbar ist, gehören sie der Lagerung nach ins Hangende der Konglomerate von Porrentruy, die ihrerseits dem Malm auflagern.

Folgt man der Strasse von Le Seu nach Porrentruy, so findet man weitere kleinere Aufschlüsse von Gompholith W des Hofes Sur le Té. Der Gompholith ist in einer Vertiefung erhalten geblieben. Offenbar liegt der Rest einer Rinne vor, über deren Verlauf wir aber nichts Genaues mehr wissen.

##### Lorette

Etwas näher gegen Porrentruy findet sich an derselben Strasse, E Lorette, ein vorzüglicher Aufschluss mit äusserst groben Konglomeraten von Porrentruy. Die wenig abgerollten Blöcke erreichen Durchmesser

bis zu einem Kubikmeter. Solche Kalkstücke dürften in nächster Nähe der Unterlage entnommen worden sein. Daneben stellen sich aber in der Grundmasse auch alle Geröllgrößen ein, bis zum kalkigen Detritus. Im südlichsten Teil des Aufschlusses stehen die klotzigen Kalke des oberen Kimmeridgien an. Der Kontakt selbst verbirgt sich jedoch unter einem Schuttband. Auch an dieser Stelle ist ein Erosionsrelief anzunehmen.

NE Porrentruy, P. 461 (Koord. 573,5/252,47)

Folgt man der Strasse weiter nach Porrentruy, so gelangt man zu einem anderen guten Aufschluss, etwas östlich der Strasse gelegen. Hinter einem Ökonomiegebäude, 50 m SW P. 461 bei den nordöstlichsten Häusern der Stadt, ruhen auf einer unebenen Fläche ca. 3 m Konglomerate mit groben Blöcken und Lagen grobkörnigen brecciösen Kalksandsteins. In diesem – wie auch in anderen Fällen – fehlt jede Spur von Verwitterungsprodukten oder zerrüttetem Malmkalk in der Unterlage <sup>1)</sup>. Der Gompholith steht vielmehr in Berührung mit völlig frischen Kalken. Da flach S-fallendes Kimmeridgien im nahen, N gelegenen Wäldchen ansteht, ist der Gompholith wahrscheinlich an einer Erosionssteilwand angelagert. Dünn gestreut finden sich auch noch Konglomerate auf den umliegenden Gebieten.

Es ist möglich, dieses Konglomeratvorkommen – ausgehend von P. 461 – unmittelbar E der Hauptstrasse in Richtung Porrentruy zu verfolgen. Gegenüber dem Textilfabrikgebäude ist an der Strasse durch den Einsturz einer Stützmauer (Koord. 573,275/252,325) im Jahre 1954 vorübergehend ein Aufschluss von Konglomeraten von Porrentruy geschaffen worden. Zwischen relativ feinem Gompholith unten und grobem oben schiebt sich eine Dezimeter dicke Lage von sandigem Mergel ein. Der ganze Anriss erreicht nur ca. 1,5 m Höhe, wobei die Schichten S- bis SE-Fallen zeigen.

Den Kontakt mit dem Malm konnten wir nicht beobachten; da aber die Konglomerate am Abhang zwischen der Nebenstrasse SW P. 461 und der Strasse Porrentruy-Cœuve auftreten, folgern wir, dass sie als Reste einer Rinnenfüllung übriggeblieben sind.

N Courtedoux

N Courtedoux treten an zwei Stellen geringmächtige Erosionsrelikte von Konglomeraten von Porrentruy mit verschwemmtem Bolus auf. Das Oligozän lagert hier anscheinend konkordant den Mergeln und Lumachellen mit *Exogyra virgula* (Virgula-Mergel) auf.

Hôpital

In den Jahren 1955/56, anlässlich des Neubaus des Spitals (Koord. 571,35/252,15) W des Schlosses von Porrentruy wurden Gräben für Fundamente und Leitungen ausgehoben, wobei man den Malm der Oligozänunterlage nicht erreichte, obgleich nur wenige Meter im N – bei P. 507 – unteres Portlandien ansteht. Somit ruhen die oligozänen Bildungen nicht auf einer Schichtfläche des Malms, sondern sind einem Erosionsrelief aufgelagert.

Als hauptsächlichstes Element treten lockere Konglomerate auf. Einzelne Bänke dagegen sind durch ein weissliches, kalkiges Bindemittel (reich an Quarzkörnern) ausgezeichnet verfestigt. Lagenweise tragen die eingeschlossenen Kalkbrocken – alle offenbar auf der oberen Seite – eine ca. 1 mm dicke Kruste von grau-braunem Kalksinter, der als eine Süsswasserbildung zu betrachten ist.

In den Konglomeraten sind Lagen von verschwemmtem, rotem Bolus-Ton eingeschaltet. Die Einlagerungen besitzen stark wechselnde Mächtigkeit von Dezimetern bis zu mehreren Metern, können seitlich aber auch unvermittelt aussetzen. Anscheinend war die Ablagerung der Konglomerate von Umlagerungsvorgängen in fließendem Wasser begleitet.

Häufig sind ferner Lagen von blassrotem Kalksandstein mit vielen Quarzkörnern und einzelnen Geröllen. Als einziges Fossil wurde in diesem Aufschluss der Abdruck eines kleinen, nicht näher bestimm-  
baren Gastropoden gefunden.

Während ein Teil der Gerölle durch Imprägnation mit Bolus rote Verfärbung zeigt, weisen andere eine schwärzliche Farbe auf, die wohl der «Cailloux-noirs»-Bildung vor der Umlagerung der Komponenten zu-

<sup>1)</sup> Angewitterter Malm unter der Transgressionsfläche kennen wir aus den Oligozänvorkommen an der Strasse zwischen Beurnevésin und Réchésy an der nördlichen Landesgrenze ausserhalb unseres Gebietes.

zuschreiben ist, d. h. die betreffenden Malmkalke erlitten durch einen Aufenthalt in stagnierendem Gewässer Durchtränkung mit feinverteiltem Mangan und Eisen unter Anwesenheit von Schwefelwasserstoff (vgl. VONDERSCHMITT 1942).

Microferme (Koord. 571,8/251,85)

In Baugruben bei P. 457 (Koord. 571,9/251,9) an der unteren Kehre der Strasse Porrentruy–Bure wurde grobblockiger Gompholith (Durchmesser der Komponenten bis 1 m) mit roter Grundmasse und linsigen Sandsteinlagen gefunden.

### Le Château bei Porrentruy

An der Abzweigung der Strasse Porrentruy–Bure nach dem Château wurde durch den Bau eines Hauses ein guter Aufschluss geschaffen (Koord. 572,05/251,97). Von unten nach oben konnte beobachtet werden:

- a) 0,2 m ziegelroter, sehr sandiger Mergel;
- b) 1,0 m feines Konglomerat (Durchmesser 2,5–3 cm), ohne Schichtung; Grundmasse: rot-orange-ziegelrot (verschlemmter Bolus), sandig; enthält abgerollte Malmfossilien;
- c) 0,2 m ziegelroter, sehr sandiger Mergel;
- d) 2,0 m Konglomerat mit grossen, wenig gerundeten Komponenten, schlecht sortiert, Bindemittel rot und sandig. Seitlich schiebt sich eine blassrote Kalksandsteinbank mit einzelnen Geröllen ein. Von diesen Gesteinen vermuten wir, dass sie in Mündungsnähe eines Baches zur Ablagerung gekommen sind.

### Stadt Porrentruy

Einsicht in den Untergrund der Altstadt von Porrentruy gewährt uns ein Profil, das F. Koby seiner hydrologischen Schrift aus dem Jahre 1886 beigegeben hat. Sein N–S gerichteter geologischer Schnitt reicht vom Château bis zum 600 m weiter S gelegenen Collège in der oberen Stadt. Fig. 2 gibt ein Profil durch das gleiche Gebiet. Aus F. Kobys (1886) Angaben geht hervor, dass sich eine Schicht von Nagelfluh, dem oberen Kimmeridgien auflagernd, von den tiefgelegenen Stadtteilen an bis zur Höhe des Collège hinzieht. Nach der Profilzeichnung treten ausserdem im Hangenden der Konglomerate – etwa 300 m S des Château – tertiäre Mergel auf, die sich gegen S fortsetzen. Nach Kobys Angaben im Text erreichen die Nagelfluh 2–3 m, die roten Mergel 1–2 m Mächtigkeit; beide Schichten seien, so fährt er fort, grossen Schwankungen der Lagerung und Dicke unterworfen. Seine Beschreibung passt gut auf die Konglomerate von Porrentruy und den verschwemmten Bolus-Ton, wie sie im W und SW der Stadt aufgeschlossen sind. Damit im Einklang stehen die von uns beobachteten roten Mergel und Gerölle in einem Wasserleitungsgraben am oberen Ende der Rue des Tilleuls, ca. 550 m S des Château.

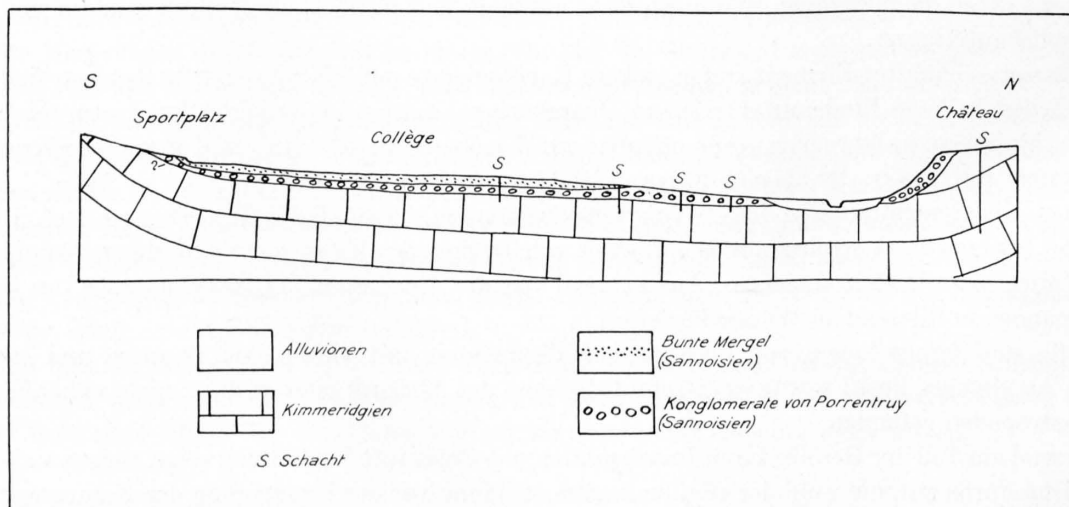


Fig. 2. Geologisches Profil durch das Stadtgebiet von Porrentruy

Gezeichnet unter Verwendung von Angaben von F. Koby (1886). Maßstab: Länge 1:5000, Höhe 1:2500, Überhöhung zweifach

Etwa 300 m S des Collège ist 1956 beim Sportplatz ein neuer Aufschluss im konglomeratisch-mergeligen Tertiär geschaffen worden (Koord. 572,55/251,20). Beim Vergrössern der Anlage wurde folgende Schichtreihe freigelegt, von unten nach oben:

- a) 1,2 m feiner Kalksand bis Kalkmergel mit einem groben Block von oberem Kimmeridgien. Oben sind Gerölle eingestreut. Der weisse Süsswasserkalkzement enthält zahlreiche Quarzkörner, Malmkalkkörner und Splitter von braunem Kalksinter.
- b) 0,5 m bunte Kalkmergel, rot und weiss mit Quarzkörnern;
- c) 1,0 m Kalkkonglomerate mit weisslichem, kalkigem Bindemittel (wie Sch. 1). Die Komponenten tragen die einseitige Kalksinterkruste, wie sie in den Aufschlüssen beim Spital angetroffen wurde;
- d) 0,5 m graue, fette, angewitterte Mergel mit Quarzkörnern;
- e) 0,5–1 m Verwitterungslehm.

Fossilien konnten keine beobachtet werden.

Das Vorkommen vom Sportplatz liegt unmittelbar N der nach N eintauchenden Malmflanke und dürfte, bedeckt durch Verwitterungslehm, mit den ehemaligen Fundstellen von Porrentruy und den Aufschlüssen bei l'Oiselier-Mavalau in Verbindung stehen.

#### Zwischen l'Etang und Porrentruy

Zu dieser Gompholithdecke gehört auch der temporäre Aufschluss in einem Kanalisationsgraben zu den Neubauten bei P. 429 SW Porrentruy. Unter 1,8–2 m Lehm wurde feiner Gompholith (Durchmesser unter 3 cm), verschwemmter Bolus-Ton sowie lockerer, krustig aufgebaut Sinterkalk angetroffen.

#### Bois de Mavalau–l'Oiselier

Die Oligozänvorkommen in diesem Gebiete bilden deutlich eine Einheit (Taf. I). Sie liegen auf der N-Flanke der Banné-Antiklinale und lassen – da sie zumindest noch an der jungtertiären Verstellung derselben teilgenommen haben – N-Fallen erkennen.

#### Bois de Mavalau

Im Einschnitt der Strasse Porrentruy–Bressaucourt bei P. 460 ist eine verhältnismässig mächtige (15 bis max. 20 m) unteroligozäne Serie aufgeschlossen (siehe auch p. 51, Fig. 11). An einigen Stellen

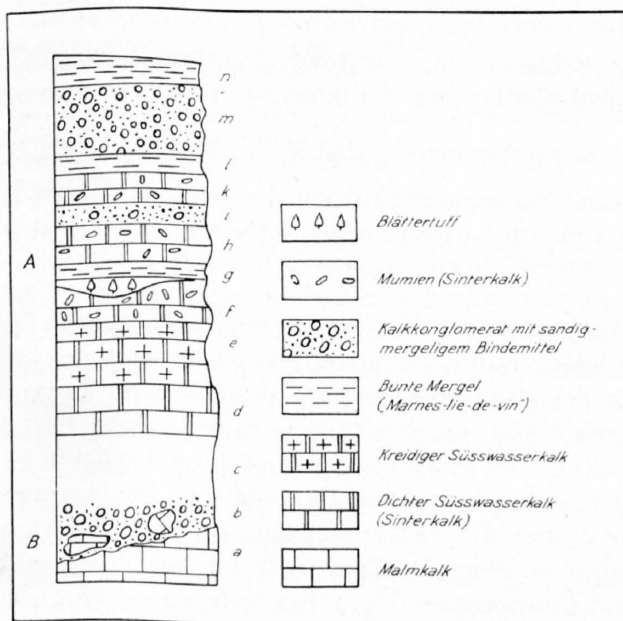


Fig. 3. Schematisches Profil des Sannoisien N Mavalau (P. 460)

Die Buchstaben a–n beziehen sich auf den Text, A, B auf Fig. 11. Totale Mächtigkeit 20–30 m



wird die Schichtfolge durch Schutt überdeckt. Sie fällt etwas weniger steil gegen N ein als ihre Malmunterlage. Die Gesteinsfolge ist auf Fig. 3 schematisch dargestellt, und zwar setzt sie sich zusammen, von unten nach oben, aus <sup>1)</sup>:

- a) Unteres Kimmeridgien des N-Schenkels der Banné-Antiklinale mit sichtbarer Auflagerungsfläche;
- b) unsortiertes Konglomerat mit kleinen bis kopfgrossen Geröllen. An einer Stelle ist eine Kalkplatte (ca.  $\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup>) aus der Unterlage herausgebrochen und gerade so viel bewegt worden, dass sie in sandigem Bindemittel schwimmt;
- c) Lücke im Profil; bewaldeter Erosionseinschnitt, vermutlich in der Konglomeratzone gelegen;
- d) mehrere Meter vorwiegend weisser, dichter, harter Süsswasserkalk und Sinterkalk. Oben sind Partien von lockerem, porösem Kalk eingeschaltet;
- e) einige Meter schlecht aufgeschlossen; weisser, kreidiger Süsswasserkalk und etwas brauner Sinterkalk;
- f) ruppiger, bräunlicher Sinterkalk, bestehend aus verbackenen sogenannten Mumien. Im oberen Teil sind lockere, tuffige Sinterkalke mit Blattabdrücken (vermutlich *Cinnamomum*) eingeschaltet;
- g) buntes, kalkiges Mergelband mit kleinen, teils kreidigen Kalkknollen, die z. T. ebenfalls Sinterstruktur aufweisen;
- h) fast unverfestigte Schicht mit lauter sogenannten Mumien wie oben bei f. Eingelagert sind Sinterkalkknollen von einigen Zentimetern Durchmesser. Im lockeren Gestein wurde ein Deckel der Landschnecke *Bembridgia* cf. *cincta* EDWARDS gefunden. An der Basis der Schicht schalten sich vereinzelte Gerölle ein;
- i) ockergelber, lockerer, grobkörniger Kalkdetritus (Kalksand) mit Malmgeröllen;
- k) geröllreicher, detritischer SWK mit sogenannten Mumien und Sinterkalk;
- l) ockergelbe und rote, sandige und fette Mergel, welche leicht wasserstauend wirken;
- m) mehrere Meter Gompholith mit vorwiegend Komponenten unter 8 cm Durchmesser, im obersten Teil leicht verkittet;
- n) etwa 20 m N P. 460 unter Verwitterungslehm bunte, hauptsächlich rote Kalkmergel, die wir als die höchste Einheit der Schichtfolge von Mavalau auffassen.

Dieses Unteroligozänprofil ist mit seinen schätzungsweise 20 m Dicke das mächtigste, das wir in unserem Gebiet kennen.

Im folgenden beschreiben wir die  $\frac{1}{2}$  km weiter NE gelegenen ehemaligen und noch bestehenden Aufschlüsse von l'Oiselier. Hier wie bei Mavalau beginnt die Süsswasserserie mit grobem Gompholith und endigt oben mit relativ feinen Konglomeraten. Dagegen lassen sich die Vorkommen nicht Schicht für Schicht parallelisieren.

#### l'Oiselier

Wenige Meter S P. 453, an einer bewaldeten Geländekante, befindet sich ein Aufschluss von oligozänen Süsswasserbildungen, den einzigen, die heute noch an dieser Lokalität offen liegen. Man beobachtet von unten nach oben:

1–2 m ziegelrote, kalkige Grundmasse mit eingestreuten, eckigen Malmkalkbrocken, Quarzkörner, winzige Bohnerzkörner und Bruchstücke von bräunlichem, konzentrisch angeordnetem Kalksinter.

An der Obergrenze der ziegelroten Schicht sind Malmgerölle bis 10 cm Durchmesser eingelagert.

2–3 m Schlecht aufgeschlossen: Süsswasserkalk <sup>2)</sup> mit dichten und äusserst harten Partien, welche Abdrücke von Blättern, vermutlich *Cinnamomum*, enthalten. Es treten aber auch lockere, tuffige Süsswasserkalke auf.

Unmittelbar N dieses Aufschlusses bei l'Oiselier wurden früher in einem Steinbruch die Konglomerate und Süsswasserkalke ausgebeutet. Einige Bemerkungen finden sich in der Literatur bei HUMMEL (1914) und ERZINGER (1943); aber die genaue Beschreibung verdanken wir ROLLIER (1910). Wir geben seine Profilskizze (Fig. 4, S. 21) hier wieder, die den Zustand in den Jahren 1903–1908 zeigt. Der Aufschluss besteht demnach aus zwei Teilen: im südlichen Teil liegt der Gompholith an abgeschnittenen Schichtköpfen des Malms, im nördlichen konkordant auf der Unterlage. Die linsenförmigen Blättertuffe im südlichen Teil des Steinbruches dürften den Süsswasserkalken im oberen Abschnitt des heute noch vorhandenen Aufschlusses entsprechen (s. oben). ROLLIER weist mit Nachdruck auf die Tatsache hin, dass die Gerölle, welche die Tuffe mit *Cinnamomum* (Fig. 4, Sch. 6) begleiten, grössere Durchmesser erreichen als

<sup>1)</sup> Eine kurze, vorläufige Aufschlussbeschreibung veröffentlichten NABHOLZ und SCHNEIDER (1955).

<sup>2)</sup> Auf die Süsswasserkalke wird unten näher eingetreten.

diejenigen (Sch. 3 der Figur) im Hangenden der Süßwasserkalke (Schichten 3 und 4). Er nimmt an, dieser feinere Gompholith oben hätte einen weiteren Transportweg zurücklegen müssen, nachdem das Relief des Malms mit relativ groben Konglomeraten zugedeckt gewesen sei. Nach ROLLIER (1910) lieferten die Blättertuffe (6) an Pflanzen:

*Cinnamomum lanceolatum*  
*Cinnamomum polymorphum*  
*Sabal* sp.

Und an Gastropoden:

*Helix (Coryda) rugulosa* (v. MART.) v. ZIETEN  
*Pomatias labellum* THOMAS

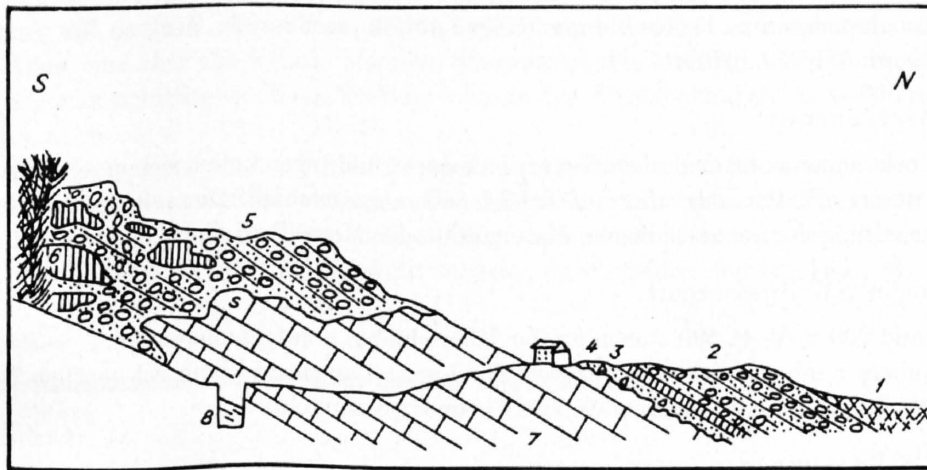


Fig. 4. «Coupe des Carrières du bas de la Combe-de-l'Oiselier près Porrentruy»  
 (neu gezeichnet nach ROLLIER 1910, Fig. 17, S. 67)

1. Lehm.
2. Bancs de Gompholithe aquitanienne à petits galets et bancs de grès calcaire avec lits de marnes rouges.
3. Calcaire blanc crayeux irrégulier, à *Helix rugulosa*, à peu près 1 m.
4. Brèche à fragments de calcaires elsgoviens avec ciment de calcaire lacustre 1-2 m.
5. Gompholithe, bancs durs, exploités, à galets pugilaires et céphalaires, inclinaison N 25°.
6. Lentilles et amas de tufs et de calcaires lacustres concrétionnés à *Cinnamomum* et *Sabal*.
7. Bancs de l'elsgovien moyen, inclinaison N 25°.
8. Puits fait en 1908 dans les marnes elsgoviennes fossilifères.
- s: Surface à stries de sertissage.

Weitere Fossilien wurden weder von ROLLIER noch unseres Wissens von anderen Sammlern beobachtet; vor allem das Fehlen irgendwelcher mariner Lebensspuren war ihm aufgefallen. ROLLIER (1910) erwägt in Anbetracht ihrer Abwesenheit, ob an der Basis der Schichtfolge, welche der damalige Abbau nicht erreicht hatte, ein Äquivalent des marinen Mitteloligozäns von Bressaucourt vermutet werden dürfe. Wie wir gesehen haben, existiert bei Bois de Mavalau nichts Derartiges. Auch scheiterte der Versuch, im Hangenden der oligozänen Süßwasserserie mit Handbohrungen, welche N Bois de Mavalau und l'Oiselier von uns ausgeführt wurden, marines Oligozän nachzuweisen.

Etwa 200 m NE l'Oiselier wird in einer kleinen Grube (Koord. 571,92/250,68) Gompholith ausgebeutet. Von unten nach oben ist aufgeschlossen:

- a) 0,2 m Kalksand mit Quarzkörnern, Geröllen und Trümmern von Süßwasserkalksinter. Körner und Gerölle sind mit weisslichem, kalkigem Bindemittel verbacken;
- b) 0,5 m grau-gelbe, tuffige Kalkmergel und wulstiger Süßwasserkalk;
- c) 1,5 m Kalkkonglomerat mit einzelnen schlecht gerundeten Blöcken bis ca. ½ m Durchmesser. Bindemittel kalkig-sandig. Im oberen Teil der Konglomerate schiebt sich eine Lage von verschwemmtem rotem Bolus-Ton ein.

Im Konglomerat fallen zahlreiche schwarze Gerölle, sogenannte «cailloux noirs», auf, wie wir sie schon oben S. 7 kennengelernt haben. Die Gerölle der oberen Konglomeratbank zeigen Kreuzschichtung, die für Schüttung von Süden her spricht.

#### Les Fontenattes (1,5 km NE Bressaucourt)

Das grosse, zusammenhängende Vorkommen von «Konglomeraten von Pruntrut» bei Les Fontenattes setzt sich vermutlich bis südlich der Landstrasse E Bressaucourt fort. E des Dorfes ist die Verbindung durch die verschwemmten Lehme des Baches verdeckt. Wie die losen Gerölle in den Feldern und einige kleine Aufschlüsse längs der N-Grenze des Vorkommens zeigen, handelt es sich vorwiegend um lockere Konglomerate mit verkitteten Bänken, groben Blöcken und Lagen von verschwemmtem, rotem Bolus-Ton. Die interessanten Auflagerungsverhältnisse finden ihre Darstellung auf Fig. 7, S. 32, Fig. 11, S. 51. N Les Fontenattes verdeckt der Gompholith den S-Schenkel der Banné-Antiklinale, und beim Hofe Mavalau greift die Konglomeratdecke sogar über den Gewölbescheitel hinweg, indem die Schichten des Malms gekappt werden. In den Spalten und Ritzen des anschliessenden N-Schenkels sind noch reliktiertig Spuren von Konglomeraten zu beobachten, vor allem auf einem Fussweg, der von Les Fontenattes nach Bois Carré (Koord. 571/250,3) führt.

#### Chevenez-Bressaucourt

Weitere Vorkommen von konglomeratischen Süsswasserbildungen finden sich im Gebiete SW Bressaucourt jenseits unseres Blattrandes, aber auf Tafel I noch eingezeichnet. Diese oligozänen Sedimente verdanken ihre Erhaltung dem überschobenen Malmmantel der Mont-Terri-Kette.

#### Champs du Moulin, SW Bressaucourt

Am Wegrand 200 m W P. 590 stehen an der Überschiebung aufgeschleppte, z.T. verfestigte und gepresste Konglomerate mit gelblichem und rotem Bindemittel an, in welchem gelegentlich Bohnerzkörner auftreten. Es dürfte sich um Konglomerate von Porrentruy handeln.

#### Pré Guenin, SW Bressaucourt

In der rechtwinkligen Wegkurve unmittelbar am Überschiebungsrand beobachtet man auf Virgula-Mergeln aufruhende, schlecht aufgeschlossene Konglomerate mit relativ kleinen Komponenten. Fossilien fehlen offenbar. Wir vermuten, dass auch in diesem Falle Unteroligozän vorliege.

#### Combe de Varu, 1,8 km W Bressaucourt

Am oberen Ende der Combe, ca. 70 m N und W P. 642 stehen Konglomerate mit groben Geröllen und feinen Einschaltungen an (Fig. 12, S. 56). Das gelbe bis orangefarbene Bindemittel enthält neben Quarz auch Bohnerzkörner. Im Dache des Aufschlusses W P. 642 sind Süsswasserkalke eingeschaltet, die auch als Sinterkalke Malmgerölle umkrusten. Dies alles spricht für Zugehörigkeit zu den unteroligozänen Konglomeraten von Porrentruy.

Wie in den Figuren 5 (S. 29) und 7 (S. 32) dargestellt ist, liegt dieses Vorkommen in einer Rinne.

#### Weitere Vorkommen in der E-Ajoie:

##### Sur la Côte, 1 km N Charmoille

Beim Anlegen eines neuen Weges nördlich Sur la Côte, ganz nahe beim Waldrand (Koord. 582,60/253,32) wurden orangerote Mergel, kompakte rote und weissliche Süsswasserkalke sowie SWK-Knollen mit konzentrischen Anwachsstreifen, z.T. blumenkohlartiger Ausbildung (Algensinterkalke) freigelegt. Auch eingestreute Gerölle zeigen die auf Algenbewuchs hindeutende, oft einseitige Überkrustung.

Allerdings erlaubt die geringe Höhe des Aufschlusses keine Beurteilung der Lagerungsverhältnisse.

##### Le Paigre, 1 km E Charmoille

An der Kurve des Fahrweges bei P. 569 (Koord. 583,30/252,85) sind Konglomerate mit roter, kalkiger Grundmasse und hauptsächlich Malmgeröllen aufgeschlossen. Als Komponenten treten daneben auch



weissliche Süsswasserkalke und schwarze Gerölle (cailloux noirs) auf. Sehr schön ausgebildete Sinterkrusten überziehen grosse und kleine Komponenten. Die Konglomeratblöcke stecken in braunem, lehmig-mergeligem Material mit zahlreichen SWK-Knollen. Eine Schichtung lässt der Aufschluss nicht erkennen.

R. TSCHOPP betont die Ausdehnung dieses Oligozäns gegen S bis zur Strasse Charmoille-Lützel. Aus dem Fund von *Potamides* und *Cerithium*, der GRESSLY an der Strasse gelang, schliesst R. TSCHOPP, dass Gompholite d'Ajoie, also Rupélien, vorliege. Eine solche Alterszuweisung stellen wir – wenigstens für den oben beschriebenen Aufschluss – in Abrede, da ja die Konglomerat-Süsswasserkalk-Assoziation viel besser mit den Konglomeraten von Porrentruy (Unteroligozän) übereinstimmt.

Le Gy, SE Asuel:

R. TSCHOPP erwähnt das Auftreten von Daubrée-Kalken und -Konglomeraten im Liegenden der Molasse alsacienne auf der Anhöhe von Le Gy (Koord. 583,15/249,23).

Sous l'Alêtre, 1 km S Fregécourt

Am Fahrweg 100 m NE P. 608 (Koord. 581,55/250,65) wurden rote Mergel bisher als Bolusimprägrierung kartiert. Diese sind aber von weissen Mergeln, Süsswasserkalken mit Algensinter und Konglomeraten begleitet. Als höchstes Schichtglied dieses Tertiärs folgt an der Weggabelung auf Kote 630 m Molasse alsacienne.

Es wäre nun zu prüfen, ob die beiden letztgenannten Vorkommen tatsächlich dem Eozän – wie R. TSCHOPP annimmt – oder möglicherweise dem Unteroligozän (Sannoisien) angehören. Bei der Inangriffnahme dieses Problems wäre es vonnöten, nach allfällig vorhandenem Fossilmaterial Ausschau zu halten, damit die Unterscheidung Eozän-Unteroligozän schärfer durchgeführt werden kann als bisher und in dieser Arbeit.

#### Die Gesteine der Konglomerate von Porrentruy und ihre Bildungsweise

##### a) Konglomerate

Im allgemeinen hat der Gompholith keine oder nur geringfügige Verfestigung erfahren, so dass die Gerölle immer leicht aus dem Gestein ausbrechen können. Nur einzelne Lagen sind zu festen Bänken verkittet. Die Geröllkomponenten entstammen ausschliesslich dem Malm, und zwar hauptsächlich dem Kimmeridgien. Als jüngste Gesteine sind die dichten und lumachellösen Kalke aus der Zone mit *Exogyra virgula* vertreten. Es fehlen aber Brocken kreidigen Kalkes des unteren Portlandien, die wohl sehr schnell zerrieben worden sind.

Die Gerölle des Gompholiths zeigen ellipsoidische, oft kugelige Rundung; sie sind aber niemals abgeplattet wie in den Geschieben der Flüsse. Vielfach haben die Geröllmassen bei der Einbettung überhaupt keine Sortierung erfahren. Insbesondere der Gompholith nahe der Malmunterlage zeichnet sich durch enorme Schwankungen der Geröllgrössen aus, wobei Blöcke von 1 m<sup>3</sup> keine Ausnahme bilden. Das Bindemittel, das die Lücken zwischen den groben Komponenten erfüllt oder bisweilen mengenmässig in den Vordergrund tritt, setzt sich aus feinem Kalkdetritus, Süsswasserkalk (s. unten), Quarzkörnern und verschwemmtem Bolus-Ton in ganz wechselndem Mischungsverhältnis zusammen.

Die allgegenwärtigen Quarzkörner wurden, um Aufschluss über ihre Herkunft zu gewinnen, auf ihre Oberflächenbeschaffenheit untersucht <sup>1)</sup>. Sie gehören trotz einer gewissen Nachpolitur zum Typus «rond mat». Dies spricht für Aufbereitung durch Wind. Es ist deshalb anzunehmen, dass die Quarzkörner samt dem verschwemmten Bolus-Ton den Verwitterungsrückständen des eozänen Festlandes entstammen.

##### b) Feinklastische Bildungen

Nicht selten sind in den Konglomeraten von Porrentruy Lagen von bisweilen verfärbten Kalksandsteinen eingebettet, deren Korn sehr fein, aber auch 1–2 mm gross werden kann. Quarzkörner sind immer vorhanden.

<sup>1)</sup> Nach der Methode von CAILLEUX (1942, 1952), die u. a. von E. v. BRAUN (1953) erfolgreich verwendet wurde.



Bolus-Ton kann sich sogar auf sekundärer Lagerstätte wieder anreichern (Spital von Porrentruy). Ist er begleitet von zerriebenem Kalk, Malmsplittern, Quarzkörnern und einigen Bohnerzkörnern, so verhärtet das Ganze zu einem Gestein (P. 453, l'Oiselier), das den eozänen Daubrée-Kalken sehr ähnlich sieht, aber wegen seiner Lagerung zwischen Gompholith jünger sein muss.

An zahlreichen Stellen sind im Gompholith kalkig-mergelige, bunt verfärbte Lagen eingeschaltet. Meist überwiegt weinrote bis ziegelrote Farbe. Die gleichen Arten von bunten Mergeln sind im Sannoisien der N-Ajoie und des Sundgaues verbreitet; sie tragen in der französischsprachigen Literatur die Bezeichnung «marnes-lie-de-vin».

### c) Süsswasserkalk (SWK)

Zwei Arten von SWK sind zu unterscheiden:

1. Weisser, leicht kreidiger, strukturloser SWK als selbständiges Gestein, als Füllmasse in den Hohlräumen des Sinterkalkes und schliesslich als Bindemittel in Kalkquarzsanden und feinen Konglomeraten (Spital von Porrentruy).

2. Sinterkalke treten als krustige Bildungen einseitig auf Geröllen und vor allem verknüpft mit Pflanzenresten gesteinsbildend auf. Die Art der Ausbildung ist ausserordentlich mannigfaltig. Je nach Beschaffenheit der Kalkausscheidung, der Beimengungen, nach Grad der Umkristallisation etc. sind die Sinterkalke bald weisslich dicht und hart, bald gefärbt und locker, bald sogar wie rezente Quelltuffe mit Blättern entwickelt. Es treten auch kugelige, walnussgrosse Sinterknollen auf. Als gemeinsames Merkmal finden sich in den Sinterkalken Anlagerungen von Kalk in konzentrischen bis parallelen, meist blumenkohlartigen Krusten angelagert, ursprünglich auf Pflanzenteilen, die dann später zerfallen sind. Dadurch entstanden Hohlformen, die von Sekundärkalzit oder kalkigem Sediment erfüllt werden. Manche Hohlformen enthalten aber keine nachträglich eingedrungenen Materialien, wie zum Beispiel die mumienförmigen Gebilde <sup>1)</sup> (max. 5 × 10 mm gross), in denen ein feiner, allseitig abgeschlossener Zentralkanal erhalten geblieben ist. An überkrustetem Pflanzenmaterial wurden Blätter (*Cinnamomum*?) und Stengel von *Chara* beobachtet. Ferner kommen in Frage Moose und Schilf. Die innere Struktur der Sinterkrusten zeigt eine grosse Vielfalt: quer lamellierte, parallel struierte und wedelartige Krusten, kalzitische, radialstrahlige Rosetten etc. Leider sind alle organischen Zellstrukturen, sofern primär vorhanden, der Neukristallisierung zum Opfer gefallen. Dennoch dürfen die Sinterkrustenbildungen der Tätigkeit von Süsswasseralgen zugeschrieben werden <sup>2)</sup>.

Wir wollen aber die Tatsache nicht verschweigen, dass in der Literatur bei weitem keine Einhelligkeit herrscht, ob Sinterkrusten, wie wir sie aus dem Unteroligozän beschrieben haben, organischer oder anorganischer Natur seien.

E. RUTTE (1953a, b, c) erwähnt inkrustierte Pflanzenstengel und Schneckenschalen aus dem Miozän Süddeutschlands. Die entstehenden Radial- und Blumenkohlstrukturen schreibt er der Tätigkeit der Algen zu.

FAURE-MURET und FALLOT (1954) beschreiben analoge Bildungen aus dem Eozän der Gegend des Mercantour und beschränken sich darauf, die wichtigsten Auffassungen aus der Kontroverse unter den französischen Autoren zu erwähnen, ohne aber selbst klar Stellung zu beziehen. CUVILLIER (1955) versucht, die Entstehung dieser Bildungen, die bald als Konkretionen, bald als *Microcodium* gedeutet werden, an Hand von eigenen Beobachtungen an Material aus der untersten und obersten Kreide Südfrankreichs abzuklären. Seine Schliffbilder, die den unsrigen völlig vergleichbar sind, zeigen noch Übergänge von zelligen Strukturen zu solchen, die durch Umkristallisierung entstellt sind. Er schliesst daraus mit Recht, dass Algen – vermutlich der Form *Microcodium* nahestehend – ursprünglich sowohl Krusten wie «Kalzitrosen» gebildet hätten.

Süsswasserkalke der oben beschriebenen Art besitzen am Jura-N-Rand in den unteroligozänen Sedimenten grosse Verbreitung, worauf unten noch eingegangen wird. Wir kennen die Gesteine aus dem Lie-

<sup>1)</sup> Durch ROLLIER (1910) als fossile Insektencocons oder Wurmeier gedeutet.

<sup>2)</sup> Wie einer verdankenswerten mündlichen Mitteilung von Prof. W. Vischer, Basel, zu entnehmen ist.

genden des Meeressandes bei Wolschwiller, am Blauen bei Basel (BITTERLI 1945), aus der Bohrung Hirzbach P.10 (vgl. VONDERSCHMITT 1942) und aus dem Haustein des Rheintalgrabens.

#### d) Bildung der Konglomerate von Porrentruy

Die starke Verkrustung mit Süsswasseralgen zeigt, dass zur Unteroligozänzeit in der Ajoie, jedenfalls bei Porrentruy, ein oder mehrere Süsswasserseen bestanden, in welchen der Gompholith zur Ablagerung kam. Vor der endgültigen Einbettung müssen die Gerölle, um einen relativ hohen Rundungsgrad zu erreichen, noch etwas gerollt worden sein. Man darf aber annehmen, dass das äusserst grobblockige Konglomerat, welches NE Porrentruy, wie auch an anderen Stellen, in einem Erosionsrelief liegt, eher in einer Wildbachrinne als in stagnierendem Wasser abgelagert wurde. Als weitere Zeugen für fluviatile Tätigkeit könnten die Deltastruktur bei l'Oiselier und die Lagerung der Schichten im Aufschluss E Microferme herangezogen werden. Vor allem kam es im Süsswassertrog bei Porrentruy zur Ansammlung der durch Bäche eingeschwemmten Verwitterungsböden aus der eozänen Festlandperiode. Vermutlich änderte die Wasserführung der Gewässer sehr bedeutend. Aus dem starken Wechsel der Kornzusammensetzung schliessen wir, dass sie zeitweise gewaltig anschwellen und völlig beladen mit feinem Sediment grosse Blöcke transportieren konnten. So erklärt sich auch die unsortierte Anhäufung von Malmsplittern, Quarzkörnern und Bolus-Ton. Während der Zeiten mit ausgeglichenen Bedingungen konnten sich dann im Süsswasser Algenrasen und höhere Wasserpflanzen ansiedeln, wobei Sinterkalke und Tuffe gebildet wurden.

#### b) Rupélien

Sedimente des Rupélien, einteilbar in Gompholithe d'Ajoie, Cerithienkalk (= Meeressand) und Mergel (Fischschiefer, Septarienton und braune Mergel von Courgenay), sind als Einzelvorkommen in der östlichen und südlichen Ajoie verbreitet. Die Fundstellen, soweit zur Zeit bekannt, werden im folgenden aufgeführt:

##### Bressaucourt, Courgenay

In den Randgebieten und der Nachbarschaft des Siegfriedblattes Porrentruy sind bei den genannten Ortschaften fossilreiche marine Schichten aufgeschlossen – Gompholithe d'Ajoie – welche in den Arbeiten von TSCHOPP und DIEBOLD ausführlich beschrieben werden. Die faunistische Bearbeitung erfolgte bereits durch KISSLING (1895). An beiden Stellen geht die Gompholithe d'Ajoie nach oben und seitlich in den Cerithienkalk über<sup>1)</sup>, welcher sowohl faziell als auch nach seiner Fossilführung dem Meeressand von Kleinblauen bei Basel entspricht und für gleichaltrig mit den Foraminiferen-Mergeln des Rheintalgrabens gilt. Über den Kalksandsteinen folgen Tonmergel und Sande, die bei Bressaucourt dem Rupélien angehören, bei Courgenay aber ins Chattien hinaufreichen.

##### Vaberbin (1 km E Bressaucourt)

Zwischen den Vorfalten des Mont-Terri-N-Schenkels eingeklemmt und gepresst liegt bei Vaberbin ein Vorkommen von Cerithienkalk und Konglomerat, das u.a. *Ostrea* sp. liefert.

##### Combe de Varu (2,3 km SW Bressaucourt)

In der oberen Combe de Varu (Koord. 567,60/247,60, Fig. 12, S. 56) steht am Rand des Weges, allerdings etwas überwachsen, blaugrauer Tonmergel an, den wir auf Grund seiner Foraminiferen (*Pulvinulina* sp. vgl. DIEBOLD) und Ostracoden dem stampischen Septarienton von Bressaucourt gleichstellen.

##### Les Grandes Vies (W des Blattrandes, auf Blatt Damvant)

Wenige Meter N der Überschiebungslinie, E P. 648, wurde mit dem Handbohrer ein mindestens 3,5 m mächtiges Lager von gelben Tonmergeln nachgewiesen, welches im Gegensatz zum Septarienton bei

<sup>1)</sup> Sehr schönes fossilführendes Material aus der Umgebung von Bressaucourt wird in der Sammlung des Naturhistorischen Museums Basel aufbewahrt.

Bressaucourt reichlich Kalksand, aber nur spärlich Foraminiferen und Ostracoden enthält. Untergeordnet tritt *Chara* auf. Auffallenderweise fehlen die dem Septarienton eigenen Glimmerblättchen ganz. Die Form *Pulvinulina* lässt vermuten, es handle sich um Septarienton, und zwar um eine Randfazies oder allenfalls eine Verwitterungsform.

Im Liegenden sind offenbar Konglomerate eingeschaltet, deren Altersstellung angesichts der fehlenden Aufschlüsse nicht bestimmt werden kann.

Die erwähnten Septarienton-Aufschlüsse sind die südlichsten der Ajoie. Weitere Vorkommen von marinem Rupélien liegen ausserhalb unseres Untersuchungsgebietes in der N-Ajoie, und ihnen wollen wir uns nun zuwenden.

#### Les Combes (SW Cœuve)

Bei Les Combes liegen Aufschlüsse (Koord. 573,76/254,93) an der Talflanke, welche bereits GRESSLY (1853) bekannt gewesen sein dürften. Der Kalksand enthält eine reiche Meeressandfauna, von der die meisten Fossilien nur als Hohlformen erhalten sind (*Pectunculus obovatus*, *Ostrea callifera*, *Cerithium* sp., Foraminiferen etc.).

#### Le Seu (S Cœuve)

W Le Seu, am N-Rand einer flachen, gerodeten Senke, können im Schutt grobe und feine Konglomerate sowie Kalksandstein vom Typus Cerithienkalk gesammelt werden. Darin sind Foraminiferen häufig: *Planorbulina*, *Quinqueloculina*, *Globigerina*, *Bolivina*.

Bei diesem Gestein handelt es sich um die Überbleibsel der einstmals in ziemlicher Verbreitung abgelagerten Sedimentdecke des Rupélien (Meeressand). Bereits oben auf S. 6 wurde auf die Lagerung der Relikte im Hangenden der Konglomerate von Porrentruy hingewiesen. Grobkörnige Kalksandsteine mit eingeschlossenen Geröllen, die wie bei Bressaucourt den Übergang von Konglomerat zu Cerithienkalk repräsentieren könnten, liegen verstreut an den Abhängen der Erhebung von Le Seu.

#### Ziegelei Bonfol

Aus der Mergelgrube der alten Ziegelei Bonfol beschreibt ROLLIER (1910) im Liegenden der Vogesen-sande folgende stampische Schichten, von unten nach oben:

- a) «de la molasse peu compacte avec des marnes sableuses»;
- b) Fischechiefer;
- c) graue Mergel mit *Lamna*, *Halitherium*-Knochen und *Ostrea cyathula*.

Ob die «molasse» unter den Fischechiefern etwa mit den Foraminiferen-Mergeln identifiziert werden darf, geht aus der Arbeit ROLLIERs nicht hervor; ebenso wissen wir nichts über die Unterlage (Malm? Gompholith?), da die Grabarbeiten in den sandigen Schichten eingestellt worden waren. Es erscheint wünschenswert, anlässlich einer späteren Revision der N-Ajoie dieses Profil erneut aufzugraben.

#### S Bonfol

An der Strasse Bonfol-Vendlincourt ist in einer Grube (Koord. 578,57/257,42) graublauer Ton mit kleinen Septarien, vermutlich Septarienton, aufgeschlossen. Bei Grabungen an der Strasse zeigte es sich, dass die Tone noch einige hundert Meter gegen S zu anstehen.

#### Vendlincourt

Die Aufschlüsse im Meeressand, aus denen Fossilien gesammelt wurden, die im Basler Naturhistorischen Museum aufbewahrt werden, sind zur Zeit nicht mehr bekannt.

#### Miécourt

Ca. 1,3 km E Miécourt liegt am Fusse des Mont de Miserez im Walde eine stark zerfallene und verlehnte Grube (Koord. 581,35/253,17), in welcher feinkörnige bis konglomeratische Kalksandsteine sicht-



bar sind. Nebst *Cerithium* und einigen Abdrücken von Lamellibranchiern beobachteten wir an Foraminiferen: *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Planorbulina*.

Vermutlich stimmt unsere Lokalität mit dem von THURMANN (1853) und GRESSLY (1853) als fossilreicher Meeressand beschriebenen Aufschluss überein.

Nebst diesem Meeressand streichen gegen W — zusammen mit dem liegenden Malm am N-Rand des Tertiärbeckens aufbiegend — offenbar noch oligozäne Mergel (z.T. bunt) aus. Gute Aufschlüsse fehlen leider.

Zusammen mit dem genannten Kalksandstein tritt in losen Brocken ein brauner, stark eisenschüssiger, mürber Quarzsandstein auf, welcher untergeordnet Kaolin bzw. Feldspat führt. Wir vermuten, dieses Gestein gehöre dem Oligozän an und beziehe sein Feldspat-Material möglicherweise aus den Vogesen, deren kristalline Gesteine im Unteroligozän freigelegt wurden.

## Frégiécourt

Am E-Rand des Tälchens von Essert Valtet SE Frégiécourt stehen auf Kote 580 m Gompholithe d'Ajoie und Cerithienkalk mit Foraminiferen an. Besondere fossilreiche Kalksandsteine dieser Art können am N-Ende des Tälchens am Weg von Frégiécourt nach P. 559 beobachtet werden (Koord. 582,25/251,05).

## Elsass

Ausserhalb der Ajoie, im Sundgau, kennt man aus der Tongrube der Ziegelei von Froidefontaine (ca. 18 km NNW Porrentruy) wohlentwickeltes Rupélien, von den Foraminiferenmergeln bis zum Septarienton zur Zeit vorzüglich aufgeschlossen (L. MEYER 1908, 1927).

## c) Chattien

### Alle

Während der Reparaturarbeiten an der Strasse von Alle nach Vendlincourt zeigte es sich, dass im Bois de la Croix (E Alle) weiche graue Molasse alsacienne ansteht.

Ungefähr 1½ km im NW sind im Bahneinschnitt S Vendlincourt grobblockige Konglomerate von Porrentruy freigelegt worden, die eine mehrere Meter in die Malmoberfläche eingesenkte Vertiefung erfüllen. Möglicherweise gehören die beiden genannten Aufschlüsse ein und demselben Tertiärkomplex an, dessen Stratigraphie noch der Klärung bedarf und dessen tiefste Schichtglieder in einer Rinne liegen könnten, wie dies bei den Konglomeraten von Porrentruy der Umgebung dieser Stadt der Fall ist.

Unter den pontischen Vogesensanden der Gruben E Lugnez fanden CHOFFAT und später ERZINGER (1943) zahlreiche Exemplare der *Ostrea cyathula*, die möglicherweise ebenfalls aus der Molasse alsacienne stammen.

### La Louvière (2 km SW Chevenez)

Westlich unseres Untersuchungsgebietes auf der Weide E La Louvière findet sich im Aushub einer Quellfassung bei einem Viehstall (Koord. 565,62/247,50) ein dichter bis grobporöser, bräunlicher Süsswasserkalk, reich an dünnchaligen Gastropoden, die aber vorwiegend nur als Hohlformen erhalten sind. Der Lagerung nach sind die Kalke wohl eingeklemmt zwischen dem überschobenen Nordschenkel der Mont-Terri-Kette und dem autochthonen Malm des Tafellandes. An Gastropoden wurden gefunden <sup>1)</sup>:

*Coretus cornu cornu* BRONGNIART, *Galba (Galba) cornea* BRONGNIART, *Radix (Radix) subovata* ZIETEN, *Amnicola (Amnicola) helicella helicella* SANDBERGER.

Diese Fauna ist nach F. WOLTERS DORF typisch für die chattischen Delsberger Kalke. Deren Beziehung zur Elsgauer Molasse alsacienne bleibt aber offen. Diese letztere bleibt ja auf die östliche Ajoie beschränkt.

<sup>1)</sup> Diese Fossilbestimmungen sind Herrn WOLTERS DORF im Naturhistorischen Museum Basel zu verdanken.



#### d) Fragliche oligozäne Bildungen

##### Combe de Vaumacon (2 km E Porrentruy)

Im N-Teil der Combe bei P. 480 (Koord. 574,27/253,77) sind durch den Wegbau 0,3 m eines locker verbackenen Konglomerates angeschnitten worden. Die Komponenten bleiben unter 5 cm Durchmesser und sind durch gelbliche, kalkige Grundmasse verkittet. Fossilien konnten bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Ob basales Oligozän oder eine jüngere Bildung vorliegt, muss dahingestellt bleiben.

##### Sur Roche de Mars

An der Strasse Porrentruy-Alle bei P. 440 findet sich in einer Tasche des oberen Kimmeridgien ein Vorkommen von Quarzsand mit phosphatisierten Zähnen und Knochen jurassischer Fische und Saurier (THIESSING 1871). ROLLIER (1898) spricht von einer Rückstandslagerstätte, deren Bildung er ins Eozän stellt. Jedoch erreicht die Politur der Quarzkörner <sup>1)</sup> einen auffallend hohen Grad, wie beim Quarzsandvorkommen N Courgenay, welches TSCHOPP dem marinen Oligozän zuweist. An Quarzkörnern, die aus eozänen terrestrischen Bildungen stammen, müsste man dagegen matte, windbearbeitete Oberfläche erwarten.

##### Echaux N Bressaucourt (3,5 km SW Porrentruy)

An Hand einer Kartenskizze erläutert ROLLIER (1898, Tafel VI) das Verhältnis des Oligozäns zum Malm in der Umgebung von Bressaucourt. Die nämliche Darstellung findet sich bei LIÈVRE (1940); darin ist N des Dorfes bei Echaux ein Oligozänvorkommen eingezeichnet. Jedoch lässt sich dort, ausser einem Block von höchst wahrscheinlich verschlepptem Cerithienkalk, kein Tertiär (Gompholithe d'Ajoie) nachweisen. Möglicherweise hat eine konglomeratische Primär-Breccie aus dem unteren Séquanien, das an der betreffenden Stelle ausstreicht, Anlass zu einer Verwechslung gegeben.

##### Bois Carré (2,7 km SW Bahnhof Porrentruy)

W Bois Carré, wo eine Erosionsnische in den N-Schenkel der Banné-Antiklinale hineingreift, finden sich in den Feldern einzelne Kalkgerölle. Aufschlüsse fehlen. Da nun die Funde in der Rinne liegen, die im Falle der Verstopfung des Karstes die aus der Gegend von Bressaucourt abfliessenden Gewässer aufnimmt, dürften die verstreuten Gerölle wohl aus den Gompholithfeldern im E und im S her stammen.

##### Haute Fin ENE Porrentruy

Bei P. 495 (Koord. 574,25/252,66) liegen verstreut im Acker vereinzelte Gerölle. Wir fanden hier ein gut abgerolltes Stück von Calcaire de Daubrée. Ob unter der Verwitterungsdecke Gompholith ansteht, konnte aber nicht entschieden werden.

#### e) Allgemeine Bemerkung zu den oligozänen Sedimenten

In der Ajoie und im anschliessenden Sundgau unterscheiden sich Unter- und Mitteloligozän nicht nur durch die Fossilführung, sondern auch nach lithologischen Merkmalen. Dies geht schon aus der Zusammenstellung einiger Komponenten hervor:

	Sannoisien	Rupélien
roter Bolus-Ton	vorhanden, z. T. reichlich	fehlt
Bohnerzkörner	vorhanden	fehlt
Glimmer	fehlt	vorhanden (Septarienton)
Quarzkörner	vorhanden	vorhanden

Tab. 2. Verteilung einiger Komponenten in den oligozänen Sedimenten

<sup>1)</sup> Die Analyse der Körner wurde nach der Methode von CAILLEUX (1942, 1952) durchgeführt.

Diese ungleichmässige Verteilung einzelner Komponenten war auch ROLLIER (1897) aufgefallen, der die Annahme machte, der Glimmer stamme aus den Alpen.

Für die stratigraphischen Untersuchungen am Jura-Nordfuss ist es von Bedeutung, zu wissen, dass der verschwemmte Bolus-Ton auf das Sannoisien beschränkt bleibt.

Ganz allgemein können wir wohl vom Oligozän in der Ajoie aussagen, dass seine Ausdehnung viel grösser sein muss, als unserem jetzigen Wissen entspricht, hauptsächlich weil die Vogesensande und die von ihnen herzuleitenden Lehmdecken weite Gebiete fast lückenlos überdecken. Daher kann auch die Übersichtsskizze in Fig. 10 keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

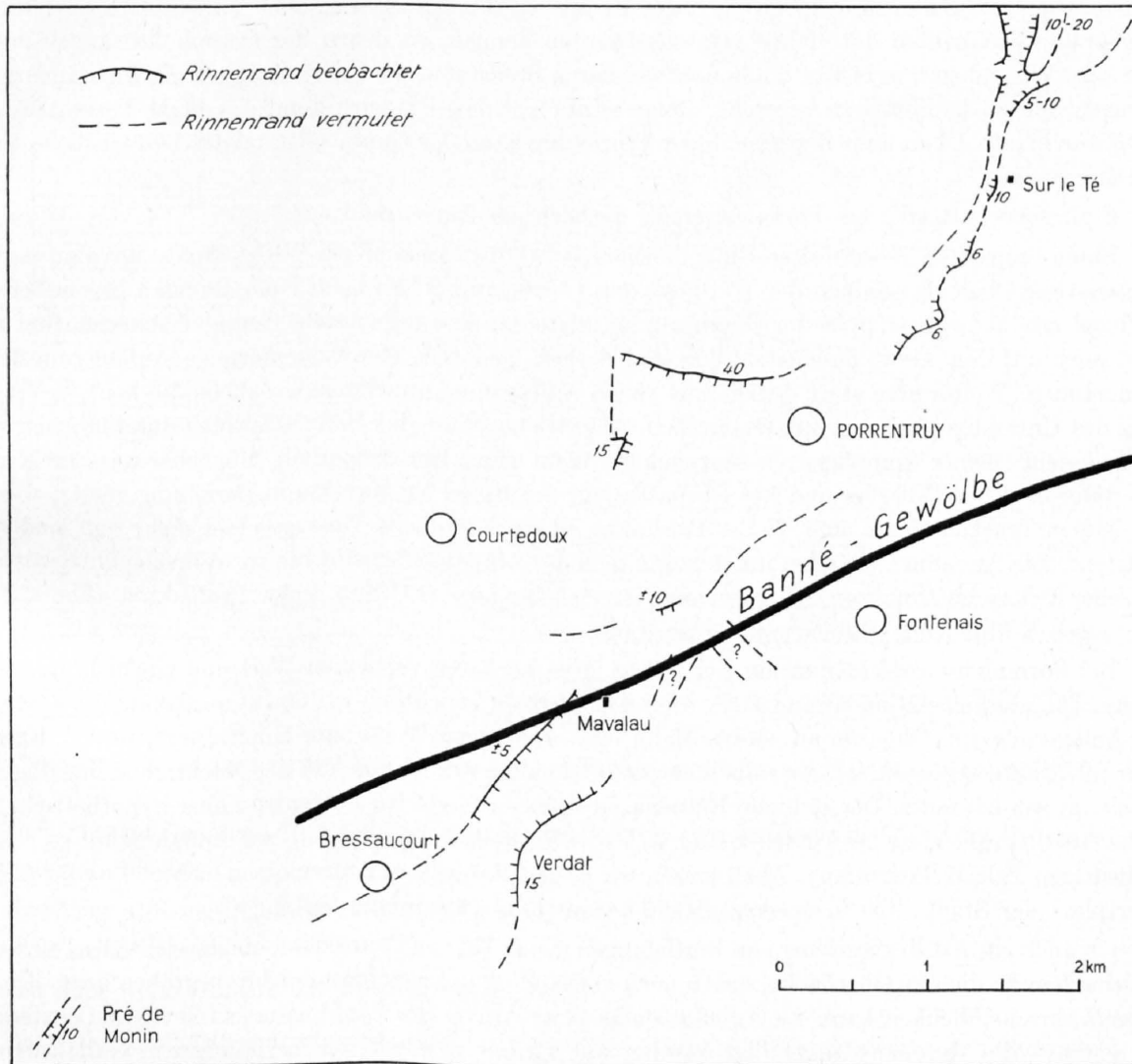


Fig. 5. Rekonstruktionsversuch des mit unteroligozänen Konglomeraten von Porrentruy erfüllten Rinnensystems, 1:50 000  
Die Zahlen bedeuten die ungefähre Eintiefung der Rinne in Metern

Nach TSCHOPP und DIEBOLD, die beide die Verbreitung des Rupélien diskutieren, verlief die Küste des unterstampischen Meeres vermutlich entlang der später gehobenen Strukturen der Mont-Terri-Kette. Im Einklang mit HUMMEL (1914) glauben auch wir aus Gründen der Mächtigkeitsänderung des Kimmeridgien (vgl. S. 12), dass parallel zu diesem Gebirgszug schon im Malm eine tektonisch aktive Linie sich erstreckt habe. Sie könnte auch im Oligozän wieder die Verbreitung der Sedimente beeinflusst haben. Dennoch bleibt die Frage nach der südlichen Ausdehnung des Septarienton-Meeres bestehen, da es ja nicht gelungen ist, eindeutige littorale Äquivalente dieses Alters zu finden.

## f) Die Auflagerungsverhältnisse des Oligozäns und die damalige Oberfläche

Zunächst sei versucht, an Hand der Verbreitung der Konglomerate von Porrentruy deren Auflagerungsfläche zu rekonstruieren, woraus interessante morphologische und tektonische Folgerungen abgeleitet werden können. Anschliessend werden die Gebiete unterschieden, die nicht durch Oligozän bedeckt sind; in ihnen ist die formenbildende Tätigkeit der stampischen Meeresstransgression zu berücksichtigen.

Wie in Tafel I klar zum Ausdruck kommt, gehören die Vorkommen von Unteroligozän mit wenigen Ausnahmen einer Zone an, die sich von Bressaucourt im SW über Porrentruy in NE-Richtung gegen Cœuve erstreckt. Bei genauem Verfolgen der Relikte ergibt sich, dass in allen Fällen mehr oder minder ausgeprägte Steilkanten des Malms gefunden werden können, an denen der Gompholith angelagert ist oder war. Wir haben nun in Fig. 5 alle nachweisbaren Steilstufen der Anlagerung als «Rinnenränder» eingetragen und zu kombinieren versucht. Dabei ergibt sich ein Rinnensystem, das Blatt Porrentruy diagonal durchläuft. Überall im Bereiche dieser Eintiefung kann der Gompholith relativ beträchtliche Mächtigkeit erreichen.

E Bressaucourt tritt bei Verdat erstmals deutlich ein Rinnenrand auf.

Einen indirekten Beweis alter Rinnenformen liefert der Gompholith W des Hofes Mavalau und bei Fontenattes. Obgleich nämlich der W-Flügel der Verwerfung B 15a beim Hofe Mavalau gegenüber dem E-Flügel erhöht liegt, trägt er im Gegensatz zu letzterem eine bedeutende Gompholithdecke, und zwar auch noch auf dem Gewölbescheitel. Wir sind deshalb genötigt, eine rinnenförmige Auflagerungsfläche anzunehmen. Wollte man statt dessen eine ebene Auflagerung annehmen, so bliebe die heutige Verbreitung des Unteroligozäns ganz unverständlich. Auf welche Weise das Banné-Gewölbe durchbrochen wird, ist angesichts seiner komplizierten Morphologie nicht ganz klar ersichtlich. Möglicherweise müssen die Quertäler zwischen l'Oiselier und Les Rochattes mit der Rinne bei Mavalau in Beziehung gesetzt werden. Die beiden Trockentäler E und W Les Rochattes zeigen heute kein Einzugsgebiet mehr und sind stark verlehmt. Die Annahme, sie seien im Oligozän gebildet worden, erscheint um so wahrscheinlicher, als bei l'Oiselier Deltaschüttung von S her bekannt ist und ROLLIER (1910) in seiner Profilskizze (Fig. 4, S. 21) eine gegen S abfallende Rinnenwand einzeichnet.

Bei Porrentruy erreicht nun die Eintiefung ihren höchsten vertikalen Wert und zugleich die grösste Breite. Die nördliche Rinnenwand fällt, wie beim Château ersichtlich ist, 30–40 m ab (Fig. 2). Diese Art der Anlagerung von Oligozän an oberen Malm setzt sich gegen W bis zum Hôpital fort, wo der Kontakt zwar nicht aufgeschlossen ist, aber doch aus dem Einfallen des Malms und der Mächtigkeit des Oligozäns abgeleitet werden muss. Der südliche Rinnenrand dagegen bleibt bei Porrentruy eher hypothetisch. ROLLIER (1910) Profilskizze bei l'Oiselier (Fig. 4, S. 21) liefert keine Argumente zur Annahme unserer Rinne im heutigen Tale W Porrentruy. Auch wissen wir wegen Mangels an Aufschlüssen nicht, ob weiter E, beim Sportplatz der Stadt, eine in unserem Sinne verwertbare Diskordanz besteht.

Ob auch ein Ast des Systems von Vertiefungen in das Tal von Courtedoux hineinreicht, lässt sich nicht entscheiden, da die alte Oberfläche, sofern noch vorhanden, unter Schwemmlehm begraben liegt. Eine gewisse Wahrscheinlichkeit kann der Annahme oligozäner Anlage des Synklinaltales Chevenez–Courtedoux–Porrentruy–Alle durchaus zugebilligt werden auf Grund nämlich der besprochenen Verhältnisse bei Porrentruy selbst.

NE der Stadt kann mit Hilfe der vorhandenen Aufschlüsse die Ostseite einer Rinne recht gut abgegrenzt werden. Beim Entwurf der Fig. 5 wurde angenommen, dass die einzelnen Oligozänvorkommen miteinander (aber verdeckt durch Verwitterungslehm) in Verbindung stehen. Bis Sur le Té verengert sich die Rinne, weitet sich von da an gegen N von neuem aus und tritt bei Le Seu ins Cœuvatte-Tal ein, welches 30–40 m tief in die Malmplatte eingeschnitten ist. THURMANN (1853) und GRESSLY (1853) sowie ERZINGER (1943) machen auf die Tatsache aufmerksam, dass das Tal bereits im Oligozän bestanden habe <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Ein schönes Beispiel eines Erosionseinschnittes, aufgefüllt mit Gompholith, ist längs der Bahnlinie 1 km südlich Vendlincourt zu sehen. Die Basis der Konglomerate liegt mindestens mehrere Meter unter der umliegenden Malmoberfläche. Vgl. S. 27.

Stellenweise greifen die Gompholith-Vorkommen mit einer dünnen Geröllstreu auf die umliegende, weitverbreitete Verebnungsfläche über (vgl. hierzu Fig. 6), so z.B. nördlich P. 461 am NE-Stadtrand von Porrentruy. Eine Sonderstellung nehmen auch die wenig mächtigen Unteroligozän-Relikte N Courtedoux ein, die anscheinend konkordant den Virgula-Mergeln aufrufen. Ähnliche Verhältnisse beobachten wir längs der Überschiebung W Bressaucourt. Jedenfalls muss das heute noch vorhandene Oligozän als Relikt einer weitreichenden Sedimentschicht verstanden werden.

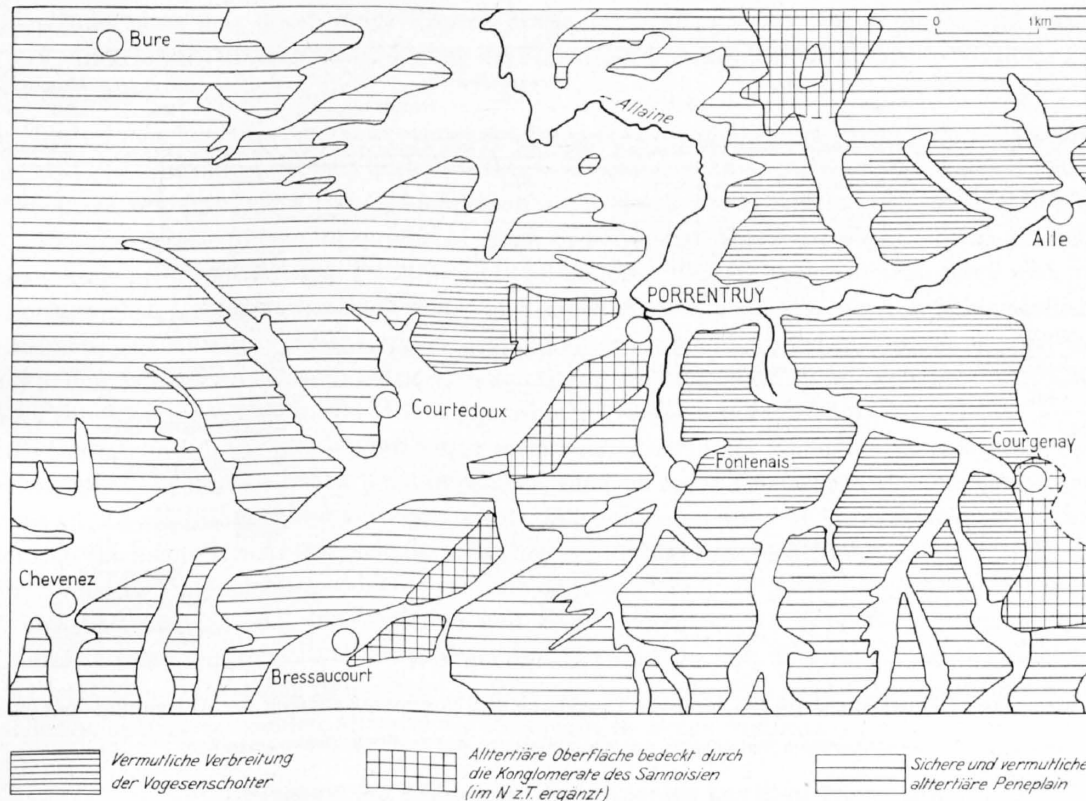


Fig. 6. Die Verbreitung der tertiären Auflagerungs- und Einebnungsflächen auf Blatt Porrentruy, 1:75 000

So wird es nun möglich, die erwähnte Peneplain zu datieren (wenigstens in der Nähe der Unteroligozän-Vorkommen), welche

1. als ebene Auflagerungsfläche dünner Oligozänschichten dient;
2. Strukturen kappt;
3. sich über weite Gebiete der Ajoie verfolgen lässt.

Diese Verebnungsfläche war also schon vor der Ablagerung der Konglomerate von Porrentruy im Sannoisien, wohl bereits im Eozän, ausgebildet. In sie eingeschnitten wurde dann das beschriebene System von Rinnen, das der damaligen Entwässerungsrichtung entsprechen dürfte. Das Gefälle ist gegeben von SW nach NE, vermutlich gegen den im Sannoisien sich stark absenkenden Graben von Dammerkirch im Elsass. Die noch erhaltenen Massen an Konglomerat sprechen für kräftiges Einsetzen der Erosion infolge der Krustenbewegungen. Später kam es dann zur Bildung von Seen, welche anschliessend durch Schuttfuhr und Verlandung eingedeckt wurden.

Jene Erosion, von der wir wissen, dass sie sowohl flächenhaft als auch in Rinnen vor Ablagerung der unteroligozänen Konglomerate gewirkt hat, greift über die verschiedenen Malmhorizonte vom oberen Séquanien bis zum Portlandien hinweg (Fig. 7 und Tafel I). In diesem Zusammenhang kommt dem Oligozän auf der Banné-Antiklinale beim Hofe Mavalau erstrangige Bedeutung zu. Hier greift die Gompholith-Decke von S her bis in den Kern des Gewölbes, und zwar mindestens auf unteres Kimmeridgien — even-



tuell sogar auf oberes Séquanien — hinab. Allerdings bleibt der Wert der Winkeldiskordanz an der Auflagerung auf den S-Schenkel ungewiss, da wir nicht wissen, ob das Einfallen von  $55^\circ$  beim Hofe Mavalau im E-Flügel des Bruches B 15a gegen W bestehen bleibt (Fig. 7 und 11). Dennoch ergibt sich aus der beschriebenen Verbreitung des Gompholiths, dass die Aufwölbung der Banné-Antiklinale schon vor der Ablagerung der unteroligozänen Pruntrut Konglomerate begonnen hat.

Den diesbezüglichen Vermutungen HUMMELS (1914), ERZINGERS (1943) und DIEBOLDS (1960) können wir somit völlig beipflichten.

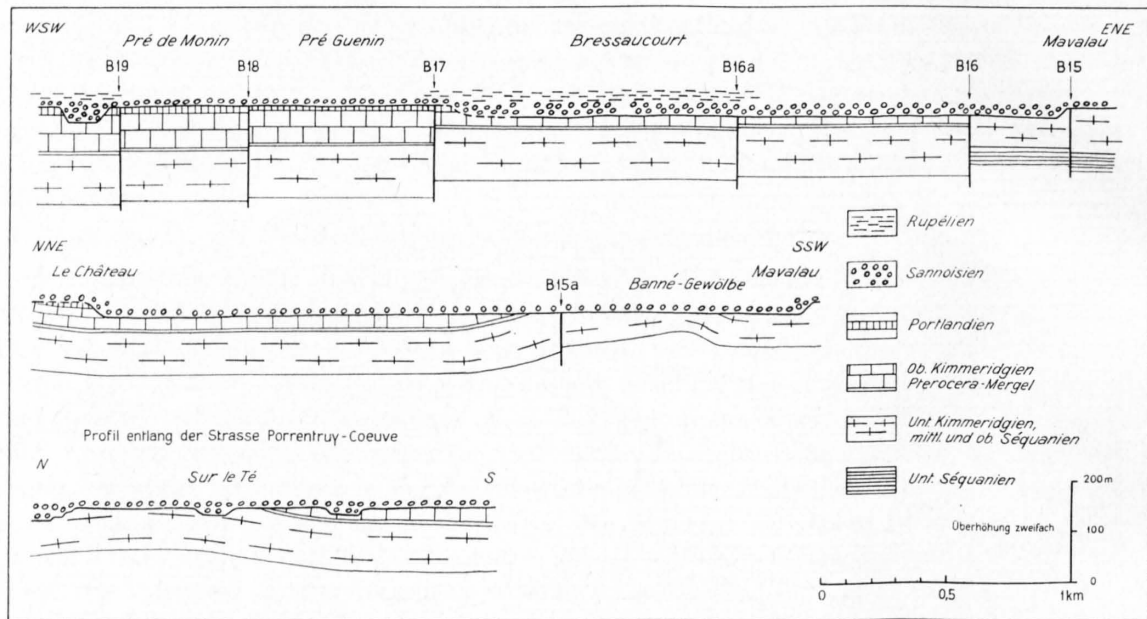


Fig. 7. Schematische geologische Profile durch die Umgebung von Porrentruy zur Zeit der Ablagerung des Oligozäns  
Die jungtertiären Verbiegungen der Oligozän-Schicht sind in diesen Profilen ausgeglättet

Im Gebiet der N vorgelagerten Muldenzone von Porrentruy bildet oberes Kimmeridgien die Gompholith-Unterlage; und gegen N greift das Konglomerat resp. die zugehörige Auflagerungsfläche auf immer tiefere Schichten des Malms hinab. Man erkennt somit, dass auch die Mulde von Porrentruy und die hochgelegene Zone zwischen dieser Stadt und Cœuve (im N) alttertiärer Anlage sind.

Es stellt sich hier die Frage, ob mit der Altfläche nun umgekehrt das Pont-d'Able-Gewölbe (2,5 km N Porrentruy) datiert werden kann. Zwar hat junge Erosion die alte Rumpffläche weitgehend zerstört, doch zeigen die erhaltenen Reste in der Umgebung der Combe Sarmère (s. Tafel I) keinerlei Aufbiegen gegen die Antiklinalachse. So können wir mit Vorbehalt die Anlage dieser Aufwölbung in voroligozäner Zeit annehmen. In weiteren Untersuchungen wäre nun das Verhältnis der Auflagerungsfläche der Konglomerate von Porrentruy zu den ENE gerichteten Gewölben der Ajoie (Fig. 10, S. 43, Gewölbe von Florimont, Réchésy und Pont d'Able) abzuklären und festzustellen, ob, wie wir vermuten, ihre alttertiäre Anlage ein allen gemeinsames Merkmal sei. Wir verweisen hier auf ERZINGERS (1943) Sammelprofil durch die Ajoie am Schlusse seiner Arbeit, in welcher er auf den Rauracien-Kern des Réchésy-Gewölbes hinabgreifendes Oligozän einzeichnet und damit vorgompholithische Anlage des Gewölbes nahelegt.

Im nun folgenden Abschnitt behandeln wir die Peneplain in Gebieten, die von den Sannoisien-Vorkommen etwas entfernt liegen. Es ist dabei lediglich möglich, die Verebnung als prästampisch zu bezeichnen, weil im Rupélien die Meerestransgression sowohl über unteroligozäne Sedimente als auch über den Malm hinweggegangen ist. Und es bleibt angesichts der geringen Reste von stampischen Ablagerungen ungewiss, wieviel an der Malmunterlage durch das hereinbrechende Meer noch abgetragen worden ist. Vermutlich aber handelt es sich nur um geringe Schichtdicken, die im Rupélien noch erodiert wurden, da ja der hauptsächlichste Reliefausgleich schon vorher, spätestens im Sannoisien, stattgefunden hatte.

1. Die Banné-Antiklinale in ihrem östlichen Abschnitt bei La Perche Hermont schliesst nach oben ab mit einer verbogenen Rumpfebene (Fig. 13, S. 66), von der wir, in Analogie zu den Verhältnissen bei Mavalau, glauben, dass sie vorstampisch sei, vermutlich sogar identisch mit der Auflagerungsfläche der Konglomerate von Porrentruy.

2. Das Gebiet Villars-Fontenais-Courgenay. In diesem Raume verläuft die Peneplain im S auf oberem, im N auf unterem Kimmeridgien. In der nämlichen Weise transgrediert die unterstampische Gompholithe d'Ajoie bei Courgenay über die Schichten des Kimmeridgien, so dass wir zur Annahme neigen, ihre Auflagerungsfläche setze sich, durch junge Erosion etwas durchtalt, gegen W bis in die Gegend von Bressaucourt fort. Auch legen DIEBOLD und TSCHOPP die Küste des stampischen Meeres in E-W-Richtung entlang der heutigen Mont-Terri-Kette.

3. Haute Ajoie. Über die Alterszuweisung der Peneplain, die im hochgelegenen NW-Teil unseres Untersuchungsgebietes vorhanden ist und dort Strukturen kappt, gehen die Ansichten der Autoren auseinander. HUMMEL (1914) erkennt in der Haute Ajoie einen alten Horst, der schon im Oligozän Inselcharakter besitzen habe und dessen Abtragungsprodukte einen bedeutenden Anteil der Konglomerate in der übrigen südlichen Ajoie ausmachen sollen. ERZINGER (1943) dagegen bezieht auch das tektonisch und morphologisch hochgelegene Gebiet in das System der oligozänen Altfläche ein. Da wir nun keine schlüssigen Beweise kennen, die HUMMELS Auffassung stützen könnten, wie z. B. Rupélien-Vorkommen in Randfazies, geben wir der Annahme ERZINGERS den Vorzug. Dafür sprechen die Oligozänrelikte, die N Courtedoux auf der Peneplain liegen, die in die Haute Ajoie hinein verfolgt werden kann.

Das Gesagte fassen wir nun in dem Sinne zusammen, dass in der Peneplain, die auf Blatt Porrentruy entwickelt ist, nicht nur ein Stück prästampischer, sondern sogar voroligozäner Landoberfläche erhalten geblieben ist, die allerdings später verbogen wurde. Wir schliessen uns den Ansichten von ERZINGER (1943) an, der den flächenhaften Abtrag seit dem Sannoisien für unbedeutend hält.

Im S unseres Untersuchungsgebietes verläuft die Begrenzung der alttertiären Peneplain ungefähr parallel zum Blattrand, entlang den Vorfalten und Überschiebungen im Mont-Terri-N-Schenkel, die dann beide durch die präpontische Einebnung abgeschnitten sind. In den W anschliessenden Gebieten kennt man bis jetzt keine oligozänen Sedimente, so dass nur noch morphologische Erwägungen zur Datierung der vielleicht sich fortsetzenden alttertiären Peneplain in Frage kommen.

#### g) Diskussion der Altersfrage des Oligozäns auf Blatt Porrentruy

Nachdem durch die Untersuchungen GRESSLYS (1853) bei Cœuve und Miécourt und später KISSINGS (1895) bei Bressaucourt die fossilführenden Konglomerate, Sande und Mergel mit den «sables de Fontainebleau» verglichen wurden und ihr stampisches Alter gesichert war, lag es nahe, den gleichen Befund auch für die übrigen Gompholith-Vorkommen der Ajoie gelten zu lassen.

Im Jahre 1910 nahm ROLLIER an, die Bank mit *Helix rugulosa* bei l'Oiselier stelle die Grenze zum Oberoligozän dar. So gelangte er zur Auffassung, dass die oberen Konglomerate das Aquitanien vertreten müssten, indem er versuchte, dieses Vorkommen mit KILIANS (1884) «Système de Bourogne» zu parallelisieren. Von letzterem glaubte man damals noch, es überlagere die bei Froidefontaine im Sundgau angeschnittenen Melettaschichten. KILIAN hielt das «Système de Bourogne» für gleichaltrig mit den Cyrenenmergeln, die nach alter Nomenklatur dem Aquitanien, nach heutiger dem Chattien entsprechen.

HUMMEL (1914) zweifelte L. ROLLIER'S Altersbestimmung des Oligozäns von l'Oiselier (Aquitanien) an und stellte statt dessen die oligozäne Serie der Ajoie sowie das «Système de Bourogne» ins Stampien.

Für die alleruntersten Konglomerate lässt er allerdings die Möglichkeit fluviatiler Herkunft offen.

ERZINGER (1943) interpretiert das Mosaik faziell unterschiedlicher Oligozänrelikte als zeitliche Folge und nicht mehr als räumliches Nebeneinander, wie dies bis anhin geschehen war.

Noch NABHOLZ und SCHNEIDER (1955) weisen in ihrem Exkursionsbericht die Süsswasserserie von Bois de Mavalau dem Rupélien zu.

Es ergibt sich nun aber, dass diese letztere, bis anhin gültige Alterszuweisung nicht mehr aufrechterhalten bleiben kann. Denn wie wir wissen, transgredierte das Rupélienmeer von N her auf die jurassische Tafel der Ajoie, und seine Küste verlief vermutlich parallel zur heutigen Mont-Terri-Kette. Bei

Bressaucourt und Courgenay kennen wir die zugehörigen, an marinen Fossilien reichen Sedimente. Es wäre nun untunlich, annehmen zu wollen, dass zur gleichen Zeit, nur 3 km im NE bei Mavalau, eine Süßwasserserie mit ausgesprochener Landfauna und -flora abgelagert worden sei. Mit anderen Worten, die Süßwasserkalke und die mit ihnen verknüpften Konglomerate sind altersmässig von denjenigen bei Bressaucourt abzutrennen. Und der Gedanke liegt nahe, für die Süßwasserkalke und Konglomerate ein höheres Alter, nämlich Sannoisien, zu vermuten, da ja die Cerithienkalke von Courgenay und Bressaucourt die Basis des Rupélien vertreten.

An paläontologischem Material steht zur direkten Datierung der SWK zur Verfügung:

*Helix rugulosa* v. ZIETEN  
*Pomatias labellum* THOMAE  
*Bembridgia* cf. *cincta* EDWARDS  
*Cinnamomum lanceolatum*  
*Cinnamomum polymorphum*  
*Sabal* sp.

Die Form *Bembridgia* ist bekannt aus dem Unteroligozän Westeuropas und den gleichaltrigen Bembridge-Beds Südenglands. Für die exakte Altersbestimmung unserer Süßwasserserie reichen aber obige Fossilien offensichtlich keineswegs aus. Da nun ausserdem weder als Hangendes noch als Liegendes ein datierbarer Horizont, wie ROLLIER (1910) noch gehofft hatte, aufgefunden werden kann, wird man gezwungen, die Altersfrage durch mehr regionale Betrachtungen einer Lösung entgegenzuführen. Dieses Ziel erstreben die folgenden Abschnitte.

#### Die Ajoie

Aufschlussreich ist die Verbreitung des Oligozäns S Cœuve (Fig. 10, S. 43), wo in nächster Nähe nebeneinander Konglomerate von Porrentruy und Meeressandrelikte (unteres Rupélien) gefunden wurden (siehe auch oben S. 16 und 26). Der Gompholith bei Le Seu, der bis jetzt noch kein einziges Fossil geliefert hat, steht in krassem Gegensatz zu den weiter N, an der Talflanke gelegenen Rupélien-Aufschlüssen mit Meeres-sandfauna (vgl. oben S. 16). Wollte man im Gebiet von Cœuve die Oligozänbildungen als syngenetisch betrachten, so ergäben sich wie auf Blatt Porrentruy beträchtliche fazielle Widersprüche.

Ganz analoge Schwierigkeiten tun sich bei Bonfol, der NW-Ecke der Ajoie, auf. ROLLIER (1910) versuchte seinerzeit, ihnen mit einer erzwungenen und inzwischen überholten Erklärung zu begegnen <sup>1)</sup>. Während bei Beurnevésin und Réchésy fossilieerer Gompholith sehr verbreitet ist, der z. T. zum «Système de Bourogne» gerechnet wird (Fig. 10, S. 43), kennen wir aus der alten Ziegelei von Bonfol Fischschiefer und Septarienton. Leider bleiben unsere Kenntnisse über die Entwicklung der liegenden Foraminiferen-mergel, oder ihrer allfälligen Äquivalente, völlig unzureichend. Ihnen aber kommt die Bedeutung des Eckpfeilers in der stratigraphischen Argumentation zu.

Aus dem Gesagten ergibt sich, wenn auch nicht mit voller Schärfe, so doch mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die Konglomerate vom Rupélien der Ajoie abgetrennt und in ein tieferes Niveau, das Sannoisien, verwiesen werden dürfen.

Da nun aber bei Courgenay und vor allem bei Bressaucourt jüngere, dem Rupélien angehörige Konglomerate (Gompholithe d'Ajoie) vorhanden sind, ergeben sich Schwierigkeiten bei der Grenzziehung. Wir glauben nämlich, dass bei Bressaucourt die Konglomerate von Porrentruy und die Gompholithe d'Ajoie eine zusammenhängende Tertiärschicht bilden (Tafel I). Es kann nun aber weder ein seitlicher noch ein vertikaler Übergang mit Sicherheit beobachtet werden; dazu reichen die Aufschlüsse bei weitem nicht aus. Wir möchten hierzu die Hypothese wagen, dass das transgredierende Rupélien-See bereits eine Schicht unteroligozäner Süßwasserkonglomerate angetroffen und ihnen durch Umlagerung den

<sup>1)</sup> Er bemerkt auf S. 69: «J'ai acquis la conviction, que toute la coupe de Réchésy, avec les conglomérats inférieurs, appartient à l'Aquitaniens, c'est-à-dire au système de Bourogne de M. KILLAN, et que la série de Bonfol a été balayée du substratum jurassique avant le dépôt des conglomérats inférieurs. C'est la seule solution possible en présence de l'alternance des bancs de conglomérats, de marnes rouges et de molasse lacustre intimement liés ensemble à Réchésy.»



Stempel des marinen Ablagerungsmilieus aufgeprägt habe. Dafür, dass der unterste Gompholith von Bressaucourt älter ist als basales Rupélien, könnten die durch verschwemmten Bolus-Ton verfärbten Konglomerate sprechen, welche SW des Dorfes an der Überschiebung aufgeschleppt sind. Leider hat das Vorkommen durch die tektonische Beanspruchung gelitten, wodurch die Beurteilung seiner Stellung erschwert wird. Eine Lösung der Frage liesse sich von der Freilegung des Tertiärprofils von Bressaucourt erhoffen, welche in anderem Zusammenhang von DIEBOLD vorgeschlagen worden war.

#### Die Rolle des «Système de Bourogne»<sup>1)</sup>

In mehreren Versuchen wurden auf die faziellen Ähnlichkeiten der Gompholithe d'Ajoie mit dem oligozänen «Système de Bourogne» KILIANS (1884) im Sundgau stratigraphische Schlussfolgerungen aufgebaut (ROLLIER 1910, HUMMEL 1914). Nach KILIAN (1884) erreicht die Serie bei Bourogne etwa 40 m Mächtigkeit und setzt sich zusammen aus einer Wechsellagerung von groben und feinen Kalkkonglomeraten mit Malmkomponenten, Kalksandlagen, bunten, meist roten Mergeln (Marnes lie-de-vin) und Süswasserkalken. Es handelt sich dabei im wesentlichen um analoge Gesteinstypen wie bei den Konglomeraten von Porrentruy der Ajoie. Unweit Réchésy in der nördlichsten Ajoie sind im erwähnten Système Mergel mit sehr artenreicher Landflora eingeschaltet (KILIAN 1884, ROLLIER 1910). Die spärlich vertretene Fauna deutet auf brackisches Milieu: *Cyrena*, *Cerithium*, *Paralates Bleicheri* und einige winzige Foraminiferen. An der Côte de Bourogne schaltet sich als Horizont mit marinem Charakter eine Bank mit *Mytilus* ein.

Es erscheint uns tunlich, an dieser Stelle nochmals auf die Diskussion über das Alter des «Système de Bourogne» einzutreten. Über seine stratigraphische Stellung wurden lange Zeit voneinander abweichende Ansichten verfochten; solche ältere Auffassungen liegen z. T. auch noch neueren Darstellungen zugrunde<sup>2)</sup>. Lange hatte man nämlich angenommen, das «Système» überlagere die Fischschiefer und müsse als Äquivalent der Cyrenenmergel ins Oberoligozän der damaligen Terminologie verwiesen werden (KILIAN 1884, ROLLIER 1910 u. a.).

Durch die Untersuchungen von L. MEYER (1927/28) wurde eine neue, gesicherte Gliederung des Oligozäns möglich. Einerseits fand er in der Mergelgrube der Ziegelei Froidefontaine unter den Foraminiferenmergeln sandige, zum «Système de Bourogne» gehörige Mergel; andererseits trafen von ihm kontrollierte Tiefbohrungen unter der normalen stampischen Serie (Cyrenenmergel bis Foraminiferenmergel) Gesteine von der Art des «Système». L. MEYER (1927) gelangt dann auf Grund der Bohrbefunde von Reppe, Suarce und Chavannes-les-Grands zum Resultat, «dass sich das Système de Bourogne als Küstenbildung und Äquivalent der mergeligen Ablagerungen des Wittelsheimer Salzbeckens zwischen die grünen Mergel FOERSTERS und die mitteloligozäne Gipszone einschaltet. Das Système vertritt die untere bituminöse Zone, die versteinerungsreiche Zone und die Knollenanhydritzone». Aus alledem erhellt nun, dass das Système dem Sannoisien angehört, und zwar dem oberen Teil wie L. MEYER ausführt.

Wenn wir jetzt auf den Vergleich des Oligozäns in der Ajoie und im Sundgau zurückkommen (siehe Fig. 8), so müssen wir für die Konglomerate von Porrentruy des engeren Untersuchungsgebietes Sannoisien-Alter annehmen. Zugleich werden die gleicherweise aus dem Sundgau bezogenen, älteren und abweichenden Altersbestimmungen gegenstandslos.

#### Sannoisien im Liegenden des marinen Rupéliens bei Oltingue und Wolschwiller im Oberelsass

In der Hoffnung, bessere Oligozänprofile auffinden zu können, als sie in der Ajoie vorhanden sind, wurden die bekannten Aufschlüsse bei Oltingue<sup>3)</sup> und Wolschwiller<sup>4)</sup> kursorisch begangen. Die Suche galt

<sup>1)</sup> In unserem Zusammenhang interessante Beiträge zur Frage des Elsässer Tertiärs liefern u. a.: ANDREAE, A. (1884), FOERSTER, B. (1888, 1904, 1909), GILLET, S. und THEOBALD, N. (1936), MEYER, L. (1908, 1916, 1917, 1921, 1927, 1928), MEYER, L. und HOTZ, W. (1928), WAGNER, W. (1924, 1938).

<sup>2)</sup> Auf der Carte géologique de la France, feuille de Montbéliard, 1:80 000, ist alles Oligozän im Golf von Montbéliard als Stampien eingezeichnet, obgleich in den beigegebenen Erläuterungen das Système de Bourogne ins Sannoisien gestellt wird. Ebenso kennt die geologische Generalkarte der Schweiz, 1:200 000, Blätter Basel-Bern und Neuchâtel, in der nämlichen Gegend fälschlicherweise ausschliesslich Stampien.

<sup>3)</sup> FOERSTER, B. (1909), ROLLIER (1910), MEYER, L. (1927).

<sup>4)</sup> SCHNEEGANS, D. (1934).



insbesondere den Gesteinen an der Basis des Oligozäns mit wohldefinierter Obergrenze. Zugleich sollten sich die Gesteine faziell mit der Gompholithe d'Ajoie vergleichen lassen. Fig. 9, S. 39.

### Dürrenmattgraben S Wolschwiller

Im Einschnitt des Baches ist der Meeressand (= unteres Rupélien) in 20–30 m Mächtigkeit entwickelt. An Fossilien liefert er Foraminiferen und nach D. SCHNEEGANS (1934) *Halitherium Schinzi*, *Pectunculus obovatus*, *Lamna contortidens*, *Pecten bifidus*, *Panopea Heberti*, *Cythera splendida*, *Lucina tenuistria*. Unter diesen Kalksandsteinen liegt am Grunde des Tales eine mehrere Meter dicke Serie in ganz anderer Ausbildung (Schweizer Koord. 597,20/255,73). Grobe, unsortierte Konglomerate mit Blöcken in gelbbraunem, sandigem Bindemittel wechsellagern mit Süswasserkalken z. T. detritischer Art. Als Knollen finden sich Süswasserkalke auch in den Konglomeratschichten. Die Süswasserkalke zeigen die gleiche,

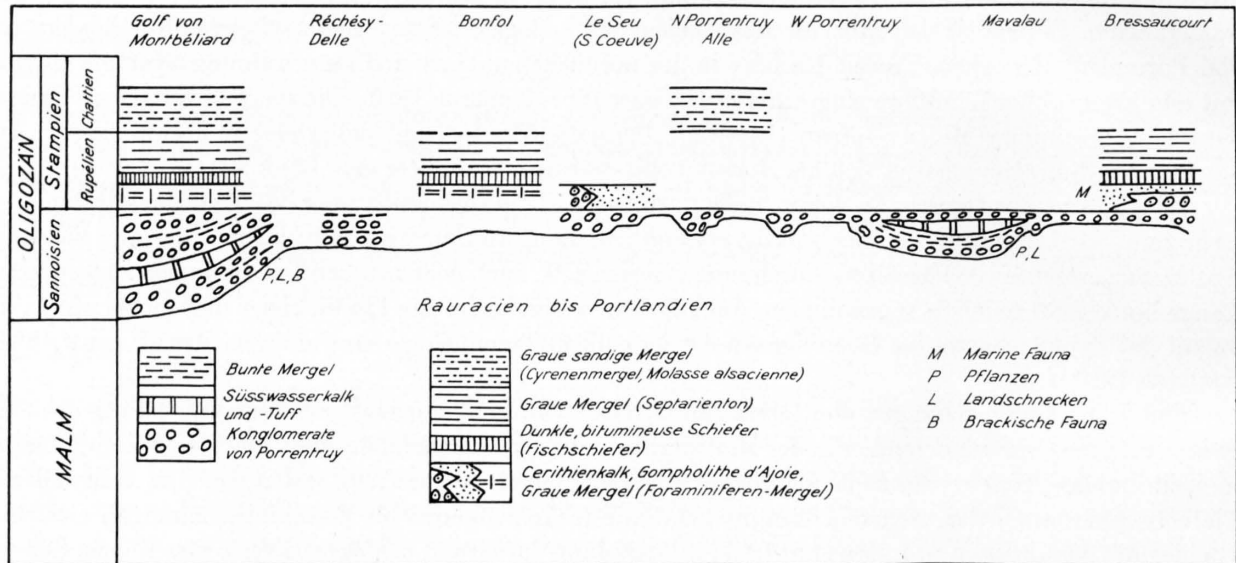


Fig. 8. Schematisches geologisches Sammelprofil durch das Oligozän der Ajoie und des Sundgaus

krustige, blumenkohlartige Struktur mit inkrustierten Pflanzenteilen wie die Algensinterkalke der Konglomerate von Porrentruy in der Ajoie. Von dieser Lokalität sind auch die sogenannten Mumien bekannt sowie die mit *Microcodium* verglichenen Kalzitrosen und auch das weisse bis gelbe, strukturlose Zement, welches die Hohlräume ausfüllt.

Wir haben mit anderen Worten Schichten vor uns, die im Süswasser zur Ablagerung kamen, und an deren Bildung sich Algen massgebend beteiligten.

Irgendwelche tierische Fossilien konnten wir bis jetzt aus dem vorliegenden Aufschluss nicht beibringen.

Diese Süswasserschichten werden vom Meeressand, der an dieser Stelle als Randfazies der Foraminiferen-Mergel zu betrachten ist, überlagert. Daraus folgt, dass die beschriebene Basis des Wolschwiller Tertiärs nicht mehr dem Stampien zugeordnet werden darf, wie dies auf der Carte géologique de la France 1:50 000, feuille de Ferrette geschieht, sondern in ein tieferes Niveau, vermutlich das Sannoisien, verwiesen werden muss <sup>1)</sup>.

### Oltingue

Auf der Bergseite der westlichen Häuser von Oltingue, am W-Ufer der Ill, befinden sich die wohlbekannten Aufschlüsse im Kalkkonglomerat (Gompholith) mit sichtbarer Auflagerung auf dem Malm des

<sup>1)</sup> VONDERSCHMITT (1941).

Ostendes der Bürgerwaldkette. Wenig mehr N, im WNW der Kirche, ist am Abhang folgendes Profil von unten nach oben festzustellen:

- a) Bunte, vorwiegend rote Mergel mit brecciös-konkretionären und rot verfärbten, faustgrossen Süsswasserkalkbrocken, welche seitlich in knolligen, roten Süsswasserkalk übergehen können;
- b) mehrere Meter bunte, meist rote Mergel, offensichtlich in grosser Menge zusammengeschwemmter Bolus-Ton. Darüber mit scharfer Grenze;
- c) mehrere Meter Konglomerat mit gerundeten Geröllen bis zu Kopfgrösse; Grundmasse: grau kalkig-sandig. Dieses Gestein unterscheidet sich in keiner Weise von den Konglomeraten von Porrentruy der Ajoie.

Aus der obigen Schichtfolge konnten bis jetzt noch keine Fossilien gewonnen werden. Diese bunte, konglomeratische Serie lässt sich im Streichen am N-Hang des Höhenzuges «Hinter dem Berg» leicht gegen W verfolgen. Ungefähr  $\frac{1}{2}$  km W Oltingue stellen sich im Hangenden die Schichtglieder des unteren Rupélien ein. Obgleich die verstreut liegenden Aufschlüsse zu wünschen übrig lassen, ist eine Abfolge <sup>1)</sup> zu erkennen von unten nach oben (vgl. Fig. 9):

- a) Kalkkonglomerat wie beim Dorfe Oltingue;
- b) harte und mürbe Kalksandsteine mit Quarz und Spuren von Glaukonit;
- c) hellgraue Mergel mit viel Foraminiferen (obere Foraminiferen-Mergel FOERSTERS 1909);
- d) Fischschiefer, deutlich sichtbar in einer Grube (Schweizer Koord. 595,67/260,30);
- e) lichte Mergel mit Stich ins Rötliche und zwerghafter einförmiger Foraminiferenfauna, vermutlich unterster Septarienton.

Im Kalksandstein tritt in grosser Zahl ein kleiner Gastropode aus der Familie der *Pyramidellidae* auf, ähnlich *Syrnola alsatica* ANDREAE (1884). Der Kalksand führt ferner kleinwüchsige Foraminiferen, worunter winzige Textularien, aber keine Meeressandformen.

FOERSTER (1909), der vergleichsweise bei Oltingue unter besseren Bedingungen ein Oligozänprofil aufmessen konnte, und zwar am selben Waldrandweg, der bei Oltingue von Kote 400 m auf 460 m führt, und den auch wir begangen haben, fand zwischen den Fischschiefern und den basalen Konglomeraten die Foraminiferenmergel mit *Ostrea*, *Pecten*, *Haplophragmium* und *Plecanium carinatum*, wobei die letztgenannte typische Form aber nach BARBIER (1938) auf den unteren Teil beschränkt bleibt. Im Gegensatz zu unseren Aufnahmen kennt das FOERSTERsche Profil keine Kalksandsteine. Da nun die Foraminiferenmergel als unterstes Rupélien deutlich entwickelt sind, drängt sich die Annahme auf, dass die Kalksandsteine mit *Syrnola* nicht ins marine Stampien gehören, sondern etwas älter sind; sie könnten als oberstes, brackisches Sannoisien aufgefasst werden. Mit Sicherheit aber wird das Sannoisien vertreten durch die bunten Mergel und Konglomerate bei Oltingue selbst. Auf der Carte géologique de la France 1:50 000, feuille de Ferrette, sind die verschwemmten, roten Mergel mit Süsswasserkalkknollen als Eozän eingezeichnet. Angesichts der Verknüpfung dieser Mergel mit typischem Gompholith und der Existenz der Foraminiferenmergel als unterstes Rupélien halten wir jene Alterszuweisung zumindest für fragwürdig.

### Zusammenfassung und Überblick

Wir haben nun in der Ajoie triftige fazielle Gründe kennen gelernt, die eine Zweiteilung des dortigen Oligozäns in Sannoisien (Konglomerate von Porrentruy) und marines Stampien (u. a. Gompholithe d'Ajoie) rechtfertigen.

Durch Parallelisierung mit dem Unteroligozän des Sundgaus (Système de Bourogne), das den Konglomeraten von Porrentruy durchaus entspricht, festigte sich obige Gliederung erheblich.

Schliesslich stellte sich heraus, dass am NE-Rand des Pfirter Jura im Liegenden der unterstampischen Schichten konglomeratische Süsswasserbildungen älter als Stampien auftreten, die nun ihrerseits ganz den Konglomeraten von Porrentruy und dem «Système de Bourogne» entsprechen. Dadurch erfährt unsere Datierung des Oligozäns im engeren Untersuchungsgebiet eine weitere Stütze.

Wie Fig. 9 zeigt, stellen die unteroligozänen Konglomerate und Süsswasserkalke in der Ajoie, im Sundgau und im Pfirter Jura ein randliches Äquivalent des im Rheintalgraben erbohrten Sannoisien dar

<sup>1)</sup> Unsere Beschreibung des Oltinger Oligozäns ist in keiner Weise vollständig; sie muss sich auf z. T. ungenügende Aufschlüsse stützen.

Zur Zeit der Drucklegung dieser Arbeit wird das Gebiet zwischen Blauen und Pfirter Jura durch H. FISCHER, Basel, neu bearbeitet, wobei sich die Untersuchung auch auf das Oligozän der Bucht von Oltingen erstreckt.

(z. B. Bohrung Hirzbach). Für das «Système de Bourogne» hatte ja L. MEYER (1927) den Zusammenhang mit aller Deutlichkeit klargestellt. Eine analoge Beziehung zum Sannoisien, wie es im Rheintalgraben bei Allschwil (CHRIST 1924) erbohrt wurde, nehmen BUXTORF (1934) und BITTERLI (1945) für die Blättertuffe und Konglomerate am Lenzberg bei Aesch und am Witterswiler Berg an.

In das Bild, welches sich über die Verbreitung des Unteroligozäns am Jura-N-Rand ergibt, fügen sich die gleichaltrigen Bildungen des Delsberger Beckens vorzüglich ein. LINIGER (1925) beschreibt von dort Süßwasserkalke und Gelberde; bei der letzteren handle es sich offenbar um verschwemmten Bolus. So können wir die unteroligozäne Serie bei Delsberg mit den gleichaltrigen Konglomeraten von Porrentruy vergleichen.

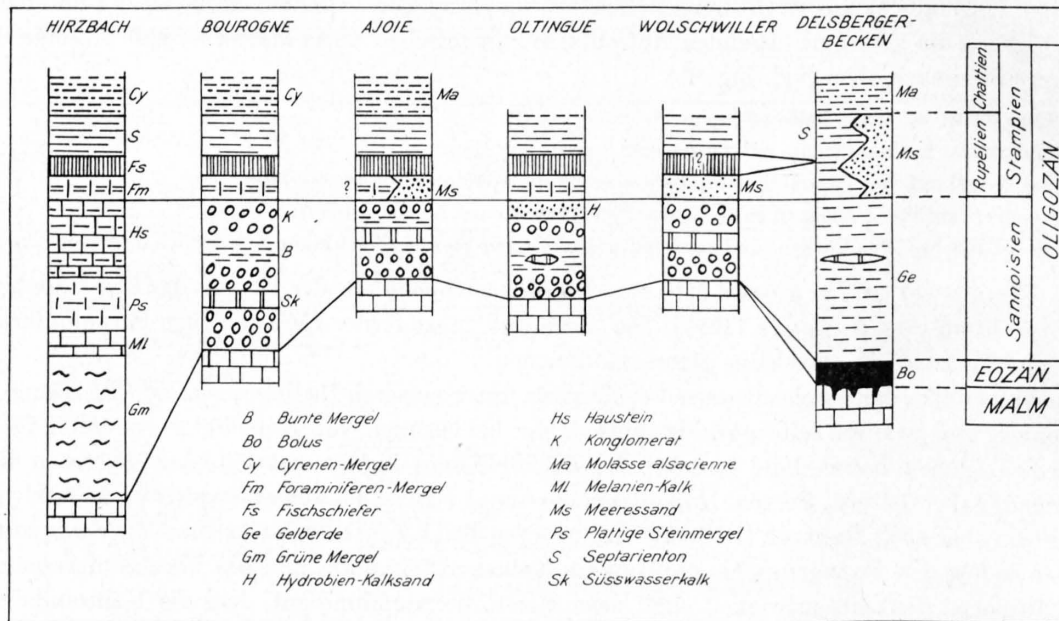


Fig. 9. Vergleich der oligozänen Bildungen im Rheintalgraben, im Golf von Montbéliard (Bourogne) und am Jura-Nordrand

Die Schichttreihen sind schematisiert und nicht getreu ihrer wahren Mächtigkeiten dargestellt

Trotz alledem steht der direkte Altersbeweis für die Konglomerate von Porrentruy in der Ajoie noch aus. Wir entbehren stets noch ein vollständiges Oligozänprofil und gute Leitfossilien wie z. B. Säugerreste. Es wäre Aufgabe künftiger Untersuchungen im Tertiär der Ajoie, systematisch in den Süßwasserkonglomeraten nach Zähnen und Knochen von Säugern zu suchen, welche die eindeutige Datierung und vor allem die Abgrenzung gegen Eozän ermöglichen könnten.

Über die geologische Geschichte der Ajoie lässt sich nun das folgende aussagen:

Vor dem Unteroligozän, vermutlich bereits im Eozän (VONDERSCHMITT 1942), setzt die Bildung N-S gerichteter Brüche und die Anlage flacher WSW-ENE streichender Gewölbe und Mulden ein. In das beginnende Absinken des Rheintalgrabens wurde dann in geringem Masse die Ajoie einbezogen. So konnten sich im Unteroligozän ausgedehnte Süßwasserseen ausbreiten, in welchen dann Gompholith und die abgeschwemmten eozänen Verwitterungsböden aus dem umliegenden Festland zur Sedimentation kamen. Zeitweise wenigstens dürften die Seen der Ajoie über Beurnevésin-Réchésy und Delle mit den Wasserflächen in Verbindung gestanden haben, die im Sundgau weite Gebiete (Golf von Montbéliard) bedeckten. Hier macht sich kurzzeitig bereits brackischer Einschlag bemerkbar durch das Eindringen von Salzwasser des salinaren Faziesbezirkes im Rheintalgraben.

Im Unteroligozän wurden die größten Unebenheiten in der Malmtafel der Ajoie ausgeebnet, Rinnen aufgefüllt etc., so dass das Rheintalgrabenmeer im Rupélien über einigermaßen nivelliertes Gelände hinweggreifen konnte. Dies verdeutlicht Fig. 8, S. 36. Die Aussüßung des oligozänen Meeres erfolgte dann im Chattien.



Abschliessend stellt sich die Frage nach der Verbreitung des Unteroligozäns im Berner Jura. ROTH-PLETZ (1933) stellt zwar die Existenz desselben in der Gegend von Tavannes in Abrede, bezweifelt aber gleichzeitig das stampische Alter der von ihm beschriebenen sogenannten Gompholithe d'Ajoie. Sie gleicht jedoch mit ihren Süsswasserkalken, dem eingeschwemmten Bolus und dem völligen Mangel an marinen Fossilien ganz den Konglomeraten von Porrentruy der Ajoie und könnte somit dem Sannoisien angehören.

### 3. Pliozän

Namentlich in der E-Hälfte des Kartengebietes von Porrentruy liegen in dünner Streu quarzitisches Gerölle (meist Muskowit-Quarzit) in den oberflächlichen Lehmen. Über ihre Verbreitung erteilen Tafel I und Fig. 6, S. 31, Auskunft. Die Gerölle sind als Randfazies resp. Reste der Vogesensande und -schotter aufzufassen, welche weiter im E bei Charmoille erhebliche Mächtigkeit erreichen. Ihr Alter konnte HUMMEL (1914) mittels Funden von Säugern, worunter *Hipparion gracile* KAUP, als Unterpliozän (= Pontien) bestimmen. Die Skelettreste, die in der ehemaligen Vogesensandgrube in Charmoille gesammelt werden konnten, werden gegenwärtig einer erneuten Untersuchung unterworfen <sup>1)</sup>, deren Ergebnis man mit grossem Interesse entgegensehen darf, besonders seit LAVOCAT (1955) die ältesten Hipparionfunde ins Miozän stellt. Zusammen mit dem Leitwert dieses Fossils ist nun auch die Altersbestimmung der Vogesenschotter etwas erschüttert worden, doch halten wir einstweilen mit Vorteil an der bisherigen fest, bis die neuen paläontologischen Befunde vorliegen.

ERZINGER (1948) führt sechs Orte in der Haute Ajoie an, wo er vereinzelte quarzitisches Gerölle aufgefunden konnte. Daraus schliesst er auf pliozäne Überschotterung des Gebietes. Nach unserem Dafürhalten sind aber die Funde doch zu dünn gesät, um seine anschliessenden Folgerungen aller Kritik zu entheben. Namentlich kann nicht als ausgeschlossen gelten, dass die seltenen Gerölle im Laufe der Zeit durch menschliche Tätigkeit an ihren jetzigen Ort gelangt sind.

Neben den Quarzitkomponenten treten bei Porrentruy auch schwärzliche Kalkgerölle auf, die offenbar mit Pyrit imprägniert sind. Über ihre Herkunft wissen wir nichts Genaues: Fossileinschlüsse wurden keine gefunden. Vielleicht liegt pliozän verschleppte und umgeprägte Gompholithe d'Ajoie vor.

Mit den Lehmen, die aus den Vogesensanden herzuleiten sein könnten, befasst sich ein Abschnitt im Kapitel über das Quartär.

Zusammenfassend stellen wir fest, dass wenigstens der E-Teil von Blatt Porrentruy zur Unterpliozänzeit von einem aus den Vogesen nach S strömenden Flusse, zum mindesten zeitweise oder mit seinen Nebenarmen, überflutet worden ist, während die Hauptrinne in der Gegend von Charmoille-Bois de Raube gelegen haben dürfte (LINIGER 1925, 1953; TSCHOPP 1960).

### 4. Quartär

#### a) Gehängeschutt

Gehängeschuttdecken von hervortretender Mächtigkeit entwickeln sich vorzugsweise an Steilhängen mit austreichendem Séquanien. Es sind zu nennen:

- Die Umgebung der Source du Varieu (Koord. 569,8/253,0);
- Östlich davon, beiderseits der Allaine bei Pont d'Able;
- Bois de Montaigne, S Courtedoux, in grosser Ausdehnung;
- der quellenreiche Talkessel S Chevenez.

<sup>1)</sup> Durch Herrn H. SCHAEFER, Naturhistorisches Museum Basel.



## b) Kalktuff

Mit den spärlich vorhandenen Quellen ist meist Kalktuff verknüpft. Ein grösseres Vorkommen findet sich im Tale S Chevenez, wo die Talsohle ganz mit Kalktuff ausgekleistert ist.

## c) Schotter

Auffällig ist im Untersuchungsgebiet das seltene Auftreten von Schottern des Quartärs. Die meisten Bäche fliessen auf verschwemmtem Lehm. Dass unter den Lehmen auch Schotter vorhanden sein können, zeigen Schächte, welche in den Alluvialebenen gegraben wurden. Solche Schotter wurden beobachtet:

- in einem Kanalisationsgraben zwischen Chevenez und dem Quell- resp. Versickerungstrichter, bekannt unter dem Namen Creux des Prés E des Dorfes. Die Geschiebe sind mehrheitlich abgeplattet. (LIÈVRE 1940);
- in einem Sondierschacht zwischen Alle und Porrentruy (LIÈVRE 1955). Es dürfte sich um Allaine-Schotter handeln. Leider fehlen Angaben über die Zusammensetzung der Gerölle;
- bei Porrentruy im Bett des episodischen Baches von Creux Genat bis zur Stadt (Koby 1889);
- nördlich des Untersuchungsgebietes, in der Ebene N Courchavon, durchteufte eine Grundwasserbohrung 5,5 m Kiese und Sande mit Malm-, Dogger-, Lias- und Vogesengeröllen (LIÈVRE 1955). Ein ähnliches Schotterfeld dürfte zwischen Porrentruy und Pont d'Able vorhanden sein.

## d) Die Lehme

Verwitterungs- und Schwemmlehm zeigen im Untersuchungsgebiet eine recht grosse Verbreitung; Hochflächen, Abhänge und Talböden sind von einer bald mächtigen, bald eher spärlich entwickelten Lehm-schicht bedeckt.

Wir unterscheiden insgesamt drei Gruppen:

### Verschwemmter Lehm

In den Talsohlen, welche dauernd oder periodisch durchflossen werden, breitet sich zuoberst eine 1–2 m mächtige Lehmdecke über grosse Strecken aus. Handbohrungen SW Porrentruy nahe der Strasse nach Bressaucourt durchfuhren 2,5–3,5 m Lehm, ja N Bois Carré sogar mehr als 5,5 m. Beim Etang W Porrentruy förderte der Bohrer aus 2 m Tiefe blaugrauen fetten Lehm mit Trümmern von Landschnecken-schalen zutage. Hier wie auch an anderen Orten lieferten wohl die Vogesensande reichlich Material an die Schwemmlehme.

### Verwitterungslehme

Sofern diese eine gewisse Mächtigkeit erreichen, vermuten wir, dass es sich um verlehmtten Löss handelt. Knochenreste quartärer Säuger fand ERZINGER (1943) in einer lehmgefüllten Karsttasche bei Courchavon. Vom Funde eines Stosszahnes des *Elephas primigenius* zwischen Porrentruy und Courchavon berichtet GREPPIN (1870). Schliesslich erwähnen wir auch die Arbeit von F. ED. Koby (1955) über die quartäre Säugerfauna der Umgebung von Porrentruy.

In der westlichen Nachbarschaft von Courgenay zeichnet sich die Lehmdecke durch ihren auffallenden Gehalt an Vogesengeröllen aus, weswegen wir ein höheres, nämlich pliozänes Alter dieser Lehmfelder nicht ganz von der Hand weisen wollen. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen über das pliozäne Alter von Lehmen im Kettenjura nördlich des Delsberger Beckens gelangt KELLER (1922).

Abgesehen von den Zentimeter grossen Quarziten auf der östlichen Blatthälfte wurde festgestellt, dass die Lehme weiter westlich, z. B. bei Mavalau (NE Bressaucourt) kleine, nur wenige Millimeter grosse Quarzitkörner enthalten. Diese aus den Vogesensanden herzuleiten, liegt auf der Hand.

### Lehm fraglicher Herkunft

Ockergelbe bis sepiabraune, äusserst fette Lehme treten im NE-Untersuchungsgebiet und vor allem in der N-Ajoie ziemlich häufig auf. Bei Combe St-Jean W Vendlincourt z. B. lässt sich nachweisen, dass

3–5 m dieses Lehmcs dem Malm aufrufen. Gross ist der Gehalt an Brauneisen und Quarzkörnern, deren ungerundete, kantige Natur mit derjenigen der Vogesensande bei la Montoie auf Blatt Miécourt ganz übereinstimmen. An diese letzte Tatsache und an die Häufigkeit der Lehme in der N-Ajoie knüpfen wir einerseits die Vermutung, dass im wesentlichen umgelagertes Material aus den Vogesensanden vorliegt. Andererseits ergibt sich die Möglichkeit, dass es sich um ein randliches Äquivalent der basalen Vogesensande handelt, welche bei Bonfol als wasserstauender Horizont in Erscheinung treten.

Im übrigen wäre auch eine Untersuchung dieser verschiedenen Lehme mit neueren wissenschaftlichen Methoden erwünscht. Möglicherweise ergeben sich dann interessante Zusammenhänge.

#### Bodenfliessen

Bei der ausgedehnten Lehmbedeckung müsste an den Hängen Bodenfliessen erwartet werden. Beobachtungen hierüber sind aber doch recht selten. Es mag dies auf die spärlichen Aufschlüsse zurückzuführen sein. Ein einwandfreies Beispiel von Bodenfliessen wurde beim Verlegen einer Leitung wenig SE Porrentruy (Schießstand) freigelegt. In der Mitte eines ca. 2,5 m mächtigen Lehmprofils liegen Malmkalkbrocken, die hangabwärts aussetzen. Es handelt sich nicht um eine geschlossene Linse von Gehängeschutt; die einzelnen Gesteinstrümmer sind jeweils durch Lehm voneinander getrennt. Wir vertreten die Auffassung, dass ein Fall eines eiszeitlichen, vielleicht subnivalen Bodenfliessens vorliegt, durch welches Malm-  
schutt vom Abhang bei La Perche nach N verfrachtet wurde.

### 5. Fossile Brennstoffe

In seiner geognostischen Übersicht über die Schweiz erwähnt CHR. BERNOULLI (1811, S. 201) eine Fundstelle von Bitumen aus der Gegend von Pruntrut. Die Ortsangabe ist unvollständig und kann nicht mehr näher gedeutet werden. Anlässlich der ausgeführten Kartierung liess sich ein solches Vorkommen nicht nachweisen. Indessen hegen wir die Vermutung, dass sich die Andeutung auf die bituminösen Posidonienschiefer im oberen Lias des Mont-Terri-Gebietes bezieht, welche von KELTERBORN (1944) und TSCHOPP (1960) näher beschrieben worden sind.

## Tektonik

### A. Die tektonische Lage des Untersuchungsgebietes

Unsere tektonische Beschreibung behandelt das Tafelland der Ajoie, das im S von den E–W verlaufenden Überschiebungen und Vorfalten der Mont-Terri-Kette (Fig. 10) begrenzt wird. In dem von uns untersuchten Teil der Elsgauer Malmtafel durchkreuzen sich zwei tektonische Richtungen: einerseits streichen flache Wölbungen in WSW–ENE Richtung, begleitet von streichenden Verwerfungen, andererseits durchsetzt eine Bruchschär das Gebiet von N nach S.

Ein wesentliches Merkmal des Untersuchungsgebietes besteht darin, dass seit dem Oligozän keine neuen Strukturen angelegt worden sind, sondern die alten tektonischen Formen später akzentuiert wurden. Ferner sprechen tektonische Gründe für die Präexistenz der meridionalen Verwerfungen gegenüber der jungtertiären Neubelebung der Faltenstrukturen. Zum nämlichen Ergebnis gelangen im umliegenden Kettenjura LAUBSCHER (1948) TSCHOPP (1960) und DIEBOLD (1960). Sie konnten sehr schön aufzeigen, wie die Gewölbeabschnitte zwischen den einzelnen N–S gerichteten, präexistenten Verwerfungen relativ unabhängig voneinander verfaltet werden konnten und wie an den Kreuzungsstellen von Antiklinalen und Bruchflächen verwickelte Interferenzerscheinungen auftreten können. Ferner sind die Arbeiten der genannten Autoren auch für unsere Problemstellung von grösster Bedeutung. Nachdem TSCHOPP den Verwerfungsschwarm bei Pleujouse als rheintalisch (NNE streichend) bezeichnet, seine prästampische Anlage wahrscheinlich gemacht, und DIEBOLD gleichgerichtete Brüche auf Blatt Ocourt nachgewiesen hatte, galt es, die Störungen im Untersuchungsgebiet in diesem Lichte zu prüfen. Ausserdem stellte sich die Frage, wie die Störungen des Tafellandes mit denjenigen in der Mont-Terri-Kette zu verbinden seien.

### B. Bezeichnung der Strukturen

#### a) Verwerfungen

LAUBSCHER (1948), TSCHOPP (1960) und DIEBOLD (1960) verwenden für die Bezeichnung der N–S verlaufenden Brüche die Zahlen 1–19, welche teilweise zusätzlich mit den Indizes «a», «b» und «Strich» versehen werden mussten. Um Missverständnisse und doppelte Namengebung ein und derselben Verwerfung zu vermeiden, halten wir uns durchgehend an die erwähnte Benennungsart.

HUMMEL (1914) seinerseits bezeichnet in anschaulicher Weise die Verwerfungen nach Ortschaften. Es sind:

Verwerfung von Courtedoux = B 16a,  
Verwerfung von Fontenais = B 15.

#### b) Gewölbe und Mulden

Die Strukturkarte (Tafel III) zeigt im N, östlich B 15a, ein Gewölbe, von uns Pont-d'Able-Gewölbe benannt. In Anlehnung an ROLLIER (1898) wurde dieses von ERZINGER (1943) und HUMMEL (1914) als

Fahy-Gewölbe bezeichnet. HUMMEL glaubte, es reiche bis B 16a und gehe in die «Fahy-Flexur» über. Was von ihm mit der Benennung «Fahy-Flexur» versehen wurde, rechnen wir, aus Gründen, die unten angeführt werden, zur südlich anschliessenden Synklinale oder besser gesagt Mulde von Porrentruy. Der Ausdruck «Synklinale von Porrentruy» wird auch von ERZINGER (1943) gebraucht, aber vor allem in morphologischem Sinne. HUMMELS Abgrenzung «Senkungsfeld von Pruntrut» entspricht nicht unserer Mulde von Porrentruy, sondern gilt für die gesamte S- und E-Ajoie.

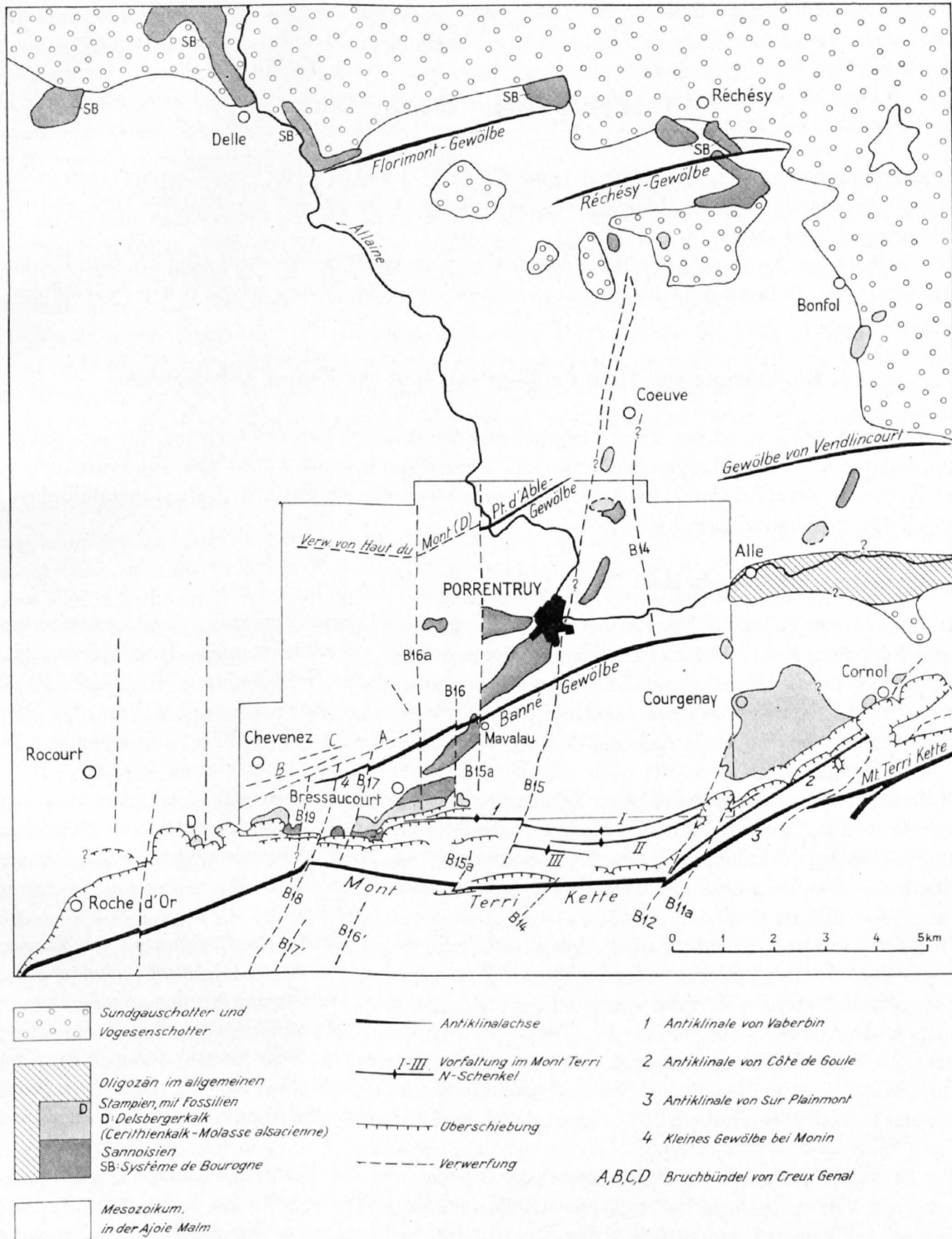


Fig. 10. Geologische Übersichtsskizze der Ajoie und der nördlichen Mont-Terri-Kette, 1:125 000



S davon folgt die Banné-Antiklinale, von ROLLIER (1898) mit diesem Namen belegt. Zwischen das Banné-Gewölbe und den N-Schenkel der Mont-Terri-Kette schiebt sich als ein nach E sich verbreitender Keil eine schwach N-fallende Malmplatte ein. Als eine selbständige Einheit behandeln wir die von Störungslinien begrenzte Malmtafel von Monin in der SW-Ecke des Untersuchungsgebietes.

Die rheintalischen Verwerfungen zerlegen alle diese Zonen in einzelne Schollen, so dass sich eine natürliche Gliederung für die Detailbeschreibung ergibt.

## C. Tektonische Beschreibung

Die detaillierte Beschreibung stützt sich auf Tafeln I, II und III. Mit Vorteil benützt man zusätzlich die Carte nationale de la Suisse (Landeskarte der Schweiz) 1:25 000 mit den Blättern 1085 St-Ursanne, 1065 Bonfol und 1084 Damvant.

Im Verlaufe der vorgenommenen Geländeaufnahmen erwies es sich als unumgänglich, zum Verständnis der Strukturen den Rahmen des Untersuchungsgebietes sowohl im W als auch im N neu zu erweitern.

### 1. Die Störung von Haut du Mont (D) und das Pont-d'Able-Gewölbe

Diese beiden am N-Rand von Tafel I angegebenen Strukturen lösen sich im Streichen unmittelbar ab; sie werden daher gemeinsam besprochen. Falte und Verwerfung begrenzen die Mulde von Porrentruy gegen das im N vorgelagerte Tafelland der Ajoie und werden von der sie durchsetzenden, rheintalischen Verwerfung B 15a nachhaltig beeinflusst.

#### a) Die Verwerfung des Haut du Mont (D)

Im allgemeinen kann die Verwerfung nur selten direkt beobachtet werden, da sie entweder in den schwer gliederbaren Kalken des unteren Kimmeridgien und des oberen Séquanien oder in Hängen mit verrutschten Mergeln verläuft. Das westlichste Auftreten lässt sich bei Haut du Mont (Koord. 567,8/253,24) nachweisen, wo die Pterocera-Mergel von einer dünnen Oberkimmeridgien-Kappe überlagert sind. Die Verwerfung äussert sich im Gelände dadurch, dass am relativ gehobenen N-Flügel die Ausbisslinie der Mergel abgeschnitten wird. Zusätzlich tritt noch eine Komplikation ein. In einem kleinen Wäldchen 130 m N P. 633 beobachtet man ein Paket von N-fallenden Kalken des oberen Kimmeridgien, eingeklemmt zwischen die Schichten des stratigraphisch tieferen Kimmeridgien. Wir deuten dieses eingeklemmte Paket als schmalen Malmkeil zwischen der Hauptverwerfung im S und einer vorgelagerten sekundären Begleitstörung (Tafel II, Profil 19). Dabei bleibt die Versetzung der Malmtafel gering und überschreitet 20 m als obersten Wert nicht.

Gegen E bis zur Combe du Variou (siehe Tafel I) lassen sich keine oberflächlichen Anzeichen einer Störungslinie nachweisen. Hingegen ergäbe die Profilkonstruktion eine viel zu mächtige Kalkserie zwischen den Natica- und Pterocera-Mergeln, wenn nicht ein maximal 50 m betragender Sprung angenommen wird, an welchem der N-Flügel abgesunken ist (Profile 15 und 16). HUMMEL (1914) bezeichnet das Gebiet W Le Variou als Fahy-Flexur und bemerkt, dass diese bei Le Varandin (SW Le Variou) unregelmässig gebaut sei. Tatsächlich bestehen bei P. 564 NE Le Varandin (Koord. 569,15/253,125) erhebliche Abweichungen von der sonst ziemlich regelmässig 10° betragenden Schichtneigung. Dies könnte durch die Verwerfung bedingt sein.

Bei Le Variou prägt sich die Bruchlinie wieder deutlich aus. Die Mergel des unteren Séquanien liegen bei Source du Variou erheblich höher als das Gefälle der Mergel 400 m weiter im N erwarten liesse. Direkt sichtbar ist die Versetzung der Kalkbänke des mittleren Séquanien an der SE-Ecke des Trockentales zwischen Le Variou und P. 564 im W, wobei der N-Flügel ca. 15 m abgesunken ist.

Etwa 200 m S dieser Stelle (Koord. 569,68/253,07) tritt eine kleine, gegen S geneigte Flexur auf, die offenbar nur lokale Bedeutung besitzt. Im Streichen (N 50° E) weicht sie erheblich von demjenigen der Verwerfung von Haut du Mont ab. In den Kalken des mittleren Séquanien misst man bis 45° Neigung, und es bleibt ungewiss, ob der Flexurcharakter unter dem inkompetenten Mergelhorizont des unteren Séquanien im Rauracien noch erhalten bleibt.

Bei Le Varieu durchkreuzen sich die Verwerfung von Haut du Mont und der rheintalische Bruch B 16a. Auf welche Weise dies geschieht, kann aber wegen der Schuttbedeckung nicht untersucht werden.

Obgleich die vermutete Ausbisslinie der Verwerfung von Haut du Mont im S-Hange der Combe du Varieu unter Schutt und Vegetation verborgen bleibt, ist es berechtigt, an einer tektonischen Absenkungslinie festzuhalten, weil die Plattigen Kalke in der Combe du Varieu ein regelmässiges S-Fallen aufweisen, das nicht in Einklang zu bringen ist mit der Obergrenze des höher oben am Hang austreichenden unteren Séquanien. Die Sprunghöhe bleibt unter 20 m (Profil 13). In diesem östlichsten Teil der Combe du Varieu nimmt die Verwerfung vermutlich ENE-Streichen an.

Weiter im E, am Steilabsturz gegen das Tal der Allaine, welcher durch die Plattigen Kalke gebildet wird, ist die Störungslinie von neuem sichtbar. An einer Verwerfung, deren Sprunghöhe höchstens die Mächtigkeit der Plattigen Kalke ausmacht (15 m), oder an einem äusserst scharfen Scharnier biegen die Schichten zu fast 30grädigem N-Fallen ab. Der gegen N erfolgende Übergang in die horizontale Lagerung vollzieht sich ebenfalls abrupt, ist aber nicht aufgeschlossen. Der Absenkungsbetrag erreicht insgesamt 20–30 m. Diese Beobachtungen fassen wir in der Deutung zusammen, dass zwischen der Verwerfung von Haut du Mont und einer nördlich vorgelagerten Begleitstörung von lokaler Bedeutung ein gekipptes Malmpaket eingeklemmt liegt. Es bestehen hier also ganz analoge Verhältnisse wie bei Haut du Mont. Die Breite des Malmkeiles ist auf der Karte (Tafel I) und im Profil 12 zu gross gezeichnet worden, um die Darstellung deutlicher zu gestalten.

#### b) Das Pont-d'Able-Gewölbe

Wie oben erwähnt, entwickelt sich das Gewölbe im E der Störung B 15a. Im Durchbruchtal der Allaine ist diese Falte in den steilen Rauracien-Wänden deutlich erkennbar. An der westlichen Talflanke, längs der Strasse, geht der S-Schenkel des Gewölbes ohne scharfe Grenze in den N-Schenkel der Mulde von Porrentruy über, der hier etwas steiler steht. Die Umbiegung zum Gewölbe-N-Schenkel vollzieht sich abrupt unter einer schmalen verschütteten Runse. Der N-Schenkel zeigt auf einer 100–150 m langen Strecke ein Einfallen bis 25° und legt sich am scharfen Knick der Strasse S Courchavon bereits wieder flach.

E der Allaine, beim nördlichen Tunnelportal, zeigt der N-Schenkel in den Plattigen Kalken steileres Einfallen bis zu 45°. Im Rauracien bestehen lokal Unregelmässigkeiten in Form von abweichendem Streichen und Fallen.

Während das massive Rauracien nur wenige Beobachtungen der Schichtneigungen zulässt, kann in den Plattigen Kalken das N-Fallen bis in die E-Flanke der Combe Sarmère weiter verfolgt werden. Hier setzt eine Verflachung der Aufwölbung ein. Da der S-Schenkel bis Sur le Tunnel durch die Allaine erodiert worden ist, vermögen wir nichts über seinen Bau auszusagen. Immerhin glauben wir aus den relativen Höhenlagen der Schichten auf beiden Seiten des Tales ableiten zu dürfen, dass zwischen dem Pont-d'Able-Gewölbe und dem N-Schenkel der Mulde von Porrentruy eine schulterartige Verflachung bestehe (vgl. Profil 8 und Tafel III). Im oberen Teil der Combe Sarmère, etwa beim Durchgang der Höhenlinie 500 m, ist die östlichste Fortsetzung des Gewölbes aufgeschlossen. Soweit an der Oberfläche beurteilt werden kann, verebbt die Faltung von da an gegen NE rasch.

Das Streichen des Pont-d'Able-Gewölbes bleibt nicht über seine ganze Ausdehnung konstant; von W nach E dreht die Achse etwas mehr in nordöstliche Richtung ein.

In seinem tektonischen Kärtchen verbindet LAUBSCHER (1948, Fig. 1) das Pont-d'Able-Gewölbe mit der Antiklinale von Vendlincourt und bezeichnet das Ganze als «Kette von Vendlincourt». Mit dieser Verlängerung nach E sind wir nicht einverstanden, weil beide Gewölbe in ENE-Richtung streichen, und im Hoch zwischen Porrentruy und Cœuve nicht mehr beobachtet werden können.

Nach ROLLIER (1898) und HUMMEL (1914) setzt das Gewölbe im W bereits bei Le Varieu, östlich B 16a, ein. Jedoch lässt sich in der Combe du Varieu durch Verfolgen der Plattigen Kalke, soweit sie nicht

durch verrutschte Natica-Mergel überdeckt sind, keinerlei Gewölbe erkennen. Die Leitbank hält sich etwa bei der Isohypse 460 m. Wir vermögen daher ROLLIER'S und HUMMEL'S Auffassung nicht mehr zu stützen.

Die Verwerfung von Haut du Mont liesse sich leicht gegen E in die bruchartige Scheitelumbiegung des Gewölbes hinein verlängern. Ob letzteres tatsächlich mit einer vertikalen Verstellung der Schenkel verbunden ist, kann aber mangels Leithorizonten nicht entschieden werden. HUMMEL (1914) allerdings bringt die Zerrüttungserscheinungen, die am Strässchen NE Sur le Tunnel im oberen Rauracien vorhanden sind, mit einem kleinen streichenden Sprung in Verbindung. Damit in Zusammenhang steht wohl die Quetschzone mit aufgepressten Oxford-Mergeln, welche beim Bau des Tunnels angetroffen wurden. HUMMEL kommt zur interessanten Schlussfolgerung, dass der Zusammenschub des Pont-d'Able-Gewölbes in einem Stadium stehen geblieben sei, aus dem sich bei Fortsetzung der Bewegung eine Überschiebung des S-Schenkels über den N-Schenkel entwickelt hätte.

Wir haben also den im Jura recht ungewöhnlichen Fall vor uns, dass sich eine Falte und eine Verwerfung im Streichen ablösen. Auf diesen Sachverhalt lassen sich mehrere Interpretationen anwenden, wobei wir aber keine von diesen mit ausserordentlichem Wahrheitsgehalt auszeichnen wollen, weil die Deutung kleiner Strukturen, wie das Pont-d'Able-Gewölbe, sehr schwer fällt. In Betracht kämen folgende Interpretationen:

1. Das Gewölbe ist mit den Schichtverbiegungen wenig bedeutender Art zu vergleichen, wie sie in der Ajoie ziemlich häufig auftreten (Profile 13, 14 und 15).

2. Es liegt ein Gewölbe vor, das die Folge von Ausgleichsbewegungen in den oberflächennahen Schichten (seitlich begrenzt durch eine rheintalische Verwerfung) darstellt. Der Faltungstiefgang wäre demnach gering, und die Abscherung könnte über den Oxford-Mergeln erfolgen.

3. Im Streichen des Pont-d'Able-Gewölbes verläuft die Verwerfung von Haut du Mont als steil S-fallende Aufschiebungsfläche (reverse fault). Der dachförmige Bau der kleinen Antiklinale erklärt sich als Aufpressung des Malms bei Bewegungen auf der Störungsfläche. Diese Deutung macht auch den relativ steilen und schmalen N-Schenkel als Schleppung verständlich. Die Fortsetzung der Aufschiebungsfläche gegen W wäre dann mit der Verwerfung von Haut du Mont identisch, die sich von der gleichnamigen Erhebung im W bis in die Gegend von Les Gabes im E hinzöge. In diesem Sinne sind auch die Profile 7 ff. gezeichnet worden.

Unsere letzte, unter 3 angeführte Interpretation entspricht im wesentlichen derjenigen HUMMEL'S, der aber die Verwerfung von Haut du Mont noch nicht kannte.

### c) Das im N vorgelagerte Tafelland

Nördlich der besprochenen Störungszone Haut du Mont–Pont d'Able setzt sich die Malmplatte, ohne wesentliche Verbindungen zu erleiden, in die nördliche Ajoie fort. W der Störung B 16a fallen die Kalke des oberen Séquanien und unteren Kimmeridgien etwas nach S ein. Zwischen B 16a und B 15a liegen die Schichten im allgemeinen horizontal, doch sind auf Tafel III zwei sehr flache Verbiegungen hypothetischer Natur eingezeichnet. Sie beruhen auf der Bewertung einzelner Aufschlüsse. So z. B. misst man 13° N-Fallen im Séquanien-Kalk, welche durch den Bau eines Weges an der N-Flanke der Combe du Variou blossgelegt sind (Koord. 570,26/253,98).

## 2. Die Mulde oder Synklinale von Porrentruy

Im W ist die Muldensohle breit und gegen E verschmälert sie sich allmählich. Die Synklinale von Porrentruy besitzt mit ihren – namentlich im W – weitgespannten Verbiegungen im Verhältnis zur südlich anschliessenden Banné-Antiklinale einen flachen Bau. Auch enthält sie die tektonisch tiefsten Einmuldungen des Untersuchungsgebietes. Am oberflächlichen Aufbau der Synklinale haben vor allem die Gesteine des oberen Kimmeridgien und des unteren Portlandien Anteil, welche dank ihrer tiefen tektonischen Lage der Abtragung entgehen konnten.



Topographisch wird die Muldenzone noch betont durch ein Talsystem (Rocourt–Chevenez–Porrentruy–Alle [siehe Fig. 10, S. 43]), das sich auf der ganzen E–W Ausdehnung entwickelt hat.

Die N–S gerichteten rheintalischen Störungen bedingen eine treppenartige Absenkung und erlauben, eine Gliederung in drei Abschnitte vorzunehmen, die im folgenden einzeln behandelt werden.

Da ja der Mulden-S-Schenkel mit dem N-Schenkel der Banné-Antiklinale zusammenfällt, verzichten wir in diesem Abschnitt auf seine Beschreibung und verweisen auf das nachfolgende Kapitel über das Banné-Gewölbe (S. 49).

#### a) Der Abschnitt westlich B 16a

Ogleich die Lehmdecke im Raume Grand Fahy–Bois d'Été (W Porrentruy, siehe Tafel I) weite Flächen einnimmt, und Aufschlüsse nur spärlich vorhanden sind, konnte doch die tektonische Lage der Schichten mit Hilfe der Pterocera- und Virgula-Mergel genügend abgeklärt werden. Örtlich bleiben freilich kleinere Unsicherheiten bestehen.

Bei Haut du Mont herrscht noch horizontale Lagerung; gegen S setzt das regelmässige 7–11° betragende S-Fallen des N-Schenkels der Mulde ein. Gegen W nimmt das Streichen SW–NE-Richtung an, hervorgerufen durch den allgemeinen Anstieg der Mulde gegen W.

Die Muldensohle hat die Gestalt einer seichten, ca. 2 km breiten Wanne. Den S-Schenkel vertritt die Verwerfung von Creux Genat (S P. 457; Koord. 568,95/249,68) und ihre vorgelagerten Begleitstörungen (A, B, C). Immerhin dürfte das Kimmeridgien gegen diese Verwerfung hin aufbiegen, in hohem Masse bei Bois de Montaigne (Profile 14 und 15), nur geringfügig zwischen Creux Genat und Chevenez (Profile 16–19, Tafel III).

Der vorliegende Synklijinalabschnitt zeigt im E geringen, im W zunehmenden Anstieg gegen W (ca. 4°), der sich über den Blattrand hinaus fortsetzt. Sehr klar erkennbar ist die Neigung der Muldensohle von den Höhen S Chevenez aus am Anstieg der Pterocera-Mergel-Terrasse der Erhebung Grand Bois N der Ortschaft (siehe Tafel I). Am W-Abhang der Combe de Varu (E Chevenez) bei P. 518 (Fig. 12, S. 56), fallen die Kalke des Oberkimmeridgien, entgegengesetzt dem allgemeinen Bauplan, nach W ein. Eine Erklärung dieses Verhaltens sehen wir in der Auswirkung der Störungslinie von B 19 über das Bruchbündel von Creux Genat hinaus nach N. Der Einfluss der genannten Störung bestände in einer geringfügigen, lokalen Verbiegung.

Erwähnung verdient ferner eine Verstellung von höchstens 20 m Sprunghöhe ca. 1 km SW Courtedoux (s. Tafel I). Sie nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als ihr Streichen in NNW–SSE-Richtung im ganzen Untersuchungsgebiet einzig dasteht. Von der Strasse aus bei P. 477 ist zu sehen, dass die Pterocera-Mergel-Zone, als Weide deutlich erkennbar, an waldbestandenen Kalken des oberen Kimmeridgien gegen E unvermittelt aussetzt.

Virgula-Mergel und unteres Portlandien liegen am S-Ende von Champs Girod ca. 10 m tiefer als bei Le Chaufour. Wir können dies mit der Störung in Verbindung bringen.

#### b) Der Abschnitt zwischen B 16a und B 15a

Der durch die beiden Verwerfungen begrenzte Streifen liegt 10–30 m tiefer als der W-Flügel von B 16a, was sich in der bedeutenden flächenhaften Erhaltung des unteren Portlandien äussert. Zur Festlegung des N-Schenkels dieses Muldenabschnittes sind wir auf die Interpretation einer geringen Anzahl Aufschlüsse angewiesen. Im bewaldeten Gebiet von Grand Fahy (N Courtedoux, s. Tafel I) hat sich die verlehnte Peneplain weitgehend erhalten können, so dass natürliche Anrisse so gut wie ganz fehlen. Nur an folgenden Stellen sind Beobachtungen möglich:

Am S-Rand des Waldgebietes führt ein Fahrweg, zwischen den Höhenlinien 510–520 m, durch ein kleines Trockentälchen. Durch die Grabarbeiten wurden am bergseitigen Wegbord die Virgula-Mergel sowie im S die Kalke des unteren Portlandien angeschnitten. Beide Schichten fallen mit 12° nach S.

Etwa 100 m NW P. 528 der Strasse Porrentruy–Bure, gewährt ein aufgelassener Steinbruch in das S-geneigte obere Kimmeridgien Einblick. Von den unaufgeschlossenen Pterocera-Mergeln können wir lediglich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie östlich P. 540 auf der Höhe 530 m verlaufen



müssen. Im Liegenden können aus einer Kalkbank zahlreiche Fossilien des Unterkimmeridgien gesammelt werden. Die Ausbisslinie der Pterocera-Mergel selbst verbirgt sich auch in der obren Combe Grégeat unter einer Lehmschicht. Sicher ist auf jeden Fall, dass die Malmkalke am Steilsturz in die Combe du Varieu, zusammen mit denjenigen der N Combe Grégeat, tieferen Malmhorizonten angehören (hauptsächlich dem Séquanien) als die Pterocera-Mergel. So kommt den Darstellungen dieses Gebietes auf den Tafeln I–III eher hypothetische Bedeutung zu. Dennoch ist ihnen als Gewissheit zu entnehmen, dass sich der Mulden-N-Schenkel in seinen höchsten und nördlichsten Teilen verflacht, wie W Le Fréteux festgestellt werden kann.

### c) Der Abschnitt östlich B 15a

Etwas schmaler als im W erstreckt sich die Mulde von Porrentruy von B 15a bis zur Ortschaft Alle im E, wo sie sich mit dem Senkungsgebiet zwischen dem Gewölbe von Vendlincourt (Fig. 10, S. 43) und der Mont-Terri-Kette vereinigt. SW Porrentruy und W Alle liegen die tektonisch tiefsten Gebiete der Synklinale von Porrentruy und von Blatt Porrentruy überhaupt (Tafel III). SW der Stadt befinden sich in dieser Senke die Konglomerate des Sannoisien, und W Alle ist das Tief gekennzeichnet durch das E-Fallen des oberen Kimmeridgien.

Der Mulden-N-Schenkel fällt N Porrentruy als Malmplatte gegen S ein, so dass, am W-Hang des Allaine-Tales nach N fortschreitend, immer ältere Malmhorizonte zutage treten, in denen sich Fallwerte von 8–11° messen lassen. Erst im Vorfeld des Pont-d'Able-Gewölbes legen sich die Schichten flacher, wie in einem Steinbruch in der Strassenumbiegung SW Pont d'Able zu sehen ist. Im E der Allaine wird der Bau des Mulden-N-Schenkels komplizierter. Seine Klarstellung leidet sehr unter den schlechten Aufschlussbedingungen. Die Aufschlüsse an der E-Flanke des Allaine-Tales zwischen Porrentruy und Pont d'Able deuten nämlich auf ein Abdrehen des Streichens im tektonischen hochgelegenen Muldenschenkel aus W–E in fast N–S Richtung hin. Doch dürfen die Isohypsen in ihrer Darstellung auf Tafel III nur qualitative Bedeutung beanspruchen, denn es lässt sich nicht ohne Untersuchung des anschliessenden, nördlichen Gebietes entscheiden, ob die Absenkung im abgebogenen Mulden-N-Schenkel ausschliesslich an einer schwach ausgeprägten Verbiegung stattfindet, wie in Tafel III dargestellt, oder ob sich zusätzlich eine Verwerfungslinie einschiebt. Im letzteren Falle wäre durch Neukartierung der Gegend von Cœuve zu untersuchen, ob und wie weit der Staffelbruch des Cœuvatte-Tales (HUMMEL 1914) gegen S vordringt (Fig. 10, S. 43). Für flexurartiges Abtauchen gegen E und SE spricht die Neigung des Kimmeridgien in einem aufgelassenen Steinbruch an der Strasse Porrentruy–Cœuve nahe dem Blattrande (Koord. 573,96/253,87). Gegen eine reine Flexur und für die Absenkung an einer Störungslinie sprechen die unregelmässigen Schichtneigungen bei Les Gabes (N-Rand Tafel I). Jedenfalls liegen die Kalke des mittleren Séquanien im oberen Ende der Troisième Combe (NE Pont d'Able) erheblich höher als im Cœuvatte-Tal NW Le Seu.

Das ganze Gebiet E der Strasse Porrentruy–Cœuve und N der Strasse Porrentruy–Alle, welches zum tektonisch tieferen Teil des Mulden-N-Schenkels gehört, zeigt ziemlich ungünstige Aufschlussverhältnisse. Gesichert sind die nachfolgenden Beobachtungen; dagegen haftet ihrer Interpretation auf der Strukturkarte (Tafel III) hypothetischer Charakter an.

Im Bereiche der Combe Vaumacon senkt die Verwerfung B 14, die dem Verlaufe des Trockentales folgt, die E anschliessende Malmplatte um den Betrag von ca. 10 m ab, wodurch die Muldensohle an dieser Stelle noch etwas vertieft wird. Im einzelnen beobachtet man, dass an der W-Flanke der Combe sich die Pterocera- und Virgula-Mergel hinziehen, während an der E-Flanke auf gleicher Höhe die Kalke aus dem jeweils Hangenden der Mergel anstehen. Und am S-Ende des Trockentales, 30 m W P. 439 liegen die Kalke des unteren Portlandien etwas zu tief gegenüber den Virgula-Mergeln im W (Tafel I). W der Verwerfung B 14 sind an der Strasse die Kalke des oberen Kimmeridgien aufgeschlossen und zeigen flache Verbiegungen, die auffallenderweise in N–S Richtung streichen, in der Weise, dass bei Sur Roche de Mars, P. 440, eine flache Aufwölbung sichtbar wird. Die Schichten besitzen hier nur 2–3° Neigung, doch wächst ihr Gefälle gegen E, gegen die Verwerfung B 14 hin auf 8°. Aus der Lage der Mergelhorizonte ergibt sich, dass das Abtauchen in Richtung auf den Bruch sich weiter gegen N fortsetzt. Die übrigen, querstreichenden Verbiegungen lassen sich mangels Aufschlüssen nicht nach N verfolgen. Da sie sich auch in der Banné-Anti-

klinale nicht mehr bemerkbar machen, hegen wir die Vermutung, dass eine hypothetische, E–W verlaufende Verwerfung die Strukturen im Tal der Allaine gegen S begrenzt.

Leider bleiben wir über die tektonische Bedeutung dieser kleinen « Querfalten » vorläufig im Dunkeln, wenigstens solange es nicht gelingt, Verbiegungen dieser Art weiter im N, im Tertiärgebiet von Cœuve zu fassen.

Im E des Bruches B 14 herrscht E–W Streichen des 5–8° S-fallenden Mulden-N-Schenkels. Die Synklinale von Porrentruy selbst steigt gegen Alle leicht an, so dass die Virgula-Mergel bei diesem Dorfe am N-Abhang des Tales anstehend zu finden sind.

### 3. Die Banné-Antiklinale

#### a) Einleitung

Die ca. 6 km lange Banné-Antiklinale verkörpert das wichtigste Gewölbeelement des Untersuchungsgebietes und bleibt ganz auf dasselbe beschränkt.

Nachdem ROLLIER (1898, S. 162) das Gewölbe kurz erwähnte, kam HUMMEL (1914) zum Schluss, dass es durch allmähliches Zunehmen der Faltung aus der Malmpalte von Monin hervorgehe. ERZINGER (1943) dagegen glaubt, das Gewölbe spalte sich W Bressaucourt aus der Mont-Terri-Kette ab. Die geologische Neukartierung ergab nun, dass sich der Bau der Antiklinale an den rheintalischen Querverwerfungen sprunghaft ändern kann, ganz in der nämlichen Art, wie dies bei der Mont-Terri-Kette im grossen Stil der Fall ist.

So wissen wir nun, dass die Banné-Antiklinale nördlich Bressaucourt an den Brüchen B 17 und B 18 aussetzt und sich nicht in die Kette hinein fortsetzt. Bei der genannten Ortschaft verstärkt die streichende Störung von Creux Genat («A» auf Tafel I–III) als Aufschiebungsfläche den N-Schenkel der weitgespannten Aufwölbung. Östlich B 16a verschmälert sich das hier symmetrisch gebaute Gewölbe, und östlich B 16 tritt dann ein flacher N-Schenkel in Gegensatz zum steileren S-Schenkel auf. Nur beidseitig von B 15 – nördlich von Fontenais – herrscht leichte Kofferung. Bei Voyebœuf, E Porrentruy, wo das Gewölbe kulminiert, steht wiederum eine verstellte Malmpalte im N dem weit stärker verbogenen S-Schenkel gegenüber.

Gegen E taucht dann die Aufwölbung rasch ab, wobei sie sich östlich der Bahnlinie bei Courgenay nicht mehr ausprägt (vgl. Profile 6–1, Tafel II).

Für die Detailbeschreibung erweist es sich als praktisch, die Banné-Antiklinale in drei Abschnitte aufzuteilen:

1. Der W-Abschnitt zwischen B 17 und B 16a;
2. der mittlere Abschnitt zwischen B 16a und B 15;
3. der E-Abschnitt östlich B 15.

Wie man der Strukturkarte (Tafel III) entnimmt, tritt W B 17 eine kleine Falte als westlichste Fortsetzung auf. Sie wird im Kapitel über die Malmpalte von Monin besprochen.

Im übrigen halten wir uns in den nachfolgenden Erörterungen an die Quertäler mit guten Aufschlüssen und verzichten auf eine durchgehende Behandlung des einen oder anderen Gewölbeschenkels, da ja zwischen den Klusen zum Teil nur sporadische Beobachtungen möglich sind.

#### b) Der Abschnitt zwischen B 17 und B 16a

Dieser westlichste Teil der Banné-Antiklinale wird auf drei Seiten durch Verwerfungen begrenzt: Im W bildet B 17 den Abschluss gegen die Malmpalte von Monin, im N akzentuiert die Verwerfung von Creux Genat den N-Schenkel, und im E ist B 16a als markante tektonische Trennungslinie vorhanden.

Der N-Schenkel mit der erwähnten streichenden Verwerfung wird unten S. 53 nochmals gesondert behandelt.

Die Scheitelregion ist ein flach gespannter Bogen von erheblicher Breite (Profile 14 und 15).

Wie man an den Schichtneigungen im Kimmeridgien bei Bressaucourt ablesen kann, nimmt der S-Schenkel den ganzen Raum N und S des Dorfes ein. Er setzt sich gleichmässig mit höchstens 14° Neigung

unter das Tertiär fort, das bei Côte de Chété durch den N-Schenkel der Mont-Terri-Kette überfahren worden ist. Den Profilen 13 und 14, gezeichnet nach DIEBOLD, entnehmen wir, dass der Banné-S-Schenkel sich erst unter dieser Bedeckung durch junge Schichten verflacht und, an der Überschiebungsfläche aufbiegend, eine kleine Mulde bildet. Da nun die Pterocera-Mergel bei Bressaucourt nirgends zutage treten, bleibt die tektonische Höhenlage des S-Schenkels etwas unsicher. Feststehend ist jedenfalls, dass das Oligozän dem oberen Kimmeridgien aufruht.

In diesem Abschnitt ist das Gewölbe sehr stark herausgehoben, wofür die Natica-Mergel Zeugnis ablegen, die bei Echaux (N Bressaucourt) auf weiter Fläche zutage treten. Zwar lassen sie sich nicht im Aufschluss anschlagen, doch erkennt man ihr Vorhandensein an der Ausräumungszone, die in den weichen Schichten angelegt ist, sowie an den fast schuttfreien Äckern. Eine Steilkante, aufgebaut durch die kalkigen Schichten des mittleren Séquanien, umschliesst im W und S das Vorkommen der Mergel in morphologisch augenfälliger Weise. Bei P. 560 schliesst sich das axial nach Westen abtauchende Gewölbe im mittleren und oberen Séquanien. Dank der geringen Schuttbedeckung N und W Bressaucourt sind die Lagerungsverhältnisse des Kalkmantels gut sichtbar. Aus den Streichrichtungen ergibt sich unmittelbar das erwähnte Axialgefälle. Allerdings hält es schwer, zahlenmässige Angaben zu machen, da einige unregelmässige Streichrichtungen, wie z. B. bei P. 560, auftreten. Gegen die Verwerfung von Creux Genat hin kann man z. T. auch wieder südliches Fallen beobachten, siehe unten S. 54).

### c) Der Abschnitt zwischen B 16a und B 15

Im E-Flügel von B 16a herrschen erheblich andere Verhältnisse als im oben besprochenen Abschnitt (Profile 13 und 14). Mit einem Schlage entwickelt sich östlich P. 501 ein normaler N-Schenkel mit einer maximalen Neigung von 30°. Die Pterocera-Mergel, die E P. 501 als kleine Terrasse bis zum Einschnitt W Bois Carré zu verfolgen sind, erlauben die Gliederung des Kimmeridgien im N-Schenkel ohne Schwierigkeiten. Der Gewölbescheitel wird auf mehreren hundert Metern Breite durch flach gelagertes Séquanien resp. Unterkimmeridgien gebildet. Über den S-Schenkel wissen wir weniger gut Bescheid: es fehlt an ausreichenden Aufschlüssen. Die wenigen, rein oberflächlich W Les Fontenattes möglichen Messungen von Schichtneigungen lassen auf einen S-Schenkel von 20°, höchstens 30° Einfallen schliessen. Wir haben somit im E von B 16a ein mehr oder minder symmetrisches Gewölbe mit breitem, flachem Scheitel vor uns.

Diese Ausbildung des Gewölbes hält an bis B 16; bis B 15 ändert sich der Baustil wiederum. Im E von B 16 herrscht nun keine Symmetrie mehr. Zwischen den Verwerfungen B 16 und B 15a (Fig. 11) ist der N-Schenkel als eine gleichförmige 8–10° einfallende Kalkplatte entwickelt. Dieses verhältnismässig flache Einfallen bewirkt das morphologische Vorspringen nach N der Kimmeridgien-Masse von Bois Carré. Der S-Schenkel ist von Tertiär bedeckt. Wir können lediglich annehmen, dass ihm bedeutend grössere Neigung zukommen muss, wenn die normale Gewölbebreite beibehalten wird (Tafel II, Profil 12). Als Hinweis darauf, dass das Gewölbe den gezeichneten Verlauf hat, dient der steile S-Schenkel beim Hofe Mavalau (Fig. 11), allerdings getrennt durch die Verwerfung B 15a.

Im Quertal von Mavalau durchsetzt die rheintalische Störung B 15a das Banné-Gewölbe, ohne dass sich an ihr wesentliche Änderungen im Gewölbebau vollziehen. Immer noch tritt der N-Schenkel (im Bois de Mavalau) ganz in den Vordergrund, indem alle Aufschlüsse in der morphologisch ausgeprägten Gewölbebreite N-Fallen zeigen (Fig. 11). Wie wir an der Strasse N Mavalau leicht feststellen können, sind dem N-Schenkel Unregelmässigkeiten überprägt. Im Detail wechseln dort die Schichtneigungen zwischen 8 und 25°. In einem künstlichen Anriss an der Strasse 250 m S P. 460 erreicht der Malm seine grösste Neigung. Mit dieser lokalen Aufbiegung ist eine schwach S-fallende Scherfläche verknüpft, die gegen oben bald verheilt. Wenig S davon erweist sich der Malmkalk als stark zerrüttet, doch ergibt sich kein weiterer Anhaltspunkt zur Interpretation der tektonischen Breccie.

Unmittelbar S Bois de Mavalau, wo der S-Schenkel zu suchen wäre, sind die Gehänge mit Schutt überdeckt, und in der Sohle des anschliessenden Trockentales verhüllt eine Lehmdecke das Anstehende (Fig. 11). Erst im W des Hofes Mavalau treten steil (55–60°) S-fallende Kalke zutage. Den Aufschlüssen an der Strasse SE Mavalau entnimmt man, dass sich die Schichten sofort wieder flach legen. Diese Beobachtungen sind zur Konstruktion von Profil 11a durch die verschüttete Region E Mavalau verwendet



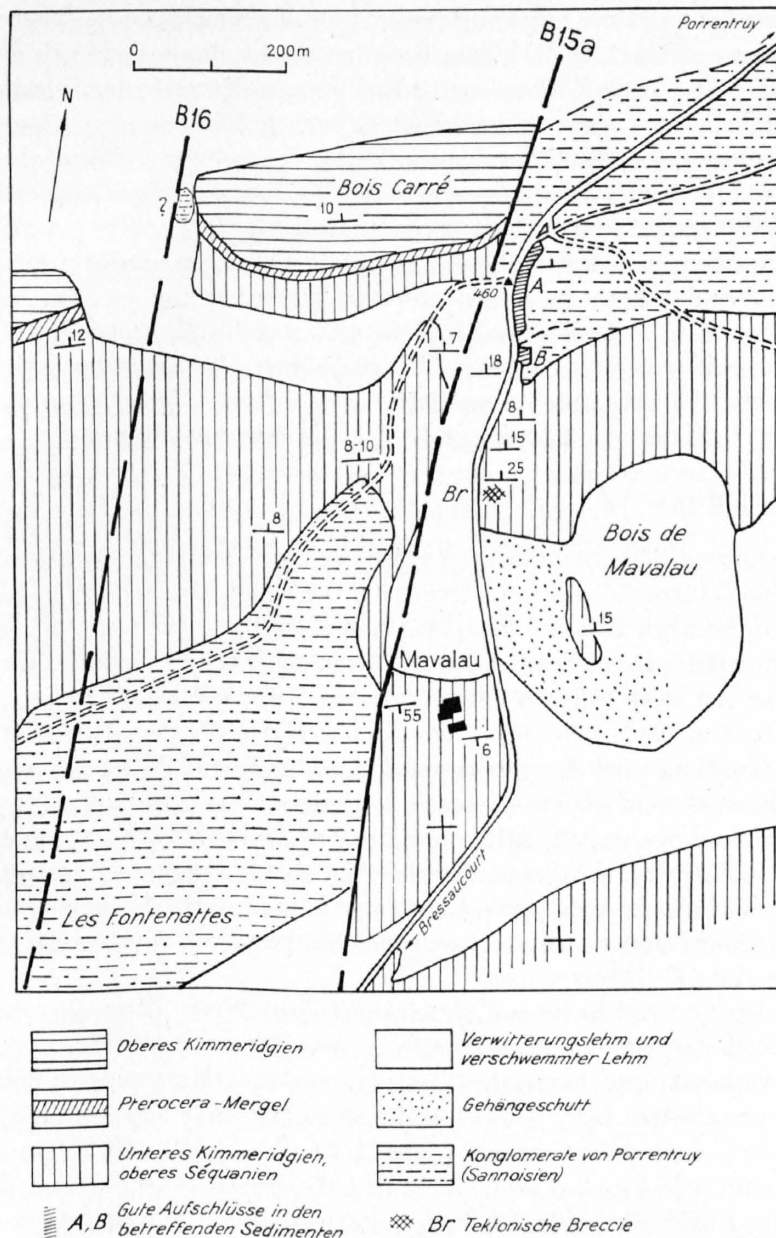


Fig. 11. Geologische Kartenskizze der Gegend von Mavalau, 1:10 000

worden. Dabei erweist sich die Annahme eines äusserst steilen,  $55^\circ$  möglicherweise noch überschreitenden S-Schenkels als notwendig, es sei denn, die Absenkung geschehe an einer streichenden Verwerfung. Hierfür aber lassen sich im Felde keinerlei Anhaltspunkte auffinden.

Im E, in der S-N durchtaltten Zone von Les Rochattes-l'Oiselier, wird der ausgesprochen asymmetrische Gewölbebau wiederum verlassen. Weite Flächen des N-Schenkels liegen unter den oligozänen Sedimenten begraben; immerhin wissen wir auf Grund des von ROLLIER (1910) gezeichneten Profils (Fig. 4, S. 21), dass Kimmeridgien mit  $25^\circ$  nach N einsteicht und die Pterocera-Mergel, anstehend in einem Sondierschacht, wenige Meter unter der Kote ca. 450 m liegen dürften. An diesen tiefliegenden N-Schenkel-Abchnitt schliesst sich ein höherer, flacherer Teil an (Profile 9 und 10). Über die Beschaffenheit der Scheitelregion wissen wir nichts, weil die Verlehmung S l'Oiselier grosse Ausdehnung erreicht. Daher sind in den Profilen 9 und 10 Fragezeichen eingefügt worden. Erst bei Les Rochattes (Profil 9) ist ein S-Schenkel nachweisbar, der etwas steiler einfallen dürfte als sein nördliches Gegenstück.



Im Gebiet von Le Banné ist die Scheitelregion schlecht aufgeschlossen; sie liegt vermutlich subhorizontal (Profil 7). Dagegen gewährt die W-Flanke der Klus von La Rasse-Fontenais vorzüglichen Einblick in den Bau des Gewölbes. Dank dem Vorhandensein der Pterocera-Mergel in den Schenkeln und der weissen Bank «A» des oberen Séquanien in der weitgespannten, flachen Scheitelregion, wissen wir Bescheid über die tektonische Höhenlage des Gewölbeabschnittes <sup>1)</sup>. Der N- und der S-Schenkel, die beide 30° nicht überschreiten, begrenzen den subhorizontalen zentralen Teil. Somit ist das Gewölbe hier fast ganz symmetrisch. HUMMEL (1914) spricht sogar von beginnender Kofferung.

Beide Schenkel unterscheiden sich in diesem Abschnitt durch ihre vertikale Ausdehnung. Unmittelbar S Porrentruy tauchen die Pterocera-Mergel unter den Talboden und erreichen etwa die Kote 420 m (Tafel III); bei Fontenais unterschreiten sie die Höhe 460 m nicht. Es liegt also das Gebiet südlich der Banné-Antiklinale – und zwar in ihrer ganzen E-W Erstreckung – höher als das entsprechende nördliche. Wenn nun die Faltungsverkürzung durch Ausglätten der Schichten aufgehoben werden könnte, so bliebe immer noch eine nach N absteigende Flexur mit 40 m Höhendifferenz übrig.

#### d) Der Abschnitt östlich B 15

Östlich der Querstörung B 15 setzt ein axialer Anstieg des Gewölbes in die tektonische Kulmination bei La Perche ein, die auch topographisch gut hervortritt. Der symmetrische Gewölbebau mit Ansätzen zur Kofferung, welchen wir westlich B 15 kennengelernt haben, besteht noch unmittelbar auf der E-Seite der Verwerfung. Kleine Unterschiede machen sich jedoch in den Schenkeln bemerkbar, soweit sich dies auf der relativ aufschlussarmen östlichen Talseite feststellen lässt. Vom N-Schenkel ist nur beim Hofe von La Vauche stark angewittertes, 40° N-fallendes oberes Kimmeridgien sichtbar. Bereits etwa 300 m weiter S liegen die Kalke des Antiklinalscheitels subhorizontal (das kleine Seitentälchen von La Vauche dürfte in den leicht auswaschbaren Pterocera-Mergeln angelegt worden sein). Etwa mit gleicher Neigung (35–45°) tauchen die Kalkbänke des S-Schenkels, sichtbar an den Felsrippen N Fontenais, in die Tiefe. Hier misst man Streichrichtungen, die lokal leicht in nördlicher Richtung abgelenkt sind (Tafeln I und III).

Über den Abschnitt E der besprochenen Verhältnisse von La Rasse bis zum Quertal von Vovebœuf vermögen wir mangels Aufschlüssen nichts auszusagen. Doch muss, wie noch gezeigt wird, ein axialer Anstieg nach E bestehen, der 6–7° betragen mag.

E La Perche, in der Klus von Vovebœuf, durch welche die Strasse Porrentruy-Courgenay führt, hat die Erosion einen vorzüglichen Querschnitt geschaffen, dessen Besprechung wir uns jetzt zuwenden wollen.

Der N-Schenkel wird aufgebaut durch eine Oberséquanien-Unterkimmeridgien-Serie, die sich mit Hilfe der Pterocera-Mergel gut gliedern lässt. Auf der W-Flanke der Klus bilden die Kalke einen völlig gleichmässigen 15° N fallenden, brettartigen Schenkel (Tafel II, Profil 5, und Fig. 13, S. 66). Ähnliches Verhalten zeigt der N-Schenkel auf der E-Talseite (Profil 4), wo aber die Malmkalke um 2–4° steiler aufgerichtet sind und im einzelnen geringfügige Unregelmässigkeiten aufweisen. Der S-Schenkel erreicht Fallwerte von 30–40°. Er verhält sich nicht als starre Platte, wie sein nördliches Gegenstück, sondern ist kleinen Verbiegungen unterworfen. In den Steinbrüchen an der Strasse Porrentruy-Courgenay, unweit P. 450, beobachtet man das Ausflachen des S-Schenkels.

An der W-Flanke der Klus sind recht gute Aufschlüsse im Kern und vor allem in der Umbiegungszone vorhanden; daher verwenden wir einige Zeilen auf deren Beschreibung.

Den Antiklinalkern bilden die Mergel des unteren Séquanien, die, wie sich aus Rutschungen ableiten lässt, jedenfalls bis 485 m hinaufreichen, während sie im W, bei La Rasse, unter dem Talboden bleiben, also unterhalb 430–440 m. Aus der Höhendifferenz der Mergeloberkanten in den beiden Quertälern ergibt sich der erwähnte axiale Anstieg in die Kulmination bei La Perche. Da nun S Vovebœuf die Plattigen Kalke im Bache auf Kote 430 m offenbar noch nicht angeschnitten worden sind, nehmen wir für die etwas grössere Mächtigkeit der Natica-Mergel tektonische Anreicherung an (siehe Fig. 13, S. 66). Es ist daher zu vermuten, dass der Séquanien-Kimmeridgien-Mantel gegenüber dem Rauracienkern disharmonisch verfaltet worden ist, wenn auch in geringerem Grade.

<sup>1)</sup> Eine widerstandsfähige Kalkbank, welche die mürbe Schicht «A» überlagert, markiert von La Rasse bis fast nach Fontenais den Schichtverlauf im Gelände.

Im Dache der Mergel dient eine Kalkbank (Mumienbank?, siehe S. 7) als Leitschicht. Sie lässt sich von S her in den Antiklinalkern hinein verfolgen, wo sie auf Höhe 485 m in schwebende Lagerung übergeht und unvermittelt aussetzt. Die Fortsetzung findet sich etwa 8 m höher und gehört der Neigung nach bereits zum brettartig geneigten N-Schenkel. Die Umbiegung in der Scheitelregion, welche durch die Kalke des oberen Séquanien gebildet wird, verläuft ebenfalls völlig unstetig.

N- und S-Schenkel sind nur durch ein schmales, wenige Meter messendes Schuttband voneinander getrennt. In seinem höchsten Teile zeigt hier der S-Schenkel eine flach verlaufende Scherkluft und eine kleine Verbiegung, die auf lokale Pressung zurückzuführen sind. Wir haben also eine knickartige Umbiegung oder, was wahrscheinlicher erscheint, eine kleine Scheitelverwerfung vor uns, die, nach N einstechend (Fig. 13), die kalkigen Schichten im Hangenden der Mergel des unteren Séquanien durchsetzt.

An der E-Seite der Klus sind die Aufschlüsse weniger günstig. Man erkennt den kontinuierlichen Übergang des N-Schenkels in den Gewölbescheitel, welcher E-gerichtetes axiales Abtauchen der Antiklinale ablesen lässt. In welcher Weise sich der S-Schenkel anschliesst, ist nicht sichtbar.

E der Klus von Voyebœuf fehlen Aufschlüsse fast ganz, weshalb Profile 1–3 und Tafel III ein hohes Mass an Extrapolation von W aus nach E enthalten. Immerhin wissen wir, dass das Gewölbe axial gegen E abfällt, weil bei P. 516 die Antiklinale sich im oberen Kimmeridgien schliesst. Das periklinale Abtauchen macht sich auch in einer kleinen Steingrube W P. 468 durch sehr flaches Einfallen des Kimmeridgien-Kalkes gegen NE bemerkbar. Etwas SE davon, im Bahneinschnitt N Courgenay, zeigt das Kimmeridgien nur noch schwache Wellung bei sehr flacher Lagerung.

#### e) Schlussbemerkung

Was den Tiefgang der Banné-Antiklinale anbelangt, tappen wir ganz im Dunkeln. Die analoge Frage wurde bereits oben, im Anschluss an die Beschreibung des Pont-d'Able-Gewölbes aufgeworfen. Wir haben an jener Stelle diskutiert, ob der Malm infolge von Ausgleichsbewegungen disharmonisch gegenüber einem unbeeinflussten Dogger verfaltet ist, oder ob die beobachteten Deformationen an einer tiefer greifenden Aufschiebungsfläche entstanden sind. Im Falle des Banné-Gewölbes können als Untergrenze der verbogenen Schichtreihe nicht nur die Oxfordien-Mergel, sondern auch die Opalinus-Mergel des Lias in Frage kommen.

Da nun aber im W eine streichende Verwerfung den N-Schenkel als Absenkungslinie kennzeichnet, und im E immer noch eine nach N abfallende Flexur zurückbleibt, wenn man sich das Gewölbe ausgeglättet denkt, neigen wir zur Auffassung, dass wenigstens die ganze mesozoische Serie an der tektonischen Bewegung teilgenommen hat. In welcher Weise diese letztere in der Tiefe erfolgt ist, vermögen wir jedoch mit einer Oberflächenkartierung nicht zu entscheiden.

Wir vermuten, dass Faltung und erste Bruchbildung gleichzeitig erfolgt sind. Im stratigraphischen Teil konnte gezeigt werden, dass eine erste Auffaltung in der Zeit vor der Ablagerung des Sannoisien erfolgt ist. Somit dürfte auch noch der Bruch zu den alttertiär angelegten Strukturen gehören.

### 4. Das Bruchbündel von Creux Genat

Von den rheintalischen Verwerfungen, welche die Ajoie und den N-Schenkel der Mont-Terri-Kette durchsetzen, unterscheidet sich das Bruchbündel von Creux Genat der Richtung nach wesentlich. Sein Streichen, N 65° E, steht in enger Verbindung mit demjenigen der Banné-Antiklinale, deren N-Schenkel die Verwerfung von Creux Genat (A) nördlich Bressaucourt verstärkt <sup>1)</sup>. Wir haben oben, bei der Besprechung des Banné-Gewölbes, darauf hingewiesen, dass das ihr N vorgelagerte Gebiet tiefer liege als dasjenige im S. Die gleiche Auswirkung zeigt die Verwerfung von Creux Genat, ohne dass sie aber westlich B 17 mit einer Antiklinale verknüpft bleibt. Mit anderen Worten, die Malmtafel von Monin ist (um max. 80–90 m) gegenüber der Mulde von Porrentruy herausgehoben.

<sup>1)</sup> HUMMEL (1914) beschreibt den Bruch A, die Verwerfung von Creux Genat, im Zusammenhang mit der Banné-Antiklinale und erkennt einige seiner wesentlichen Züge.

Zwischen den drei Verwerfungen A, B, C (siehe Tafel I) liegen zwei grabenartig abgesunkene Schichtkompartimente.

Es folgt eine Beschreibung im Einzelnen

#### a) Die Verwerfung von Creux Genat (A) bei Bois de Montaigne

Die Verwerfung von Creux Genat begrenzt die weitgespannte, aus Séquanien aufgebaute Scheitelregion der Banné-Antiklinale gegen den stark verschütteten Steilhang des Tales von Creux Genat. Im W vom rheintalischen Bruch B 16a bei P. 501 setzt die Verwerfung A ein und kann daselbst nachgewiesen werden. Bei Echaux sind nämlich die Natica-Mergel um schätzungsweise 30–50 m gehoben gegenüber den 35° N fallenden Kimmeridgien-Kalken am Abhang. Etwas weiter W, bei einer Quelfassung, tritt die Verwerfung A erneut sehr deutlich in Erscheinung. In einer kleinen Grube auf Kote 525 m (Koord. 569,50/249,12) stehen Kalke des oberen Kimmeridgien an. Wegen ihrer intensiven Zerklüftung kann die Neigung der Schichten aber nicht bestimmt werden. Unmittelbar S des Aufschlusses bilden die Oberséquanienkalke eine mehrere Meter hohe Wand, an welcher die Bänke auf einer ca. 200 m langen Strecke mit maximal 13° nach SE einfallen. Zwischen das obere Séquanien und das obere Kimmeridgien ist die Verwerfung A zu legen, deren Sprunghöhe 50–80 m beträgt. N der Verwerfung zeigen die Schichten, wie E Bois de Montaigne und in einem kleinen Aufschlusse 300 m E P. 457 am Fusse des Abhanges bestimmt werden kann, 35° N-Fallen. Wir haben hier also einen N-Schenkel der Banné-Antiklinale vor uns, der durch einen streichenden Bruch noch besonders betont wird (siehe Profile 14 und 15).

Die vorliegenden Beobachtungen deuten wir nun in folgender Weise: In einem abschliessenden Abschnitt über die Banné-Antiklinale wurde (S. 53) die Gleichaltrigkeit der Anlage von Gewölbe und Verwerfung von Creux Genat (A) wahrscheinlich gemacht. Die erste Bewegungsphase von A fällt also ins Alttertiär. Wir nehmen nun an, dass anlässlich der postpontischen Wiederbelebung der Faltungsvorgänge der Banné-N-Schenkel aufgerichtet und mit ihm die Verwerfung A verstellt worden ist, so dass sie jetzt mit 60–70° nach S einfällt. Zugleich wurden die scheitelnahen Teile der Antiklinale gegen oben und N vorgepresst, wobei durch den Aufschiebungsvorgang das über oberes Kimmeridgien vordringende Séquanien S-gerichtete Neigung annehmen konnte.

In der Fortsetzung gegen W streicht die Verwerfung (A) in das Weideland von Sous les Champs Morlat, wo oberes Kimmeridgien am Bruch mit unterem in Berührung kommt. Hier ist zwar der N-Flügel an der Verwerfung aufgeschleppt, aber von einer Aufpressung wie im E kann nichts mehr beobachtet werden, um so weniger als W der rheintalischen Störung B 17 keine Banné-Antiklinale mehr existiert.

#### b) Die Verwerfungen A, B, C im Gebiet der Combe de Varu und Combe Vaillay

Bei P. 525 (Tafel I und Fig. 12, S. 56) tritt die Verwerfung von Creux Genat (A) in die Combe Vaillay ein. Auf ihrem N-Flügel setzen die Pterocera-Mergel ein, welche, an einem Terrässchen kenntlich, vom oberen Talhang bis zum Talboden zu verfolgen sind. N Devant Monin verrät einzig im Schutt der Übergang von oberem zu unterem Kimmeridgien das Vorhandensein von A. Im nächsten Tale, in der Combe de Varu, durchsetzt A deren W-Flanke in einer kleinen verlehnten Runse. Es kommen hier Virgula-Mergel im N neben unteres Kimmeridgien im S zu liegen.

Die Verwerfung B lässt sich etwas weniger gut fassen, da sie oberflächlich fast nur im oberen Kimmeridgien verläuft. NE P. 525, in der NE-Ecke der Fig. 12, findet sich am Weg eine tektonische Breccie als östlichste nachweisbare Auswirkung von B. In der Combe Vaillay fallen die Schichten des oberen Kimmeridgien bei P. 516 beidseitig gegen die Verwerfung B ein. Dass hier wirklich eine Störung und keine spitze Synklinale vorliegt, ist offensichtlich, denn die Pterocera-Mergel tauchen N der Störung B nicht wieder über den Talboden empor, wie dies im Falle einer Mulde eintreten müsste.

Zwischen den beiden Comben kann B nicht nachgewiesen werden, sondern erst wieder am W-Abhang der Combe de Varu, wo am Bruch Virgula-Mergel und oberes Kimmeridgien aneinander stossen. Das letztere ist wenig W davon z. T. als tektonische Breccie anstehend.

Im Gebiet der Combe de Varu ändert interessanterweise der Sinn der Verwerfung B (Profile 18 und 19), zugleich senkt sich, vermutlich an B 19, der Graben zwischen A und B gegen Westen zu.



Die Verwerfung C bewirkt an den W-Flanken der beiden Täler das Aussetzen der Pterocera-Mergel, die mit wenigen Graden Neigung von N her gegen den Bruch ansteigen. In der Combe de Vaillay herrscht zudem im S plötzlich starkes S-Fallen (20°) des oberen Kimmeridgien.

Aus dem Verlaufe der Pterocera-Mergel haben wir auf Tafel III die Lagerungsverhältnisse im Graben zwischen B und C zu konstruieren versucht, und dabei angenommen, dass B 19 sich in der angegebenen Weise auswirke, d. h. gegen N in eine kleine Flexur übergehe. Dafür sprechen die WNW fallenden Kalkplatten, welche in der Combe de Varu 300 m östlich P. 546 anzutreffen sind. (Fig. 12, S. 56).

Es erweist sich im Gelände als unmöglich, das Einfallen der besprochenen Verwerfungen direkt zu bestimmen. Die Darstellung auf den Profilen 18 und 19 wird unten in einem letzten Abschnitt begründet.

Was die Sprunghöhen anbelangt, so wissen wir, dass A wenigstens 50 m erreicht, B etwas weniger und C nur ca. 15–25 m.

### c) Die Verwerfungen A und B ESE von Chevenez

Im SE von Chevenez beim Wasserreservoir (siehe Fig. 12, S. 56) liegen die Virgula-Mergel N der Verwerfung von Creux Genat (A) sogar noch etwas tiefer als die Pterocera-Mergel, die südlich derselben bei der Deponie des Steinbruches auftreten. Somit erreicht der Absenkungsbetrag von A hier 70–80 m. Im Tale S Chevenez ist der Bruch A dadurch deutlich erkennbar, dass oberes Kimmeridgien im N-Flügel neben unteres im S-Flügel zu liegen kommt. An der W-Flanke des Tales streicht A in einen kleinen verlehnten Einschnitt hinein und kann gegen W bei Le Chimpas stratigraphisch nicht mehr nachgewiesen werden. Jedenfalls beträgt hier die Versetzung der Schichten weniger als die 70 m messende Mächtigkeit des oberen Kimmeridgien, da ein Teil der Absenkung durch das N-Fallen im Graben übernommen wird <sup>1)</sup>. S der Verwerfung A fallen die Schichten entgegengesetzt, so dass eine dachförmige Antiklinalstruktur mit einem Bruch im Scheitel entsteht (Profil 22).

Die Verwerfung B bedingt SE Chevenez bei Sur Vanez die Begrenzung der Virgula-Mergel, die gegenüber dem N-Vorland 50–60 m abgesunken sind.

Nahe den südöstlichsten Häusern der Ortschaft ist ein kleiner Steinbruch (Fig. 12, S. 56) in den weissen, mürben Kalken des unteren Portlandien angelegt worden, die auf gleicher Höhe wie die Virgula-Mergel im S liegen. Es ist anzunehmen, dass das Portlandien an einer kleinen, den Bruch B begleitenden Verwerfung eingebrochen ist. Leider können die Virgula-Mergel als schlüssiger Beweis im Liegenden nicht beobachtet werden.

N Le Chimpas, am Feldweg, stehen die Pterocera-Mergel auf Höhe 520 m an. Die wenige Meter mächtigen, kantenbildenden Kalke des oberen Kimmeridgien im Hangenden sind bei P. 528 durch den Bruch B abgeschnitten und stossen gegen S an Virgula-Mergel. Letztere unterlagern mit etwas unterem Portlandien das Weideland von Le Chimpas (Profile 21–22).

Wie die Erhaltung der Virgula-Mergel zeigt, erreicht die Absenkung des Grabens zwischen den Brüchen A und B SE Chevenez bei flacher Lagerung desselben ihren grössten Wert. Weiter im W, südlich Le Chimpas, ist dem N-fallenden Kimmeridgien des Grabens lokal eine Falte aufgeprägt (Profil 24), die durch Pressung beim oder nach dem Einsinken des Grabens entstanden sein kann.

Die Strukturkarte auf Tafel III zeigt einen kontinuierlichen Übergang von der horizontalen Lagerung S Sur Vanez zur geneigten bei Le Chimpas. Wir können aber in diesem Gebiet nicht ausschliessen, dass sich diese Änderung sprunghaft an einer Verwerfung vollzieht; die Annahme einer solchen kann jedoch durch andere Beobachtungen nicht gestützt werden.

### d) Schlussbemerkung

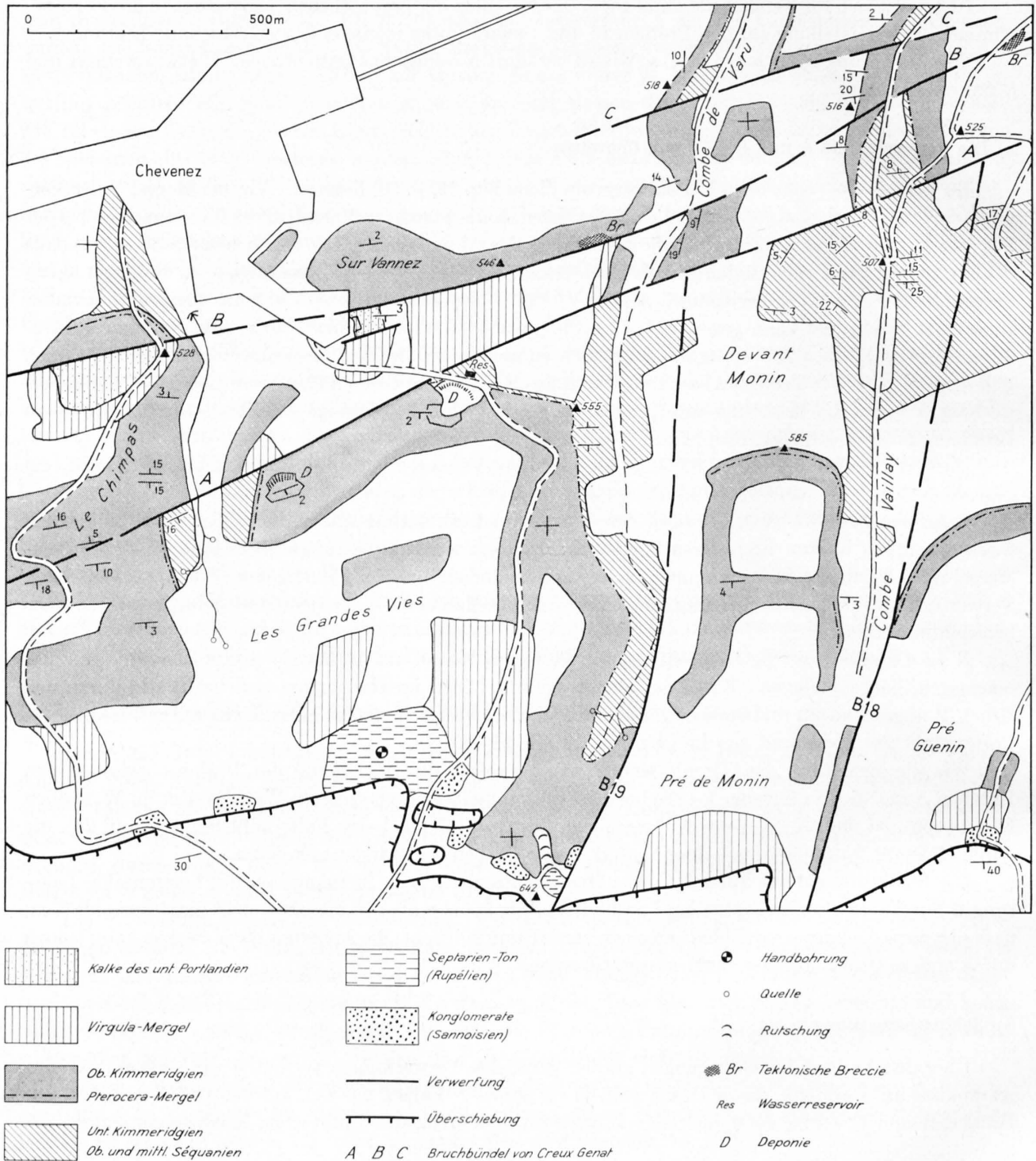
Über den Verlauf der Bewegungen an den parallelen Verwerfungen vermuten wir, dass primär eine Absenkung an A erfolgte, dieser Bruch zeigt ja ein steiles N-Fallen, das sich mit der Tiefe verringert. Die Brüche B und C wären dann sekundär aufgerissen, indem sie das Einbrechen keilförmiger Pakete am

<sup>1)</sup> HUMMEL (1914) sah sich dadurch veranlasst zu schreiben, dass die Verwerfung A hier von einer Flexur abgelöst werde.



tieferen N-Flügel von A ermöglichen. Eine schematische Darstellung solcher Vorgänge am Aussenrande des Jura im Gebiet von Besançon findet sich bei GOGUEL (1952, S. 150). Ähnliche tektonische Bilder, wie wir eines im vorliegenden Grabensystem kennengelernt haben, versucht GLANGEAUD (1949/50) in der nämlichen Gegend im Lichte neuerer tektonischer Anschauungen zu interpretieren.

Keilgräben parallel zu rheintalischen Verwerfungen sind im Basler Tafeljura keine Seltenheit. Dagegen kennen wir bis jetzt noch keine im Streichen jurassischer Antiklinalen, wie dies beim Banné-Gewölbe



der Fall ist. Die oben beschriebenen Gräben sind nur dann verständlich, wenn wir zur Zeit ihrer Bildung  $\pm$  senkrecht zum Streichen gerichtete Zerrung (WNW–ESE) annehmen. Mit diesen dehrenden Kräften im Widerstreit stehen diejenigen des Zusammenschubes, die in mehreren Phasen während dem Tertiär die Auffaltung des Jura und damit auch der Banné-Antiklinale bewirkten. Man wird dadurch gezwungen, den Zeitpunkt des Grabeneinbruches ins ältere Tertiär, vor die Periode mit wirksamem S–N gerichtetem Schub, zu legen. Diese zeitliche Fixierung erfährt dadurch eine Stütze, dass oben auf S. 53 die Anlage sowohl des Gewölbes als auch der Verwerfung von Creux Genat vor Ablagerung der Konglomerate im Sannoisien wahrscheinlich gemacht werden konnte. Hingegen kann das zeitliche Verhältnis von alttertiärer Aufwölbung der Banné-Antiklinale zum Einsinken der Gräben nicht stratigraphisch belegt werden. Nach unserer Ansicht führte das Einbrechen des Rheintalgrabens, welches im Eozän seinen Anfang nahm, an seinem südlichen Randgebiet zu einer flexurartigen Abbiegungszone, der die heutige Banné-Antiklinale folgt. Dass eine solche im Unteroligozän tatsächlich vorhanden war, zeigt die Auflagerungsfläche des Sannoisiens (vgl. Fig. 7 und S. 32). Im Streichen wird die Flexur dann von der Verwerfung von Creux Genat abgelöst, an der es lokal zu Zerrung gekommen wäre.

## 5. Die Malmtafel von Monin

Wir verstehen unter dieser Einheit den subhorizontalen Malm (Fig. 12), vorwiegend Kimmeridgien, der im N begrenzt wird durch die Verwerfung A von Creux Genat, im E durch B 17 und im S durch die Überschiebung des N-Schenkels der Mont-Terri-Kette. Diese Grenzlinien umschreiben ein dreieckförmiges Gebiet (Tafel I).

Obgleich das Tafelland unmittelbar N der Überschiebungslinie bereits durch DIEBOLD (1960) untersucht und unter anderem auf seiner Tafel I zur Darstellung gebracht worden ist, erwies es sich als notwendig, die Kartierung erneut gegen S bis an die überschobenen Teile des Mont-Terri-N-Schenkels auszudehnen. Dabei ergaben sich kleine Ergänzungen zu dem Bilde, welches vom genannten Autor entworfen worden war.

Drei N–S gerichtete Täler sind in die peneplainisierte Malmtafel eingeschnitten. Die zahlreichen Aufschlüsse an ihren Flanken und das häufige Auftreten der leitenden Pterocera- und Virgula-Mergel gestatten eine gute Abklärung der tektonischen Lagerungsverhältnisse.

An Strukturen sind zwei kleine Antiklinalen, worunter der westlichste Ausläufer des Banné-Gewölbes und zwei rheintalisch verlaufende Störungslinien B 18 und B 19, vorhanden.

Die beiden Störungen unterteilen die Tafel in drei Teilschollen, die stufenartig von W nach E ansteigen. Die an sich geringen Höhenunterschiede von je ca. 20 m können mit Hilfe der Pterocera-Mergel W der Combe de Varu, bei Devant Monin und Sous Pré Guenin genau bestimmt werden. Die westlichste Teilscholle liegt horizontal, ist aber im W an der Verwerfung von Creux Genat (A) randlich verbogen. Sie trägt in ziemlicher Ausdehnung Virgula-Gesteine und Oligozän, auf welches, wie bei Bressaucourt, der Mont-Terri-N-Schenkel überschoben worden ist. Am SW-Ende der Combe de Varu ruhen isolierte Reste von völlig zerrüttetem, überschobenem Malm klippenartig auf oligozäner Unterlage (Fig. 12). Der mittlere Abschnitt zwischen B 19 und B 18 trägt als jüngstes Sediment Virgula-Mergel, vermutlich aber kein Tertiär.

Die beiden östlichen Teilschollen zeigen ein regelmässiges S gerichtetes Gefälle von 3–4°. Anzeichen, die für das Aufbiegen der Malmtafel an der Überschiebungsfläche sprechen, sind nicht zu beobachten<sup>1)</sup>. Auf der östlichsten Teilscholle beschreibt P. DIEBOLD bei Pré Guenin Oligozän zwischen den Virgula-Mergeln und überschobenem Malm.

HUMMEL (1914, Tafel III) diskutiert die Existenz einer E–W gerichteten Verwerfung wenig N der Überschiebungslinie. Wie wir bereits im stratigraphischen Teil (S. 13) erwähnt haben, stützt er sich auf die fragliche Doppelung der Virgula-Mergel, die wir an obiger Stelle bereits von der Hand weisen mussten.

<sup>1)</sup> ROLLIER (1897, S. 1035) zeichnet durch das Gebiet von Pré Guenin ein Profil, das den heutigen Kenntnissen nicht mehr entspricht, weil er den in Wirklichkeit überkippten und überschobenen Mont-Terri-N-Schenkel als autochthon betrachtet.

a) **Die kleine Falte NE Devant Monin** (siehe Tafel I) streicht parallel zur Verwerfung von Creux Genat, entwickelt sich als westlichste Fortsetzung der Banné-Antiklinale W B 17 bei Sous les Champs Morlat und taucht W B 18 rasch ab. Die Faltungsweite überschreitet 200 m kaum. Das Folgende veranschaulichen Fig. 12, Profile 16–19 und Tafel III.

In der Combe Vaillay ist bei P. 507 ein vortrefflicher Querschnitt aufgeschlossen. Am Malmvorsprung zwischen Haupttal und einem gegen E ansteigenden Seitentälchen biegen die Kalke des oberen Séquanien, resp. unteren Kimmeridgien zu einer kleinen Falte auf, deren Schenkel lokal 25° Neigung erreichen. E des Fahrweges bei P. 507 lässt sich die Umbiegungsstelle direkt beobachten. An streichenden Klüften ändern dort die Schichtneigungen sprunghaft. Einen weiteren guten Einblick gewähren die Unterkimmeridgienkalke W P. 507 an der Oberkante des Talhanges. Nebst der Neigung der beiden Schenkel, die 15–22° beträgt, misst man das 6° betragende Axialgefälle gegen W. An der Lagerung von Kalkplatten, die bei Devant Monin aufgeschlossen sind, kann das Abtauchen ferner direkt beobachtet werden.

Eine weitere Aufwölbung, allerdings nur eine ganz flache, macht sich an der W-Flanke der Combe de Varu bemerkbar, indem die Pterocera-Mergel (an einem Weg, der in Fig. 12 nicht eingezeichnet ist) S P. 555 ein leichtes Aufbiegen erkennen lassen.

b) **Die Verwerfung B 18:** DIEBOLD (1960) erkannte, dass die rheintalische Störung B 18 in der Mont-Terri-Kette eine bedeutende tektonische Rolle spielt. Er vermutete, dass im vorgelagerten Tafelland B 18 am E-Rand der Combe de Vaillay verlaufe. Für ihre Existenz spricht die unterschiedliche Höhenlage der Pterocera-Mergel auf Pré Guenin und Devant Monin. Im übrigen lässt sich die Verwerfung in der Malmtafel von Monin mangels Aufschlüssen nicht fassen.

c) **Die Verwerfung B 19:** Ihr Vorhandensein ergibt sich aus der etwa 30 m tieferen Lage der Pterocera-Mergel bei Les Grandes Vies gegenüber Devant Monin. Ferner ist sowohl im Graben zwischen den Verwerfungen A und B des Bruchbündels von Creux Genat als auch im Südteil der Mulde von Porrentruy noch eine Absenkungslinie festzustellen. Ein weiterer Anhaltspunkt liegt in der oberen Combe de Varu 60 m NE P. 642, wo Septarienton ansteht, welcher sich in tektonischem Kontakt befindet mit dem oberen Malm von Pré de Monin und somit ca. 20 m abgesunken ist. Sollte hier aber nur ein oligozänes Erosionsrelief vorliegen, in welchem die Konglomerate W P. 642 eingelagert sind (vgl. oben S. 30 und DIEBOLD), so müsste man statt Septarienton eine geröll- und sandführende Randfazies erwarten. Diese ist aber nicht vorhanden. Der Charakter der Störungslinie B 19 ist aber nicht eindeutig klar, denn an den Abhängen der Combe de Varu fehlen Anzeichen von flexurartigem Abbiegen und Ruschelzonen. Auch können wir B 19 nicht mit einer Verwerfung in der Mont-Terri-Kette identifizieren, da die dortigen Aufnahmen einstweilen nicht weit genug nach W reichen. Es liegt aber nach den bisherigen Erfahrungen in diesem Raume nahe, B 19 als echte Verwerfung zu betrachten, die zum rheintalischen Bruchbündel gehört, welches das Tafelland und die Mont-Terri-Kette im Raume Bressaucourt–Chevenez–Rocourt durchsetzt (Fig. 10, S. 43).

## 6. Das Malmgebiet zwischen Banné-Antiklinale und Mont-Terri-Kette mit den Vorgewölben und der Überschiebungsmasse von Les Ecos

Soweit es das Verständnis des Mont-Terri-N-Schenkels erheischte, hat DIEBOLD seine Untersuchungen auf das Vorland ausgedehnt. Da wir auch den Abschnitt westlich B 17 oben auf S. 57 bereits behandelt haben, können wir uns, auf das östliche Gebiet beschränkend, kurz fassen.

Das Kimmeridgien (nur in den tiefsten Tälern ist Séquanien angeschnitten) fällt im vorliegenden Gebiet ohne nennenswerte Verbiegungen regelmässig nach N ein und biegt erst an der Banné-Antiklinale wieder auf. Dagegen erlaubt die markante vertikale Versetzung der Pterocera-Mergel die rheintalischen Querstörungen zu fassen (Tafel I). Bei Verdat sind die Aufschlüsse ungenügend und bei Bressaucourt wird der Malm noch von Oligozän überlagert, so dass die Strukturisohypsen auf Tafel III für diesen Abschnitt als wahrscheinlichste Deutung zu gelten haben.

Die Vaberbin-Antiklinale prägt sich an der scharfen Umbiegung nach N des Tälchens Ru Vaberbin sehr schön aus. Auf den verlehmtten Abhängen E Vaberbin entzieht sich das Gewölbe der Beobachtung.



Erst 1 km östlich Vaberbin verrät sich die Aufwölbung wieder mit 70° N bzw. 15° S Fallen des oberen Kimmeridgien, das in einem Trockentälchen ansteht.

Bei Vabenau in der SE Ecke unseres Blattes trennt gemäss der Darstellung von R. Tschopp (1960) der Querbruch B 12 das Malmgebiet mit den Vorfalten im W, von der überschobenen Masse von Les Ecos im E. Neue Geländebegehungen haben uns in der Zwischenzeit veranlasst, die Tschopp'sche Überschiebungsfäche, die auf Kote 560–570 m ausstreichen soll, in ein ca. 80 m höheres Niveau zu verlegen, so dass zwei Stockwerke, nämlich ein unteres mit Falten im oberen Malm und ein oberes als Überschiebungsmasse, unterschieden werden müssen.

Südlich Vabenau treten die Vorfalten I und II, ENE streichend, in unser Untersuchungsgebiet ein. Im Tale SE des gleichnamigen Hofes hat die Erosion einen guten Querschnitt durch die Falte I geschaffen. Am Strässchen, das dem W-Talhang folgt, zeigen die Kalke des oberen Kimmeridgien 10° N-Fallen. Die beiden Schenkel der Vorfalte erreichen Neigungen bis zu 40°; und im Scharnier selbst erfolgt die Umbiegung der Bänke des unteren Kimmeridgien völlig knickartig (siehe Tafel II, Profil 2). Im Talgrunde dagegen beansprucht die Scheitelumbiegung eine mehrere Meter breite Zone und verläuft gleichmässig. Die Kalke im Kern zeigen höhlenartige Verwitterungsformen. Diese sind vermutlich auf die stärkere tektonische Beanspruchung zurückzuführen. An der E-Talseite wird eine verbogene Kalkbank durch eine Scherfläche zerrissen, die mit der Schichtung einen spitzen Winkel einschliesst. Die beiden keilförmigen Enden sind in die Schichtfugen eingespiesst, so dass die Länge der betroffenen Bank reduziert wird. Offenbar leistet die Zerschierung und Ineinanderschachtelung der harten Kalke die gleiche notwendige Verkürzung, die in den grossen Jura-Antiklinalen im Kern den disharmonischen Bau mit Kleinfältelung bedingen kann.

Nach E fortschreitend beobachtet man das Aufbiegen der beiden Gewölbeschenkel zu 40–45°, sowie die Ausbisslinie der Pterocera-Mergel als Terrasse im Gelände mit Aufschlüssen auf den Höhen 600 und 610 m am Wege von Courgenay nach P. 679 S Les Ecos. An dieser Lokalität selbst verschwindet die Falte unter Lehm und Gehängeschutt. Doch spricht die hohe scheinbare Mächtigkeit ( $\pm 60$  m) des oberen Kimmeridgien am N-Abhang von Les Ecos für das Vorhandensein unserer Vorlandstruktur. Erst im Trockentälchen einige hundert Meter weiter östlich, können wir das stark wechselnde S-Fallen des oberen Kimmeridgien als durch die Falte I mit überkippten Schenkeln bedingt auffassen.

Südlich von I folgt Vorfalte II, die aber wegen ungünstigeren Aufschlüssen nicht in allen bei I beschriebenen Einzelheiten zugänglich ist und vor allem weiter östlich eher undurchsichtigen Charakter annimmt. Bei Vabenau zeigt sie Überkipfung und Zusammenpressung (Tafel II, Profil 2). Bei gleichbleibendem Streichen wäre die Fortsetzung dieser Zone beim Halbfenster SE Les Ecos zu suchen. Hier fällt eine Serie von Kimmeridgien bis 30° nach S ein, wobei zwischen den offenbar gedoppelten Pterocera-Mergeln eine Platte von unterem Kimmeridgien eingeschlossen wird, die wir als aufgepressten Kern der Falte II deuten können. Reichlich vorhandene Breccienbildungen zeugen von intensiver Zerschierung dieses Elementes unter der Überschiebungsmasse. Daher sind weitere, kleine Komplikationen nicht ausgeschlossen. Aber auch bei Vabenau wird der Gewölbebau durch das Auftreten von Druckklüftung, Scherflächen mit Mylonitbildung und Reibungsbreccien verschleiert, so z. B. im basalen oberen Kimmeridgien des S-Schenkels von Falte II am westlichen Talhang.

Für das Weiterziehen von Vorlandstrukturen bis ins Quertal S Courtemaury sprechen die dort sichtbaren Verbiegungen im autochthonen Malm (R. Tschopp, Tafel I). Allerdings lassen sich die Falten I und II nicht mehr unterscheiden. Jedenfalls liegen S des Tunnelportals folgende Verhältnisse vor: unten Molasse alsacienne, eine dünne Zone von Cerithienkalk resp. Gompholithe d'Ajoie und oben S-fallendes Kimmeridgien. Dies sind Anzeichen eines verkehrt liegenden, vermutlich zu Falte I gehörigen Schenkels<sup>1)</sup>.

Der Einfluss der Querstörung B 12 auf die beiden Gewölbe bleibt unklar. Fest steht nur, dass am Bruch der E-Flügel im Vorland abgesunken ist.

Den Tiefgang der Vorfalten diskutiert DIEBOLD sehr ausführlich, so dass wir darauf nicht mehr einzutreten brauchen.

Die Überschiebungsmasse von Les Ecos umfasst eine Schichtreihe vom Oxfordien bis zum unteren Kimmeridgien (Tafel I, Tafel II, Profil 1). Während die frontale Partie bei 40–45° SSE-Fallen stark über-

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu R. Tschopp (1960) Tunnelprofil und Bl. St. Ursanne des Geol. Atlas der Schweiz 1: 25 000.

kippt ist, steht das Rauracien wesentlich steiler (75°). Bei P. 679 nehmen wir in Anlehnung an R. Tschopp einen NW-SE verlaufenden Bruch an, weil im SW das Streichen leicht in W-E Richtung abgelenkt ist. Sehr gut kann der Überschiebungskontakt selbst SE Les Ecos, 200 m NE P. 637 nachgewiesen werden. Auf 30° S-fallendes oberes Kimmeridgien folgt oben, auf Kote 640 m, eine ca. 2 m dicke Breccienzone, die ihrerseits von steilstehendem, mittlerem Rauracien überlagert wird. Etwas weiter vorn, wenig tiefer, auf 620–630 m setzt die Rippe der Plattigen Kalke aus, was ein leichtes Abtauchen der Überschiebungsfläche nach N ergibt. Wegen Verlehmung unterbleibt ihre Festlegung im einzelnen bei Les Ecos selbst. Die nordwestliche Ausbisslinie der Überschiebung fasst R. Tschopp als Verwerfungslinie auf, deren Rolle bei der Überschiebung er diskutiert, und verbindet sie mit B 12 im Vorland.

Etwa 200 m SW P. 679 tritt, im Gelände als Rippe gekennzeichnet, Rauracien und im S davon Oxfordien auf. Weiter E, bei P. 637, lässt sich das am Weg anstehende mittlere Rauracien nicht mit dem Glypticien weiter hangaufwärts verbinden. Beide genannten Vorkommen interpretieren wir als überfahrenes und zurückgebliebenes Rauracien-Paket, das insbesondere östlich unseres Blattes, zwischen Kimmeridgien unten und Hauptrogenstein oben eingeklemmt, noch erhöhte Selbständigkeit erlangt.

## 7. Die rheintalischen Querstörungen

Wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, gehören die N-S und NNE-SSW streichenden Verwerfungen unseres Untersuchungsgebietes einer ganzen Schar von Brüchen an, die (besonders in der E-Ajoie bei Pleujouse dicht gedrängt) das Tafelland und die Falten des Jura durchsetzen und in der Literatur als rheintalisch bezeichnet werden <sup>1)</sup>. Wir verwenden die Benennung deshalb auch für die von uns beschriebenen Verwerfungen.

Mit Ausnahme von B 15a und B 16a, welche das Kartenblatt Porrentruy auf seiner ganzen Breite durchsetzen, erstrecken sich die rheintalischen Störungen nur auf den Raum S der Mulde von Porrentruy. Für B 15 gilt dies nur mit Vorbehalt.

Die Brüche B 19 und B 18 wurden bereits im Abschnitt über die Tafel von Monin beschrieben. Nach DIEBOLD (1960) spielt B 18 in der Mont-Terri-Kette eine wesentliche Rolle. Über die Fortsetzung von B 19 in die Kette wissen wir nichts Sicheres. Möglicherweise wird das von DIEBOLD auf Tafel IV gezeichnete Vorspringen der Gewölbe-Achse durch die Verwerfung bedingt.

Die Störung B 17 wurde durch DIEBOLD im N-Schenkel der Mont-Terri-Kette genau beschrieben. Er verfolgte sie bereits über das Gebiet von Guenin, wo sie sich an der Doppelung der Pterocera-Mergel klar erkennen lässt (vgl. Tafel I). Die Fortsetzung der Verwerfung nach N, eventuell bis zur Verwerfung von Creux Genat (A), ersehen wir am Unterschied im Bau der Flanken E und W der Verwerfung. Im W, bei Sous Pré Guenin, liegt der Malm subhorizontal und fällt dann flach gegen die Überschiebung ein. Im E hingegen taucht er vom Banné-Gewölbe her mit stärkerem S-Fallen unter das Oligozän, das vor der Überschiebung liegt. B 17 ist dadurch als Bewegungsfuge gekennzeichnet.

Die Störung B 16a, welche HUMMEL (1914) als Verwerfung von Courtedoux bezeichnet hat, lässt sich quer durch unser Untersuchungsgebiet verfolgen; einzig im S ist es fraglich, ob sie in die Mont-Terri-Kette eintritt. Sie könnte mit B 16' von DIEBOLD verbunden werden (Fig. 10, S. 43). Einer mündlichen Mitteilung dieses Autors zufolge sprechen Anzeichen im Dogger-N-Schenkel der Mont-Terri-Kette für das Vorhandensein einer Störungslinie. Dagegen gelingt es anscheinend nicht, entsprechende Feststellungen im überschobenen Malm zu gewinnen.

Gut feststellbar ist B 16a im Banné-Gewölbe. Wie schon auf S. 50 erwähnt, ist der W-Flügel herausgehoben, so dass Natica-Mergel im W neben Kalken des oberen Séquanien resp. unteren Kimmeridgien im E liegen (Tafel I).

Die Sprunghöhe der Verwerfung beträgt hier im Gewölbescheitel höchstens 80 m, vielleicht auch nur 50–60 m. Im N-Schenkel des Gewölbes wird B 16a leicht erkennbar am plötzlichen Aussetzen der Pterocera-Mergel und des oberen Kimmeridgien im E-Flügel. Im W liegen in einer kleinen, trockenen Schlucht

<sup>1)</sup> Erstmals so bezeichnet von BUXTORF und LEHNER (1920).

die Kalkbänke des unteren Kimmeridgien frei, die mit einem Fallen von  $25^\circ$  eine etwas grössere Neigung besitzen als das Kimmeridgien E der Verwerfung. Diese verläuft bei Les Esserts zwischen der kleinen Schlucht und dem Fussweg Courtedoux-Bressaucourt.

Bei der Ortschaft Courtedoux und nördlich derselben tritt die Verwerfungslinie wiederum klar in Erscheinung, indem die Virgula-Mergel im E-Flügel 20–40 m tiefer liegen als im W-Flügel bei Champs Girod. Aber auch morphologisch erkennen wir die Störung daran, dass sie mit einer nach E abfallenden Steilkante im Gelände zusammenfällt, die sich von Courtedoux nach P. 492 im N erstreckt. Dieser Niveau-Unterschied wird bedingt durch die geringe Widerstandsfähigkeit des unteren Portlandien gegenüber der Verwitterung. Die mürben, kreidigen Kalke konnten bei der Eintiefung des Trockentales E Courtedoux viel leichter ausgeräumt werden als das klotzige obere Kimmeridgien.

Im Waldgebiet von Grand Fahy verschwindet die Ausbisslinie der Störung unter der ausgedehnten Lehmbedeckung. Auch an den beiden Flanken der Combe du Variou gestatten der vorhandene Schutt und die einförmigen Kalke des oberen Séquanien keinen Nachweis. Wie auf Tafel III dargestellt, beträgt die Sprunghöhe auf dem S-Flügel der Verwerfung von Haut du Mont mit 10–20 m nur noch die Hälfte des weiter S beobachteten Betrages.

Eine kleine Störung, die wir als die Fortsetzung von B 16a im N betrachten, lässt sich am NW-Rand von Bois de Sapins nachweisen. Hier werden die Kalke des mittleren und oberen Séquanien im E um 10–15 m abgesenkt. HUMMEL (1914) zeichnet auf seiner Tafel III den Bruch B 16a als ein von der Mont-Terri-Kette nach N durchziehendes Element, indem er die Verwerfung bei Mormont, unmittelbar N unseres Blattrandes, nach NE abknickt und mit der vermuteten Absenkungslinie des Allaine-Tales verbindet. Ob diese Interpretation richtig ist, müsste erst noch durch Kartierung der N-Ajoie untersucht werden, denn nach unserer Meinung käme eher B 15a (siehe dort) als Fortsetzung der Allaine-Talstörung in Frage.

Die Verwerfung B 16 bleibt, wie DIEBOLD gezeigt hat, auf das Tafelland beschränkt. Bei Verdat senkt sie den W-Flügel um mindestens 30 m ab.

Die Existenz der Störung B 16 erwähnt als erster F. Koby (1889). Nach seinen Angaben ist es auf der Ausbisslinie bei Vaberbien zur Bildung einer Anzahl von Einsturztrichtern gekommen, welche seither offenbar zugeschüttet worden sind; jedenfalls sind sie heute nicht mehr sichtbar. DIEBOLD legt in Fig. 6 und auf seiner Tafel I die Verwerfung durch P. 497 an die Basis der Geländekante W Verdat. Wir glauben aber B 16 50–100 m weiter E erkennen zu können. Dafür sprechen die folgenden Gründe:

1. Sowohl im Schutt der Felder von Verdat, als auch im Anstehenden der Steilkante 50 m W P. 484 vollzieht sich ein plötzlicher Wechsel von Kalken des unteren zu denjenigen des oberen Kimmeridgien.
2. 50 m E P. 497 ist eine tektonische Breccie des oberen Kimmeridgien anstehend, die als Ruschelzone der Verwerfung zugeordnet werden kann.
3. Das kleine Konglomeratvorkommen 150 m S P. 497 rechnen wir noch zum W-Flügel, weil ja im W von Verdat oligozäne Konglomerate weit verbreitet sind.

Weiter im N, bei Fontenattes, liegt die Störung unter Gompholith begraben. Erst im N-Schenkel der Banné-Antiklinale deuten wiederum Anzeichen auf die Existenz einer Verwerfung. Die Pterocera-Mergel von Bois Carré passen im Streichen nämlich nicht auf diejenigen bei Les Esserts, da die Kimmeridgien-Platte von Bois Carré in ihren tieferen Teilen etwas flacher einfällt (vgl. Fig. 11, S. 51). Somit dürfte sich B 16 von Verdat im S bis in das Banné-Gewölbe fortsetzen, wodurch sich die Vermutung DIEBOLDS als zutreffend erweist.

Die Störung B 15a bleibt auf das Tafelland beschränkt. Sie tritt im S erstmals östlich Verdat in Erscheinung, indem die Pterocera-Mergel, die von Champs Graitoux her gegen SW verfolgt werden können, E Verdat unvermittelt aussetzen. Ihre Fortsetzung im W-Flügel findet sich 15–25 m höher.

Im Banné-Gewölbe (Fig. 11, S. 51) legen wir B 15a W des Aufschlusses beim Hofe von Mavalau, wo die mit  $55^\circ$  einfallenden Kalke des S-Schenkels sichtbar sind. Im N-Schenkel wird die Kimmeridgien-Platte von Bois Carré im E durch den Bruch begrenzt und stösst dort auf die oligozänen Konglomerate. Die Pterocera-Mergel streichen etwa auf Kote 465 m in die Luft. Ihre Fortsetzung im E-Flügel ist nicht sicht-



bar; doch wissen wir, dass bei l'Oiselier die Mergel in einem Schacht bei 450 m oder tiefer angetroffen worden sind (ROLLIER 1910, Fig. 17, S. 67 und Fig. 4, S. 21, unserer Arbeit). Daraus resultiert eine minimale Sprunghöhe von 15 m.

Auffallenderweise weicht im W von Porrentruy die nördliche Talflanke W Baupré gerade dort zurück, wo die Verwerfung hineinstreicht (die genau gleiche Erscheinung zeigt B 16a bei Courtedoux). In einem Steinbruch an der Strasse SW Baupré ist eine begleitende Ruchelzone aufgeschlossen mit völlig zerrüttetem oberem Kimmeridgien. Der Gelände-Vorsprung bei P. 434 wird durch ca. 20 m abgesunkenes Portlandien aufgebaut, so dass die Verwerfung hier leicht festgelegt werden kann.

W Microferme reichen die oligozänen Konglomerate nicht über B 15a hinaus. Wie oben S. 60 angedeutet wurde, lagert sich der Gompholith an eine durch alttertiäre Erosion freigelegte Bruchkante an. Beim Hôpital legen wir die Störung zwischen das alte und das neue, im Jahre 1956 fertiggestellte Gebäude. Unmittelbar N des alten Hauses stehen am Zufahrtsweg Kalke des unteren Portlandien an; das neue dagegen ruht mit seinen Fundamenten mehrere Meter tief im Oligozän. W Waldegg verhindert Verlehmung genauere Feststellung über den Verlauf. In der Combe Grégeat bewirkt B 15a die relativ tiefe Lage der Mittel-Séquanien-Kalke 10 m W P. 448 gegenüber den Natica-Mergeln SW Le Fréteux. NW dieser Rodung bilden die Plattigen Kalke mit Oberkante bei 500 m einen Steilabsturz. Ihre östliche Fortsetzung findet sich 20–30 m tiefer als die Kalkrippe im Waldstreifen, der die Weide von Le Fréteux im N begrenzt.

Von da an streicht B 15a, die Verwerfung von Haut du Mont und Pont-d'Able-Gewölbe trennend, nach N unter die quartären Aufschüttungen der Allaine bei Courchavon. E des Dorfes, etwa 100 m E P 415, bringen wir eine tektonische Breccie (nicht mehr auf Tafel I) mit der Verwerfung in Beziehung, die hier genau das leistet, was HUMMEL (1914) festgestellt hat, nämlich die Absenkung der Malmtafel, die im E der Allaine liegt. Wie wir oben bereits vermuteten, könnte die rheintalische Störung B 15a identisch sein mit der von HUMMEL postulierten Allaine-Tal-Absenkungslinie.

Die Störung B 15 wird von HUMMEL (1914) und DIEBOLD (1960) im einzelnen erörtert und an mehreren Stellen nachgewiesen, so dass wir uns kurz fassen können. W Villars ergibt sich aus der Höhendifferenz der Pterocera-Mergel bei La Trémolay, dass die Sprunghöhe 20–25 m beträgt. Direkt N La Trémolay ist B 15 zunächst nicht fassbar. SW Fontenais, am Feldweg nach Ste-Croix, treten Pterocera-Mergel auf, während E davon im höher gelegenen Teil solche nicht gefunden werden können. In der nördlichen Fortsetzung finden wir tektonische Breccien, starke Zerklüftung und Zerrüttung des Kimmeridgien, die sich bis zum Vorsprung des westlichen Talhanges verfolgen lassen. Verknüpft mit diesen Zertrümmerungen hat man auch rein lokal 15° N-Fallen. Wir vermuten, dass die genannten Anzeichen der Störung B 15 zuzuschreiben sind.

Nördlich Fontenais verdeckt das Quartär im Talboden die Störungslinie, und direkte Anzeichen fehlen fortan. HUMMEL (1914) verlängert den Bruch bis zum Bahnhof von Porrentruy und diskutiert die Sprunghöhe, wobei er 20 m als wahrscheinlichen Wert annimmt, um welche der E-Flügel dort höher liege. Wir konnten im Gebiete des Bahnhofes keine Aufschlüsse finden, die auf eine Fortsetzung der Störung hindeuten. Auch die Sprunghöhe von 20 m müssen wir als zu hoch betrachten. Die Störung könnte sich jedoch (Fig. 10, S. 43) in NNE-Richtung über Lorette und Les Gabes mit dem Staffelbruch des Cœuvatte-Tales verbinden lassen. Dadurch käme für die oben auf S. 98 beschriebenen Lagerungsverhältnisse des Malms am nördlichen Blattrand eine Deutung in Frage. Gegen die Annahme einer solchen durchlaufenden Störung kann aber der Einwand vorgebracht werden, dass der Verwerfungssinn in der Gegend von Porrentruy umkehren müsste, weil im N der E-Flügel tiefer liegt. Wir ziehen deshalb vor, auf den Tafeln I und III die Verwerfung B 15 nicht über die Mulde von Porrentruy bzw. die Stadt hinaus zu verlängern.

Die Verwerfung B 14 lässt sich im S erstmals bei P. 494 nachweisen, wo die Pterocera-Mergel des E-Flügels infolge Absenkung des N-Schenkels der Banné-Antiklinale topographisch etwas höher ausbeissen. In der Combe de Vaumacou liegt die E-Seite ca. 10 m tiefer, wie wir oben auf S. 48 bereits dargelegt haben.

Es ist anzunehmen, dass sich B 14 über unseren Blattrand hinaus nach N in die Gegend von Cœuve fortsetzt. Die Pterocera-Mergel lassen sich dort nach den Angaben HUMMELS (1914) und nach eigenen Befunden auf Kote 460 m nachweisen, auf der westlichen Talseite aber erst oberhalb 530 m. Anscheinend nimmt die Sprunghöhe des Bruches gegen N noch zu.

Ob unser Bruch B 14 mit der gleichnamigen Störung im Dogger-Kern der Mont-Terri-Kette (DIEBOLD, Tafeln I und IV) in Beziehung steht, ist sehr fraglich, wenn auch nicht ganz von der Hand zu weisen. Jedenfalls sind im ganzen südlichen Blatt Porrentruy und im Malm-N-Schenkel der Kette keine Anzeichen beobachtet worden.

### 8. Die Altersfrage der Verwerfungen

Über das Alter der rheintalischen Verwerfungen sind zahlreiche Publikationen verfasst worden <sup>1)</sup>. Mit den Befunden der Tiefbohrung bei Hirzbach konnte VONDERSCHMITT (1942) zeigen, dass die Verwerfungen ihrer Anlage nach eozän sind, im Sannoisien haben weiterhin Bewegungen stattgefunden, und nach dem Stampien, im jüngeren Tertiär, ist erneut Reaktivierung eingetreten.

In unserem Untersuchungsgebiet können wir gewisse rheintalische Störungen ausscheiden, deren Verstellung bereits eingeebnet war, als die unteroligozänen Konglomerate von Porrentruy zur Ablagerung kamen (Fig. 7, S. 32). Die Anlage derselben könnte somit sehr wohl ins Eozän fallen. Es sind dies:

B 16, die unter das wenig mächtige Unteroligozän von Les Fontenattes streicht, ohne dass sich dies in der Verbreitung der Konglomerate bemerkbar macht, wie zu erwarten wäre, wenn der Bruch erst nach ihrer Ablagerung gespielt hätte.

Die Anlage der Verwerfung B 17 bezeichnet schon DIEBOLD als prästampisch. Er macht darauf aufmerksam, dass unter dem Oligozän (von ihm als Stampien kartiert) von Pré Guenin ca. 70 m oberes Kimmeridgien einschliesslich Virgula-Mergel, im E aber bei Champs du Moulin nur 30 m erhalten geblieben seien (Profile 15 und 16, Tafel II).

Die Verwerfung B 16a verschwindet E Bressaucourt unter oligozänen Sedimenten, wobei deren Lagerung, soweit sich entscheiden lässt, nicht berührt wird. Je nachdem, ob die Basis des Oligozän dem unteren oder dem mittleren Teil dieser Stufe angehört (siehe oben S. 33 ff.), müssen wir der Verwerfung ein entsprechendes Mindestalter zuweisen.

Hingegen lassen sich für die alttertiäre Anlage der übrigen Verwerfungen nur morphologische Gründe vorbringen, welche längst nicht das Gewicht der stratigraphischen besitzen. Wir können nur aussagen, dass in jüngster Zeit, also postpontisch mit Ausnahme der Verwerfung von Creux Genat, keine Reaktivierung stattgefunden hat, weil sonst die Peneplain verstellt worden wäre.

Wir haben uns oben (auf S. 57) bereits aus tektonischen Gründen für die Wiederbelebung der Verwerfung von Creux Genat (A) in der letzten Faltungsphase ausgesprochen. Diese Auffassung erfährt Unterstützung durch die Tatsache, dass die Peneplain, welche das Banné-Gewölbe N Bressaucourt überspannt, ca. 50 m höher liegt als auf der N-Seite des Creux-Genat-Tales bei Le Chaufour.

Vermutlich sind auch die Verwerfungen B 18 und B 19 im Jungtertiär wieder belebt worden. Auf der Scholle zwischen den beiden Brüchen ruht nämlich der überschobene Malm der Mont-Terri-Kette offenbar auf den Virgula-Mergeln und nicht auf Oligozän wie bei Pré Guenin im E und wie bei Les Grandes Vies im W. Der Sachverhalt liesse sich durch zwei Deutungen erklären:

1. Durch Aufreissen der Verwerfungen spätestens im beginnenden Mitteloligozän bildete die eingeschlossene Malmplatte von Pré de Monin einen Horst, der gar nie eingedeckt werden konnte. Oder aber:

2. Das Gebiet von Monin erfuhr poststampisch relative Hebung, so dass die Konglomerate und Mergel vor der Überschiebung des Mont-Terri-N-Schenkels abgeräumt wurden.

Da nun am oberen Ende der Combe de Varu Septarienton in durchaus normaler Entwicklung wie bei Bressaucourt vorhanden ist, und zwar etwa 20–25 m unterhalb der Obergrenze des autochthonen Malms E B 19, gewinnt die zweite Interpretation an Gewicht.

<sup>1)</sup> Z. B.: HUMMEL (1914), BUXTORF und LEHNER (1920), LINIGER (1925), SCHNEEGANS (1932), VONDERSCHMITT (1942), TSCHOPP (1960), DIEBOLD (1960).

## Morphologie und allgemeine Tektonik

Um zu gesicherten Ergebnissen der Datierung von morphologischen Formen und tektonischen Bewegungen zu gelangen, ist es in der Regel notwendig, grosse Gebiete in die Untersuchungen einzubeziehen. In dieser Hinsicht liegen die Verhältnisse in der Ajoie besonders günstig, da

- a) nicht nur Sedimente des Unter- und Mitteloligozän, sondern auch
- b) solche des Pliozän recht weiträumig verbreitet sind.

Daraus lassen sich eine Reihe von Schlüssen über das Alter oberflächlicher Formen und tektonischer Strukturen ableiten. Dies wurde für das Oligozän bereits durchgeführt.

In den umliegenden Gebieten des Jura und in der Ajoie selbst wird das Alter der erhaltenen Einebnungsflächen und der Faltungsphasen eingehend erörtert <sup>1)</sup>. Unsere Ausführungen stellen z. T. lediglich eine Ergänzung zu jenen dar.

Ausserdem ist der kartierte Teil der Ajoie hervorragend geeignet, die Frage nach der Entstehung der zahlreichen trockenliegenden Täler aufzuwerfen. Wir haben deshalb einige Bemerkungen über die klimatisch-hydrologischen Probleme beigefügt, obgleich die Abklärung solcher Fragen ein Ausholen über weite Gebiete erfordert.

### A. Die präpontische Peneplain

Eine Einebnungsfläche, welche vor der letzten Faltungsphase ausgebildet war, überspannt grosse Abschnitte des Berner Jura und der Ajoie. In der Mont-Terri-Kette z. B. werden Antiklinalstrukturen, Verwerfungen und Überschiebungen gekappt. Im E, auf Blatt Miécourt, ist die Peneplain als Auflagerungsfläche der Vogesenschotter datiert (Pontien).

Fig. 6, S. 31, hebt diejenigen Teile des Untersuchungsgebietes hervor, in denen eine quarzitische, den Vogesenschottern entstammende Geröllstreu auftritt. Die Gebiete lassen sich daher in das System der vorpontischen Einebnungsfläche eingliedern.

Wir haben weiter oben (S. 32) ausgeführt, dass seit dem Oligozän kein nennenswerter, flächenhafter Abtrag die Malmplatte der Ajoie angetastet habe. Zugleich zeigt Tafel I, wie quarzitische Gerölle bei Les Minoux (W Porrentruy) und N Courgenay im wesentlichen dem gleichen Niveau aufliegen wie die oligozänen Sedimente.

Daraus folgt, dass alt- und jungtertiäre Peneplain in ein und dieselbe zusammenfallen <sup>2)</sup>. Nur dort ist natürlich die Identität nicht gegeben, wo heute noch Oligozän in ansehnlicher Mächtigkeit dem Malm aufliegt. Oder mit anderen Worten: die alttertiäre Oberfläche wird im Jungtertiär wieder ausgegraben.

Freilich setzt das Gesagte voraus, dass im Untersuchungsgebiet keine Verbiegungen zur Zeit der Jura-Hauptfaltungsphase eingetreten seien. Es bestehen auch nirgends irgendwelche Anzeichen, die auf eine solche hindeuten würden.

<sup>1)</sup> Aus der grossen Zahl der Arbeiten seien an neueren erwähnt: LINIGER (1925, 1953), H. SUTER (1936), SCHWABE (1939), ERZINGER (1943), LAUBSCHER (1948), TSCHOPP (1960), DIEBOLD (1960).

<sup>2)</sup> Im nämlichen Sinne äussert sich auch ERZINGER (1943).



## B. Die Bewegungsphasen

Auf Grund der Ergebnisse, die oben dargelegt worden sind, lässt sich die zeitliche Folge der Bewegungen wie folgt zusammenfassen:

### 1. Präunteroligozän (evtl. Frühunteroligozän)

Die Banné-Antiklinale wurde eventuell schon im Eozän angelegt, jedenfalls vor der Ablagerung der Konglomerate von Porrentruy, die wir dem Sannoisien zuordnen müssen.

Eine gleichaltrige Anlage vermuten wir für das Pont-d'Able-Gewölbe und die Hochzone zwischen Porrentruy und Cœuve.

In diese Zeit fällt auch der Beginn der Bildung der N-S streichenden, rheintalischen Brüche und die Anlage des Bruchbündels von Creux Genat.

Nach bisherigem Wissen kann die alttertiäre Anlage der Quersalten im Jura (LINIGER 1925 und LEHNER 1920) als gesichert betrachtet werden. Es zeigt sich aber nun, dass im nördlichen Jura auch Ost-West gerichtete Falten bereits im Alttertiär angelegt wurden. Ausser dem Banné-Gewölbe muss eine erste Auffaltung im Alttertiär auch für folgende Strukturen angenommen werden: Pfirter Jura (SCHNEEGANS und THEOBALD 1948), Blauen-Landskronkette<sup>1)</sup> (BITTERLI 1945, Profile 9–14) und des Adlerhofgewölbes SE Basel (HERZOG 1956). Damit ergibt sich für die von BUXTORF (1916) aufgestellte Hypothese der «Rückschreitenden Faltung» eine Stütze. Er nimmt bekanntlich an, dass die Faltung zuerst die nördlichen, dann die immer weiter südlich gelegenen Gebiete des heutigen Juragebirges ergriffen habe.

### 2. Poststampisch – präpontisch

In der Ajoie konnten für diese Zeit keine Bewegungen nachgewiesen werden. Wohl aber ist es möglich, dass die Überschiebungen des Pfirterjura auf das Oligozän vor dem Pontien erfolgten, etwa wie die intensive Hauptfaltungsphase der Mont-Terri-Kette mit Überschiebungen auf das Oligozän des Tafellandes vorpontisch stattfand.

### 3. Postpontisch

In diese geologisch junge Zeit fällt ein erneuter Zusammenschub der Banné-Antiklinale sowie Verstellung und Verbiegung der Peneplain der Ajoie. Heraushebung erlitten die Haute Ajoie und die gefalteten und wieder eingeebneten Gebiete des Jura im S (Freiberge).

Die rheintalischen Verwerfungen wurden postpontisch zum Teil neu belebt, besonders in der Banné-Antiklinale. Auch die Verwerfung von Creux Genat diente nochmals als Bewegungsfuge, und zwar im Zusammenhang mit Aufschiebungsvorgängen, im Gegensatz zu den Zerrungserscheinungen zur Zeit ihrer Anlage im Alttertiär.

Wir möchten an dieser Stelle kurz auf die Beobachtungen zurückgreifen, welche bei La Perche, in der Kluse von Vovebeuf Hinweise über den Verlauf der Faltung im Banné-Gewölbe ergeben (Fig. 13). Die Figur zeigt, dass die Schichten spitzwinklig von der verstellten Verebnungsfläche abgeschnitten werden, die wir dank der auflagernden Vogesengerölle als präpontisch bezeichnen können. Die letzte Aufstauung des Gewölbes verlief also ohne wesentliche Überlagerung der alten Peneplain. Dabei zerbrach der Kalkmantel an

<sup>1)</sup> Prae-Rupélie.

der dünnsten und schwächsten Stelle, wo sich dann der Scheitelbruch entwickelte. Ein Teil des Schubes musste sich an dieser Stelle in den gegeneinander gerichteten Spitzen der beiden Malmkeile des S- und N-Schenkels konzentrieren, so dass sich die erwähnte Zerschierung und Verbiegung im kalkigen Gewölbescheitel ohne weiteres erklärt.

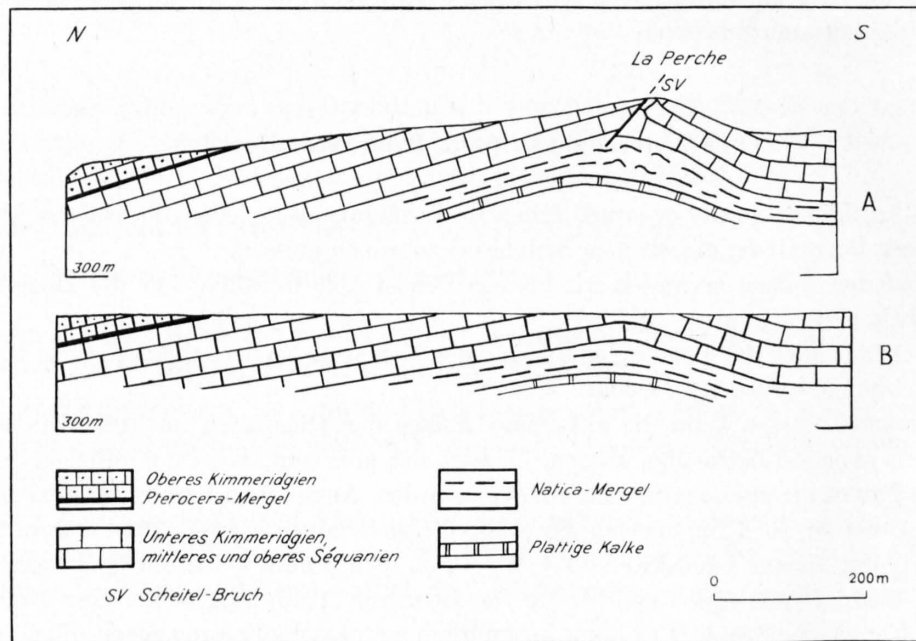


Fig. 13. Geologische Profile durch die Banné-Antiklinale bei La Perche E Porrentruy, 1:10 000

A zeigt den jetzigen Zustand, B denjenigen vor der pontischen Faltungsphase

### C. Zur Frage der quartären Bewegungen

ERZINGER (1943) erwähnt, dass vereinzelte Radiolarit-Gerölle zusammen mit Relikten von Sundgauschottern in der nördlichen Ajoie vorkommen. Daraus schliesst er auf Heraushebung des Tafellandes sowie auf eventuelle Faltung der Antiklinalen von Réchésy und Florimont in quartärer Zeit nach Ablagerung der radiolaritführenden Sundgauschotter durch einen Ur-Rhein alpiner Herkunft.

ERZINGER spricht auch von einem kräftigen Fortgang der Faltung in der Mont-Terri-Kette. In unserem Untersuchungsgebiet liessen sich leider keine Anhaltspunkte für Antiklinalbildung quartären Alters feststellen. Für das Banné- und das Pont-d'Able-Gewölbe ergab sich, wie oben auf S. 33 ff. und 65 ausgeführt wurde, dass die Faltung vor dem Sannoisien begonnen und postpontisch neue Belebung erfahren hat. Es wäre nun zu prüfen, ob nicht die Gewölbe von Florimont und Réchésy den gleichen Werdegang hatten. Das Auftreten von Radiolariten im Gebiete Bonfol-Cœuve allein scheint uns noch kein genügender Grund zur Annahme einer altquartären Faltungsphase. Doch ist, wie THEOBALD (1935) beschreibt, durch gesamthafte Hebung am Jura-N-Fuss die Decke der Sundgauschotter schief gestellt worden. Damit sind aber keine Faltungen verknüpft.

Im übrigen sind die Ausführungen ERZINGERS über das Alter der Überschiebungen und seine Überlegungen über die Faltungsintensitäten in den verschiedenen Phasen bereits durch die Arbeiten von DIEBOLD (1960) und TSCHOPP (1960) überholt. Der letztere zeigt mit aller Deutlichkeit, dass die präpontische Penepplain die Überschiebungen abschneidet. Wohl sind vertikale Verstellungen im oberen Rheintalgebiet nachgewiesen worden, aber es handelt sich dabei nicht um Faltenbildung, sondern um relativ

geringe Hebungen und Senkungen, verbunden mit Bruchbildung. Eine Neukartierung der Regionen nördlich unseres Untersuchungsgebietes wird hierüber neue Aufschlüsse ergeben. Mit den quartären Dislokationen im Oberrheingebiet befassen sich ferner Arbeiten von WITTMANN (1937, 1938/39, 1941) und RUTTE (1950).

## D. Die Täler

### 1. Die Trockentäler

Mit Ausnahme der tiefliegenden Haupttäler und einiger, am Mont-Terri-N-Rand gelegener Rinnen, führen die zahlreichen Täler des Untersuchungsgebietes oberflächlich kein Wasser, auch nicht während Regenperioden. Ihr trockener Grund wird in der Regel von einer Lehmschicht mit eckigen Malmbrocken gebildet. Die heutigen, durch den Karst gegebenen Abflussverhältnisse vermögen die bestehende Taldichte nicht zu erklären. Die meisten Trockentäler zeigen im Querschnitt steile Wände und einen oft verhältnismässig breiten, sohlenförmigen Boden. Oft findet im oberen Teil ein Übergang zur flachen Muldenform statt. Die Frage nach den gestaltenden Vorgängen hat zahlreiche Forscher zu Untersuchungen angeregt, deren Ergebnisse in recht verschiedene Richtungen weisen. Ohne näher auf die Arbeiten im einzelnen eingehen zu wollen, nennen wir BÜDEL (1938, 1943), CHABOT (1927), ERZINGER (1943), FOURNIER (1923), MACHÁČEK (1905), SCHWABE (1939). Als wichtigste talbildende Ursachen werden für gewöhnlich vor allem Niederschlagsmengen sowie Einbruch der Gesteinsschichten im Dache der Karstentwässerung herangezogen.

Für die Deutung vor allem der untiefen Trockentäler, wie sie z. B. NW Alle anzutreffen sind, scheint die Auffassung MACHÁČEKS (1905) am zutreffendsten. Danach können die Rinnen als Abflusswege eiszeitlicher Schneeschmelzwasser betrachtet werden. Es ist anzunehmen, dass zur Zeit der Vereisungen in der N-Schweiz zumindestens im Frühjahr bis in einige Tiefe Bodenfrost geherrscht hat, wobei das Eis in Klüften und Karströhren zum oberflächlichen Abfliessen der Schmelzwasser geführt haben muss.

Zur Zeit der Schneeschmelze konnten die angeschwollenen Gewässer sich kräftig einschneiden (vgl. BÜDEL 1943). Für das Vorhandensein reissender Wasserläufe in der Vergangenheit sprechen die groben Schotter mit Blöcken im Tale E Chevenez (ERZINGER 1943). Demnach fällt die Ausgestaltung der Täler in die Quartärzeit. Für ihre Anlage freilich können Oberflächenerosion, chemische Einwirkungen und Karsterscheinung in Frage kommen. Jedenfalls wäre es voreilig, statt der Vielfalt an Einflüssen im Laufe der Zeit nur eine einzige Entstehungsursache anerkennen zu wollen <sup>1)</sup>.

Etwas abweichenden Charakter besitzt die Combe de Vaumacon (2,3 km NE Porrentruy):

1. Die Verlehmung erreicht besonders grosses Ausmass.
2. Die Combe besitzt in der nördlichen Hälfte eine sehr flache Wasserscheide.
3. Die Combe de Vaumacon mündet im N in die Depressionszone S Cœuve, von der wir wissen, dass sie schon im Oligozän bestanden hat. Man kann sich in diesem Falle wohl fragen, ob nicht noch ältere als quartäre, talbildende Vorgänge im Spiele gewesen seien, und es drängt sich die Annahme einer vorquartären Rinne auf, welche in letzter Zeit Verbiegung erlitten hat. Überdies folgt die Combe einem Bruche, s. oben S. 48.

---

<sup>1)</sup> Neuerdings huldigt PERRONNE (1955a) für das Gebiet von Porrentruy ganz umwälzenden Ideen. Er nimmt an, dass während den quartären Kaltzeiten mächtige Schneemassen gleich den alpinen Gletschern die vielen Trockentäler ausgeschürft hätten. Ausserdem glaubt er, in geringfügigen Unebenheiten und Schuttansammlungen der Talböden Rückzugsstadien erkennen zu können und die gelegentlich auftretenden Terrassierungen der Abhänge mit den Erosionsphasen der vier Vereisungen korrelieren zu müssen. Angesichts der Fragwürdigkeit des Beobachtungsmaterials, der wirksamen Faktoren und der vorgefassten Schlüsse entfällt eine Widerlegung im einzelnen von selbst.



Weitere, vermutlich mit Störungen zusammenhängende Täler, finden sich als Combe de Varu und Combe Vaillay eingeschnitten in die Malmplatte von Monin.

## 2. Das Allaine-Tal

ERZINGER (1943) weist darauf hin, dass die Allaine, welche E Porrentruy in der gleichnamigen Synklinalzone fließt, bei der Stadt an tektonisch hochgelegener Stelle die Mulde verlässt. Er folgert daraus Antezedenz des Flusses. Bis Pont d'Able ist der Lauf der Allaine nach N gerichtet, und zwar in der N-Verlängerung von B 15, hierauf folgt die Fliessrichtung dem Streichen des Pont-d'Able-Gewölbes rückläufig nach S, bis W des Tunnels die Antiklinale durchbrochen wird. Im N des Durchbruches vermuten wir die Störungslinie B 15a unter der Aufschüttung des Talbodens. HUMMEL (1914) legt ausserdem eine tektonische Absenkungslinie ins Allaine-Tal. Dieser Verlauf des Flusses erscheint wohl mehr als nur zufällig und wahrscheinlich folgt die Allaine den präexistenten tektonischen Linien B 15 und der Fortsetzung von B 15a.

Trotzdem bleibt das rückläufige Stück der Allaine bei Pont d'Able unverständlich. Man könnte aber vermuten, dass die langsam tiefer greifende Erosion die Unterschiede in den Schichthärten des unteren, klotzigen Rauracien einerseits, gegenüber denjenigen des oberen Rauracien und Séquanien anderseits, berücksichtigte und den harten Kern des Gewölbes herauspräparierte.

Morphologische Untersuchungen veranlassten ERZINGER (1943) im Allaine-Tal bei Porrentruy drei Terrassensysteme zu unterscheiden; es sind dies:

- a) die Friedhofterrasse ca. 15 m über dem Talboden,
- b) die Schlossterrasse ca. 50 m über dem Talboden,
- c) das Niveau von 80–90 m über der Talsohle.

ERZINGER verfolgt die Gesimse von Porrentruy bis Boncourt und bringt sie mit Resten muldenförmiger alter Talböden in Beziehung. Mit einiger Sicherheit jedoch können wir nur den Absatz N Porrentruy, auf welchem der Friedhof angelegt ist, als Überbleibsel eines alten Talbodens betrachten. Die höher gelegenen Terrassen, wie diejenige beim Schlosse von Porrentruy und im Petit Fahy weiter N, morphologisch als Talböden interpretieren zu wollen, erscheint uns gewagt, da die Reste nur wenig Ausdehnung besitzen, und die Unterscheidungen subtiler Art sind. Schliesslich vermutet jener Autor selber, dass nachträgliche, tektonische Verstellungen als störende Faktoren in Frage kämen.

## 3. Die Durchtalung des Banné-Gewölbes

Die verschiedenen Quertäler in dieser Antiklinale zeigen sehr unterschiedliches Gepräge. Wir machen kurz auf die wichtigsten Tatsachen aufmerksam.

1. Die Klus von Voyerboeuf (SE Porrentruy) quert ausgerechnet an der tektonisch und heute topographisch höchsten Stelle das Gewölbe. Sie wird oberirdisch entwässert. Die Klus erweckt den Eindruck eines jungen Durchbruches, wie wir solche in den Quertälern (z. B. Birsklusen) des Kettenjura kennen.

2. Das Tal von Fontenais-La Rasse (S Porrentruy) besitzt eine relativ stark abgeflachte Ostflanke, im Gegensatz zu derjenigen im W, und folgt der Störung B 15. Die Entwässerung geschieht gleichfalls oberirdisch.

3. Südlich l'Oiselier durchsetzt eine untiefe, verlehnte Senke, die sich gegen S noch gabelt, das Gewölbe. Auf S. 30 oben wurde die Vermutung ausgesprochen, die Anlage des Talsystems könnte im Unteroligozän erfolgt sein. Man kann an eine Eintiefung desselben im jüngeren Tertiär, z. B. im Pliozän, denken, doch lässt sich dies mangels entsprechender Sedimente nicht beweisen.

4. Das Quertal bei Mavalau folgt der Störung B 15a. Wie wir oben auf S. 30 gesehen haben, wählte auch die oligozäne Entwässerung diesen Weg. Ohne Kenntnis dieser alten Erosion hält es schwer, das Ab-

knicken des Tales ins Streichen des Gewölbes S Bois Carré zu verstehen. Vermutlich wurden in jüngster Zeit die oligozänen Bahnen erneut benützt.

Gegenwärtig nimmt ein Versickerungstrichter (Trou de Mavalau) den Bach auf, der die Gegend von Bressaucourt entwässert, so dass das Wasser dann im Karstwassersystem nach N weitergeleitet wird. Nur bei ausnehmend reichlichen Niederschlägen speit derselbe Trichter erhebliche Wassermassen aus, die oberirdisch das Tal von Mavalau durchfliessen. Hierzu vergleiche man die hydrologischen Untersuchungen von Koby (1885) und Lièvre (1940, 1955). Ersterem gelang es, durch Aufgraben des «Trou de Mavaloz» Beobachtungen über die Karstwasserverhältnisse anzustellen.

5. S Courtedoux ist bei Les Esserts im N-Schenkel der Banné-Antiklinale eine nur wenige Meter tiefe Schlucht in die Kimmeridgien-Kalke eingeschnitten, die zeitweise als Entwässerungskanal der topographischen Depression von Les Echaux, deren Untergrund aus undurchlässigen Natica-Mergeln besteht, dient oder gedient hat.

Bei der morphologischen Betrachtung der früholigozänen und der rezenten Täler zeigte es sich, dass in vielen Fällen in der Gegenwart (und vermutlich auch im jüngeren Tertiär) die alten Rinnen, ja sogar die alttertiäre Landschaft, in groben Zügen ausgegraben wird. Durch diese interessante Verknüpfung der jetzigen Oberfläche mit der alttertiären und den damals angelegten tektonischen Strukturen, drängt sich die Notwendigkeit der weitausholenden morphologischen Beurteilung der Täler auf.

#### 4. Der Karst

In der Ajoie erreicht die Verkarstung ein hohes Ausmass. Bis auf die Allaine und einige tiefliegende Zuflüsse geschieht die Entwässerung unterirdisch in einem System von Karstwassergängen. Ausserdem führen verschiedene Täler, die aus der Mont-Terri-Kette nach N vordringen, Oberflächenwasser, welches beim Übertritt auf die klüftigen Séquanien- und Kimmeridgienkalke rasch versickert. Wir verzichten darauf, im einzelnen auf die Karstphänomene einzutreten, die seit langem ein vielbearbeitetes Studienobjekt darstellen. Die reichhaltige Literatur setzt sich u. a. zusammen aus Arbeiten von Lièvre (1940, 1955), Koby (1885, 1889), Erzinger (1943) und Schwabe (1939). Eine vorzügliche Beschreibung des interessanten unterirdischen Abflusssystems zwischen Chevenez und Porrentruy mit den Quell- resp. Versickerungstrichtern von Creux des Prés, Creux Genat und anderen, W der Stadt, verdanken wir Lièvre (1940, 1955), der die Hohlräume begangen und erforscht hat.

Mit dem Einschneiden der Allaine senkte sich der Grundwasserspiegel, so dass gegenwärtig ältere Karstrohre (Grottes de Milandre bei Boncourt) und durch Laugung erweiterte Spalten trocken liegen. Spuren ehemaliger Wasserstände sind die horizontalen, rillenförmigen Karstwassermarken, die z. T. beträchtlich über dem heutigen Allaine-Niveau angetroffen werden können (120 m E des Hofes Waldegg, 530 m ü. M.; und im kleinen Steinbruch bei P. 448 der Combe Grégeat). Leider bleibt die jeweilige Längenausdehnung der Karstwassermarken zu klein, als dass eine etwaige flache Neigung gegen die Horizontale noch messbar wäre. Solche spitze Winkel wären zu erwarten, wenn man die quartären, tektonischen Bewegungen, die Erzinger (1943) annimmt, als existierend voraussetzen würde.

Trockengelegte, röhrenförmige Karstbildungen sind in den Steinbrüchen keineswegs eine Seltenheit. Oft setzt die Laugung auf einer Schichtfuge an, wobei linsenförmige Querschnitte entstehen. In den massigen Kalken überwiegt die kreisrunde Form. Manche Karstrohre dieser Art sind mit Verwitterungslehm oder Material aus den Vogesensanden gefüllt. Eine erweiterte Schichtfuge bei P. 440 S Sur Roche de Mars an der Strasse Porrentruy-Alle enthält roten und grünen Bolus mit Quarzkörnern. Da ja im Oligozän die eozänen Verwitterungsprodukte abgeräumt wurden, deutet dies auf den Beginn der Verkarstung im Eozän. Auch ist die Verkarstung des Malms in eozäner Zeit im Jura bekannt, doch bleibt die Altersunterscheidung und Datierung des Karstes in der Ajoie einstweilen fraglich.

## 5. Die Quellen <sup>1)</sup>

Die Verteilung der Quellen in der Ajoie steht in enger Beziehung zu den Karsterscheinungen, siehe auch dort S. 69. Dem hohen Durchlässigkeitsgrad des kalkigen Malms vom oberen Séquanien bis zum unteren Portlandien ist die Wasserarmut der Haute Ajoie und der übrigen hoch gelegenen Teile zuzuschreiben. Ergiebige Quellen sind auf tiefe Lagen in den Tälern beschränkt, ebenso die wichtigen Karstquellen. Schichtquellen halten sich mit Vorzug an die wasserstauenden Mergel des unteren Séquanien. Zahlreiche perennierende und akzessorische Quellen säumen die Ausbisslinie des Mergelhorizontes, namentlich im Gebiet der Allaine.

Lokal wurden schwache Quellen, welche an die Mergellagen im unteren Kimmeridgien gebunden sind, beobachtet (aufgelassener Steinbruch N Vabenau).

Die Pterocera-Mergel spielen vor allem dort die Rolle des Quellhorizontes, wo grosse Kalkmassen als Wasserspeicher vorhanden sind, so z. B. in den Tälern S und SW Chevenez.

Den Virgula-Mergeln kommt weit weniger Bedeutung zu; immerhin bewirken auch sie, zeitlich beschränkt, Stellen mit Wasseraustritt. Zuweilen verrät sich die Feuchtigkeit in den fetten Mergeln auch nur am gesteigerten Wachstum der Vegetation.

Durch Wasserführung fallen gelegentlich auch tonige Lagen im Gompholith auf, wie unter anderem bei P. 460 bei Bois de Mavalau.

Stauquellen an Verwerfungen sind nicht mit Sicherheit zu erkennen. Immerhin könnten die von LIÈVRE (1940) erwähnten Wasseraufstösse aus dem Karstwassersystem zwischen Creux Genat und Porrentruy mit den N-S-Verwerfungen in Beziehung stehen.

### Wichtige Schichtquellen

Quellhorizont: Mergel des unteren Séquanien, Source du Variou, nach Koby (1889) eine Gehängeschuttquelle. Unzweifelhaft trägt der Wassergehalt des Schuttes viel zur Ergiebigkeit bei. Ferner N Porrentruy: Gefasste Quelle in der Combe Sarmère; Fontaine St-Nicolas. Durch die unter den Alluvionen austreichenden Unterséquanien-Mergel wird das im verkarsteten Malmkalk fliessende Wasser im Betteraz (N Porrentruy), im S der Kluse von Voyebœuf und bei Fontenais an die Oberfläche gelenkt.

Ergiebige und selten austrocknende Quellen finden sich im Tale S Chevenez und in der Combe de Varu auf dem Niveau der Pterocera-Mergel.

---

<sup>1)</sup> Buxtorf (1915) hat in einer kurzen Schrift die Quellen der Ajoie im Hinblick auf die Trinkwasserversorgung besprochen.



## Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

### Stratigraphie

Die mesozoische Schichtreihe im Untersuchungsgebiet umfasst hauptsächlich Malm, und zwar vom Rauracien bis zum Portlandien. Seine Stratigraphie lehnt sich eng an diejenige der umliegenden Gebiete an. Infolge des wiederholten Auftretens gleicher Faziestypen, die zum Teil grosse zeitliche Verbreitung besitzen, erweisen sich die Malmkalke auf Grund der Gesteinsbeschaffenheit als schwer unterteilbar. Zugleich kann die stratigraphische Zuordnung einzelner Kalklagen mit Hilfe der lithologischen Kriterien nur in günstigen Fällen vorgenommen werden. Die Gliederung des Malms muss daher auf die mit Sicherheit erkennbaren Mergelhorizonte der Natica-, Pterocera-, und Virgula-Zone abstellen.

Die Untersuchung der tertiären Sedimente ergab, dass von der bis jetzt bekannten, mitteloligozänen, marinen «Gompholithe d'Ajoie» eine ältere, konglomeratische Süsswasserserie, die «Konglomerate von Porrentruy» abgetrennt werden muss. Diese letzten Ablagerungen sind reich an aufgearbeitetem Eozän und enthalten Süsswasserkalke. Sowohl ihre Lagerung unter dem Mitteloligozän (Stampien) der Ajoie, als auch der Vergleich mit dem «Système de Bourogne» im Sundgau und auch neue tertiär-stratigraphische Untersuchungen am Jura-N-Rand sprechen für Sannoisienalter.

Ins Rupélien zu stellen sind Kalksandsteine (Cerithienkalk) mit mariner Fauna und graue Mergel, die als Äquivalente der Foraminiferenmergel (bzw. des Meeressandes), der Fischschiefer und des Separien-tones aufzufassen sind.

Dem Chattien gehören die grauen und braunen, sandigen Mergel mit Glimmer – Molasse alsacienne – und gastropodenreiche Süsswasserkalke («Delsbergerkalk») an.

Das Pliozän wird vertreten durch zerstreute, quarzitisches Gerölle, die von den Vogesensanden und -schottern herzuleiten sind.

An quartären Ablagerungen treten hauptsächlich verschiedene Arten von Lehmen auf.

### Tektonik

Die relativ flachen, Ost–West verlaufenden Faltenstrukturen des Untersuchungsgebietes werden von einer Schar Nord–Süd gerichteter, rheintalischer Verwerfungen durchsetzt, die den Faltenbau nachhaltig beeinflussen.

Die Banné-Antiklinale stellt ein selbständiges Element dar und zweigt nicht von der Mont-Terri-Kette ab. Sie lässt sich aber der Streichrichtung nach sowohl mit den kleinen Falten der Ajoie als auch mit den Abschnitten der Mont-Terri-Kette östlich und westlich des südlich anschliessenden Kartengebietes von Ocourt vergleichen. Das Banné-Gewölbe ist verknüpft mit einem System von Keilgräben, die sich im Streichen gegen Westen verfolgen lassen. Dies spricht für einen Werdegang des Gewölbes in mehreren Etappen, von denen eine mit Nord–Süd gerichteter Zerrung verbunden gewesen sein dürfte.

Das Pont-d'Able-Gewölbe besitzt, entgegen bisherigen Annahmen, kurze im Streichen gemessene Ausdehnung; es fällt nicht zusammen mit dem tektonischen Hoch zwischen Porrentruy und Cœuve. Vermutlich wird der dachförmige Bau des Gewölbes durch die Verwerfung bedingt, welche seine Fortsetzung gegen Westen bildet.

Die Strukturen des Tafellandes (Verwerfungen und Verbiegungen) sind bereits voroligozän angelegt worden. Es lassen sich die folgenden Bewegungsphasen unterscheiden:

1. Voroligozäne Anlagen des Banné-Gewölbes (evtl. weiterer Falten in der Ajoie) und Aufreissen der Verwerfungen.
2. Poststampisch bis spätpontisch im Tafelland keine Bewegungen nachweisbar, wohl aber in der Mont-Terri-Kette und im übrigen Faltenjura.

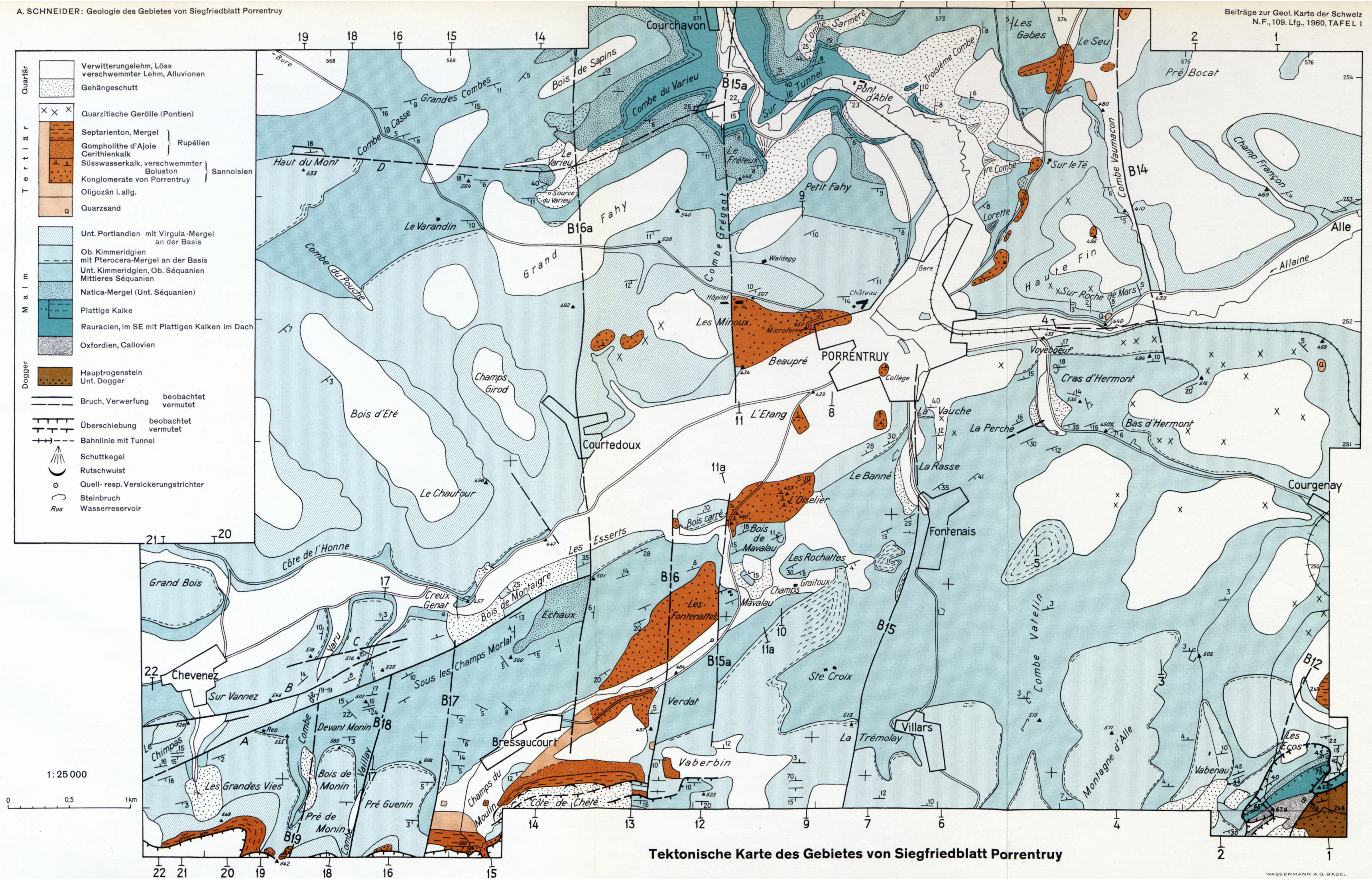
3. Postpontisch bis vorquartär Reaktivierung der im Alttertiär angelegten tektonischen Elemente und Heraushebung des Faltenjura und der Ajoie.
4. Im Quartär Schiefstellung der Sundgauschotter.

### **Morphologie**

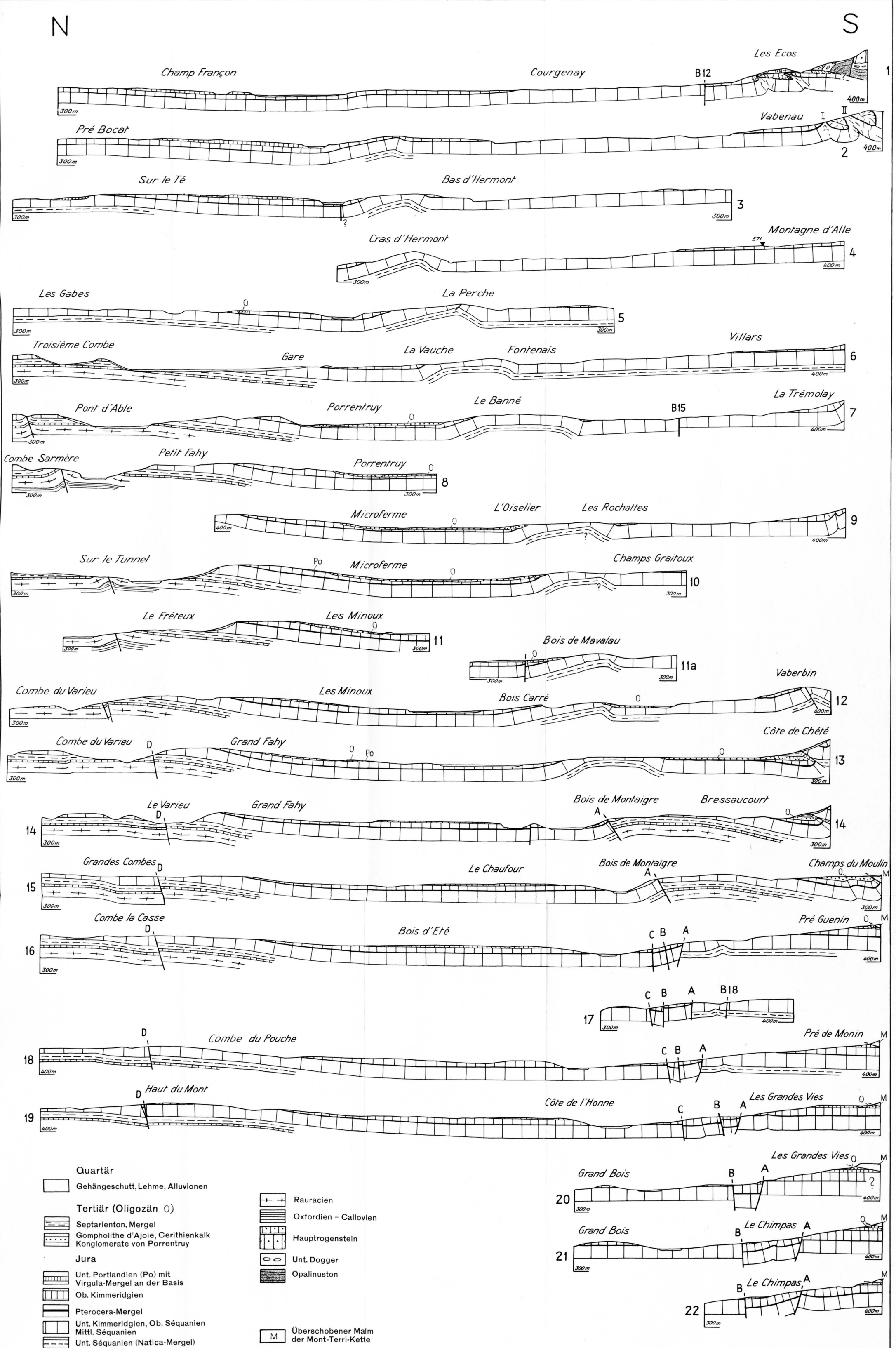
Die gegenwärtigen Oberflächenformen sind das Resultat zweier zeitlich weit auseinanderliegender Erosionsphasen. Während der eozänen Festlandperiode wurde die schwach verbogene und zerbrochene Malmplatte auf den Stand abgetragen, in welchem sie sich noch heute befindet. In das eozäne Tafelland – die südliche Fortsetzung des sich senkenden Rheintalgebietes – waren Entwässerungsrinnen mit Abflussrichtung nach Norden eingeschnitten. In den erodierten Vertiefungen konnten sich dann im Unteroligozän grosse Mengen von Konglomeraten ansammeln. Diese alten Formen wurden im Jungtertiär, und werden heute noch, ausgegraben.

Im Quartär schuf die Oberflächenerosion, gesteigert durch das herrschende periglaziale Klima, ein dichtes Netz von z. T. seichten Tälern, die heute infolge der Verkarstung zumeist trocken liegen.











**Strukturkarte  
des Gebietes von  
Siegfriedblatt Porrentruy**

1: 25 000

