

**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, 110. Lieferung**

Des ganzen Werkes 140. Lieferung

# **Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Miécourt**

**(Berner Jura)**

Mit 9 Textfiguren und 3 Tafeln

Von

**Ralph Tschopp**

Basel

**BERN**

In Kommission bei KÜMMERLY & FREY AG., Geographischer Verlag, Bern

1960

Druck Stämpfli & Cie., Bern

## Vorwort der Geologischen Kommission

Im Herbst 1957 wurde der Geologischen Kommission das Manuskript von Herrn R. TSCHOPP «Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Miécourt (Berner Jura)» vorgelegt mit dem Ersuchen, die Arbeit in die Serie der «Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz» aufzunehmen.

Die sorgfältige Kartierung im Maßstabe 1 : 10 000 wird übernommen für Blatt 1085 St-Ursanne des «Geologischen Atlas der Schweiz 1 : 25 000», das gegenwärtig in Druck steht. Die Kommission beschloss deshalb in der Sitzung vom 8. März 1958 den Druck dieser Arbeit in der Serie der «Beiträge». Der Autor leistet an die Druckkosten einen namhaften Beitrag, wofür ihm die Kommission den besten Dank ausspricht.

Infolge Landesabwesenheit des Autors erforderten die verschiedenen Bereinigungen an Text und Illustrationen viel Zeit, so dass die Arbeit erst Ende 1959 druckreif vorlag.

Die Belegsammlung zur vorliegenden Arbeit befindet sich im Geologischen Institut der Universität 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 Mai 1960.

Für die Schweizerische Geologische Kommission

*Der Präsident:*

Prof. Dr. L. VONDERSCHMITT



## Vorwort des Verfassers

Die geologische Aufnahme von Siegfriedblatt 89 Miécourt ist vom Sommer 1947 bis zum Winter 1950/51 unter Leitung meines verehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. L. VONDERSCHMITT ausgeführt worden. Die Feldaufnahmen begann ich im Spätsommer 1947. Als topographische Unterlage konnte das 1935 erschienene, dem Blatt 89, Miécourt des Siegfriedatlases entsprechende Blatt des «Plan d'ensemble 1:10 000, édité par l'Office cantonal du Cadastre, Berne» benützt werden.

Öfters durfte ich mit Herrn Prof. VONDERSCHMITT über meine Kartierung und die geologische Interpretation der Beobachtungen, sei's im Gelände oder im Geologischen Institut der Universität Basel, diskutieren. Ich denke da speziell an das geologisch interessante, aber komplizierte Gebiet von Cornol, wo mich mein verehrter Lehrer immer wieder auf die vielen Schwierigkeiten, Fragen und auf die verschiedenen Möglichkeiten der Interpretation aufmerksam gemacht hatte. Auch während der Abfassung des vorliegenden Textes durfte ich manchen guten Rat entgegennehmen. Für alle diese Anregungen und Unterstützungen möchte ich ihm auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank aussprechen.

Die vorliegende Arbeit befasst sich zur Hauptsache mit dem geologischen Aufbau des Kartengebietes von Miécourt. Die stratigraphische Untersuchung zeigte eine weitgehende Übereinstimmung mit den Resultaten in den Nachbargebieten. Um hier zu genauer Kenntnis zu kommen, ist es heute notwendig, regional zu arbeiten, wofür hingegen leider die Zeit nicht ausreichte. Ich liess einige Dünnschliffe aus dem Séquanien, Kimmeridgien und Tertiär anfertigen, welche vielleicht bei einer zusammenfassenden stratigraphischen Arbeit von Nutzen sein könnten. Herr Prof. Dr. M. REICHEL war so liebenswürdig, mich bei der Untersuchung der in den Schliffen erkennbaren Foraminiferenfauna zu unterstützen. Für seine bereitwillige Hilfe sei er meines wärmsten Dankes versichert.

Gerne benütze ich auch hier die Gelegenheit, meinem lieben Vater, welcher als Geologe im Auslande viele wertvolle Erfahrungen gesammelt hat, herzlichst zu danken. Da denke ich an die gemeinsam verbrachten Tage in meinem Untersuchungsgebiet und die vielen Anregungen, die ich dabei in Empfang nehmen durfte.

Ferner möchte ich meiner Studienfreunde und meiner Gebietsnachbarn H. LAUBSCHER und P. DIEBOLD gedenken, in Erinnerung an die vielen anregenden Diskussionen und gemeinsam verbrachten schönen Tage im Gelände.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort der Geologischen Kommission . . . . .	III
Vorwort des Verfassers . . . . .	V
Inhaltsverzeichnis . . . . .	VII
Verzeichnis der Textfiguren und Tafeln . . . . .	VIII
Literaturverzeichnis . . . . .	IX
Verwendete Karten . . . . .	XII
Bemerkungen zu den Tafeln . . . . .	XIII
Einleitung . . . . .	1

### A. Stratigraphie

I. Trias . . . . .	3
Keuper . . . . .	3
II. Jura . . . . .	4
1. Lias . . . . .	4
a) Rhät, unterer und mittlerer Lias . . . . .	4
b) Opalinustone (Aalénien) . . . . .	5
2. Dogger . . . . .	5
a) Unterer Dogger . . . . .	5
b) Hauptrogenstein . . . . .	5
1. Unterer Hauptrogenstein . . . . .	5
2. Acuminataschichten . . . . .	6
3. Oberer Hauptrogenstein . . . . .	6
c) Calcaire roux-sableux und Callovientone (unteres Callovien) . . . . .	7
d) Dalle nacrée und Fer sous-oxfordien (oberes Callovien) . . . . .	7
3. Malm . . . . .	7
a) Oxfordien . . . . .	8
b) Rauracien . . . . .	8
1. Unterer Rauracien . . . . .	8
2. Mittleres Rauracien . . . . .	8
3. Oberes Rauracien . . . . .	8
c) Plattige Kalke . . . . .	8
d) Unterer und mittlerer Séquanien . . . . .	8
1. Naticaschichten . . . . .	9
2. Humeralisschichten . . . . .	9
e) Oberes Séquanien und unteres Kimmeridgien . . . . .	9
f) Oberes Kimmeridgien . . . . .	10
III. Tertiär . . . . .	11
1. Übersicht und Gliederung . . . . .	11
2. Eocaen . . . . .	12
a) Bolus und Bohnerz . . . . .	12
b) Daubrée-Konglomerate . . . . .	13
c) Eocaene Bildungen in Verwerfungsclüften . . . . .	13
3. Oligocaen . . . . .	13
Einige Bemerkungen über das Alter der oligo- caenen Sedimente auf Siegfriedblatt Mié- court . . . . .	17

	Seite
Diskussion der früheren Alterseinteilung und der Arbeit von J. WYATT DURHAM «The Type Section of the Aquitanien» . . . . .	18
Die Auflagerungsverhältnisse und Verbreitung des Oligocaens im Untersuchungsgebiet . . . . .	19
4. Miocaen und Pliocaen . . . . .	20
a) Die Vogesensande . . . . .	20
b) Die Vogesenschotter . . . . .	20
c) Die Höhenschotter . . . . .	21
Einige Bemerkungen zur Verbreitung und zum Auflagerungsverhältnis der Vogesenschotter und ihrer Beziehung zur Tektonik . . . . .	21
IV. Quartär . . . . .	22
1. Verwitterungslehme . . . . .	22
2. Alluvionen . . . . .	22
3. Gehängeschutt, Sackungen und Bergstürze . . . . .	22

### B. Tektonik

I. Tektonische Übersicht . . . . .	23
1. Historische Übersicht . . . . .	23
2. Tektonische Lage des Untersuchungsgebietes . . . . .	24
3. Übersicht über die tektonischen Einheiten des Untersuchungsgebietes . . . . .	25
II. Tektonische Beschreibung . . . . .	26
1. Das jurassische Tafelland der Ajoie mit dem kleinen Becken von Charmoille . . . . .	26
2. Die Morimont-Antiklinale . . . . .	28
a) Das Gewölbe bis zur Störung B 6a . . . . .	28
b) Der Südschenkel der Morimont-Antiklinale zwischen B 6a und der Pleujouse-Verwer- fung B 5 . . . . .	28
3. Das Malmgebiet im Winkel zwischen der Pleu- jouse-Verwerfung und der Mont-Terri-Kette . . . . .	29
4. Die Mont-Terri-Kette . . . . .	30
a) Die Mont-Terri-Kette westlich der Störung B 12 . . . . .	30
b) Die Mont-Terri-Kette zwischen den Stö- rungen B 12 und B 6 . . . . .	31
Die Randüberschiebung der Mont-Terri- Kette zwischen B 12 und B 6 . . . . .	31
Die Störungen B 12 und B 11a . . . . .	33
Der Abschnitt der Mont-Terri-Kette zwischen B 12 und B 11a . . . . .	35
Der Abschnitt der Mont-Terri-Kette zwischen B 11a und B 10 . . . . .	35
Der Malm-Nordschenkel zwischen B 11a und B 10 . . . . .	36
Der Dogger zwischen B 11a und B 10 mit den Antiklinalen von Côte de Goule und Sur Plainmont . . . . .	36

	Seite		Seite
Das Profil des Eisenbahntunnels Courgenay– St-Ursanne . . . . .	37	b) Der Dogger-Südschenkel und -Nordschenkel	51
Der Abschnitt der Mont-Terri-Kette zwischen B 10 und B 6 . . . . .	39	c) Der Malm-Nordschenkel. . . . .	53
Der Dogger-Südschenkel . . . . .	39	d) Der Kern der Vorbourg-Antiklinale. . . . .	53
Der Malm-Nordschenkel. . . . .	40	6. Das Muldengebiet von Le Gy und Bellevue (= Mettemberg-Mulde auf Siegfriedblatt Mo- velier). . . . .	54
Der Dogger-Nordschenkel . . . . .	41	7. Le Pirc-Antiklinale und Mulde von Grandes Roches (= Bourrignon-Kette resp. Mulde von Pleigne-Moulin de Bourrignon, LINIGER 1925)	54
Bemerkung zu den Überschiebungen bei Cornol . . . . .	42		
Der Kern der Mont-Terri-Kette zwischen B 10 und B 6 . . . . .	46		
c) Die Mont-Terri-Kette östlich B 6 . . . . .	46		
Die Störung B 6 . . . . .	47		
Der Malm-Südschenkel . . . . .	48		
Der Dogger-Südschenkel und -Nordschenkel	48		
Der Malm-Nordschenkel. . . . .	50		
Der Lias-Keuper-Kern der Mont-Terri- Antiklinale östlich B 6 . . . . .	50		
5. Die Vorbourg-Antiklinale . . . . .	51		
a) Der Malm-Südschenkel . . . . .	51		

*C. Allgemeine Tektonik*

1. Reste alter Einebnungsflächen auf Siegfriedblatt Miécourt. . . . .	56
2. Historisches über die Frage der Faltungsphasen . .	57
3. Diskussion einiger Arbeiten, welche das Alter der Faltungsphasen berühren . . . . .	59
4. Der zeitliche Verlauf der Faltung und ihre Aus- wirkungen im Gebiet des Siegfriedblattes Miécourt und Zusammenfassung der wichtigsten Resultate .	61

## Verzeichnis der Textfiguren

Fig. 1. Die Oligocaen-Vorkommen bei Courgenay, Sous Plainmont, Courtemautruy und Paplemont. . . . .	14
Fig. 2. Die Lagerungsverhältnisse des Oligocaens auf Siegfriedblatt Miécourt, schematische Darstellung. . . . .	15
Fig. 3. Tektonische Lage des Kartengebietes Miécourt . . . . .	25
Fig. 4. Profil 15 der Tafel II bis in die Anhydritgruppe gezeichnet . . . . .	33
Fig. 5. Geologische Kartenskizze des Gebietes von Sous Plainmont. . . . .	34
Fig. 6. Interpretationen des Tunnelprofils Courgenay–St-Ursanne . . . . .	38
Fig. 7. Geologische Kartenskizze des Gebietes von Cornol. . . . .	40
Fig. 8. Schematische Darstellung des Verlaufs der Störung B 10 im Gebiet zwischen Mont Terri und Cornol . . . .	44
Fig. 9. Geologische Kartenskizze des Gebietes von Le Gy . . . . .	52

## Verzeichnis der Tafeln

Tafel I. Tektonische Karte des Gebietes von Siegfriedblatt Miécourt mit Berücksichtigung des Nordrandes von Blatt St-Ursanne 1:25000	
Tafel II. Profilserie durch das Gebiet von Siegfriedblatt Miécourt 1:25000	
Tafel III. Strukturkarte der Gegend von Miécourt 1:25000	

## Literaturverzeichnis

- BITTERLI, P. (1945): Geologie der Blauen- und Landskronkette südlich von Basel. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF. 81. Liefg.
- BUXTORF, A. (1900): Über vor- oder altmiocaene Verwerfungen im Basler Tafeljura. Eclogae geol. Helv. 6, 2.
- (1901a): Geologie der Umgebung von Gelterkinden im Basler Tafeljura. Beitr. Geol. Karte Schweiz. NF. 11. Liefg.
- (1901b): Zur Tektonik des Kettenjura. Ber. Oberrhein. Geol. Ver., Lindau.
- (1910): Einige Bemerkungen über das Rhät im schweizerischen Juragebirge und den Gebirgsbau der Vorbourg-Kette. Eclogae geol. Helv., 11, 3.
- (1916): Prognosen und Befunde beim Hauenstein-Basis- und Grenchenbergtunnel und die Bedeutung der letzteren für die Geologie des Juragebirges. Verh. Natf. Ges. Basel, 27.
- (1920): Zur Frage der Pliocaenbildungen im nordschweizerischen Juragebirge. Verh. Natf. Ges. Basel, 31.
- BUXTORF, A., und E. LEHNER (1920): Rheintalische Erüche in der Mont-Terrible-Kette und im Clos du Doubs. Eclogae geol. Helv., 16, 1.
- CHABOT, G. (1927): Les Plateaux du Jura central. Publ. Faculté des lettres de l'Univ. de Strasbourg, fasc. 41.
- CLOOS, H. (1910): Tafel- und Kettenland im Basler Jura und ihre tektonische Beziehung nebst Beiträgen zur Kenntnis der Tertiärs. Diss. Freiburg.
- DEHM, R. (1949): Zur Oligocaen-Miocaen-Grenze. Sonderdruck aus dem N. Jb. Min. etc. Math. Abt., B., H.4-6.
- DUCRET (1874): Peut-on trouver de la Houille à Cornol? Actes de la Soc. jur. d'émulation.
- DURHMANN, J. W. (1944): The type section of the Aquitanien. Amer. J. Sc., 242, 1.
- ELBER, R. (1920): Geologie der Raimeux- und Vellerat-Kette im Gebiet der Durchbruchtäler von Birs und Gabiare (Berner Jura). Verh. Natf. Ges. Basel, 32.
- ERZINGER, E. (1943): Die Oberflächenformen der Ajoie (Berner Jura). Mitt. Geogr.-ethnol. Ges. Basel, 6.
- GLANGEAUD, L. (1949): Les caractères structuraux du Jura. Bull. Soc. Géol. France, 19, 7-8-9.
- GLAUSER, A. (1936): Geologische Beschreibung des Kartengebietes von Blatt Montfaucon im Berner Jura. Verh. Natf. Ges. Basel, 47.
- GRAHMANN, R. (1920): Der Jura der Pfirt im Ober-Elsass. N. Jb. Min. etc., 44. Beilageheft.
- GREPPIN, J. B. (1854): Notes géol. sur les terrains modernes, quaternaires et tertiaires du Jura bernois et en particulier du Val de Delémont. Mém. Soc. Helv. Sc. nat., 14.
- (1867): Essai géologique sur le Jura Suisse. Delémont: Helg & Boéchat.
- (1870): Description géologique du Jura Bernois. Mat. Carte Géol. Suisse, 8<sup>e</sup> livr.
- (1876): Observations géologiques, historiques et critiques sur les travaux des chemins de fer jurassiens. Bâle.
- GRESSLY, A. (1853): Nouvelles données sur les faunes tertiaires d'Ajoie. Acte Soc. Helv. Sc. Nat. réunie à Porrentruy.
- HEIM, ALBERT (1919): Geologie der Schweiz, Bd. 1: Molasse und Jura. Leipzig.
- HUMMEL, K. L. (1914): Tektonik des Elsgaus. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br., 20.
- KELLER, W. T. (1922): Geologische Beschreibung des Kettenjura zwischen Delsbergerbecken und Oberrheinischer Tiefebene. Eclogae geol. Helv., 17.
- KELTERBORN, P. (1944a): Geologischer Bericht über die bituminösen Liasschiefer der Mont-Terri-Antiklinale zwischen Courgenay und Asuel (Berner Jura). Gutachten für das Kriegs-, Industrie- und Arbeitsamt, Bureau für Bergbau.
- (1944b): Beobachtungen im Mont-Terri-Gebiet zwischen Courgenay und Asuel. Eclogae geol. Helv., 37, 2.



- KEMMERLING, L. (1911): Geologische Beschreibung der Ketten von Vellerat und Moutier. Diss. Freiburg i. Br.
- KILIAN, W. (1884): Notes sur les terrains tertiaires du territoire Belfort et des environs de Montbéliard. Bull. Soc. Géol. France, 3<sup>e</sup> Sér., 12.
- KOBY, F. (1886): Hydrographie et hydrologie des environs de Porrentruy. Actes Soc. jur. d'émulation, 2<sup>e</sup> Sér., 1.
- (1889): Peut-on trouver de la Houille à Cornol? Actes Soc. jur. d'émulation, 2<sup>e</sup> Sér., 2.
- (1892): Etude stratigraphique des couches rauraciennes supérieures du Jura Bernois. En P. DE LORIOU: Etudes sur les mollusques des couches coralligènes inférieures du Jura bernois. Mém. Soc. Paléont. Suisse, XIX.
- KOCH, R. (1923): Geologische Beschreibung des Beckens von Laufen im Berner Jura. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF. 48. Liefg.
- LAUBSCHER, H. (1948): Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt St-Ursanne. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF. 92. Liefg.
- LEHNER, H. (1920): Geologie der Umgebung von Bretzwil im nordschweizerischen Juragebirge. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF. 47. Liefg. II. Abt.
- LINIGER, H. (1925): Geologie des Delsbergerbeckens und der Umgebung von Movelier. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF. 55. Liefg.
- (1926): Über Gitterfaltung im Bernerjura. Eclogae geol. Helv., 19, 3.
- LINIGER, H. und WERENFELS, A. (1926): Zur Tektonik der Umgebung von Asuel und St-Ursanne. Eclogae geol. Helv., 20, 2.
- MATHEY, F. (1883): Coupes géologiques des tunnels du Doubs. Mém. Soc. helv. Sc. nat., 29.
- MAYER, K. (= MAYER-EYMAR) (1857): Versuch einer neuen Klassifikation der Tertiärgelände Europas. Verh. Allg. Schweiz. Ges. Natw.
- MEYER, L. (1916): Le Sondage de Charmois. Bull. Soc. Belfortaine d'Emulation.
- (1920): Etude stratigraphique du terrain oligocène de la Haute Alsace et du territoire de Belfort. Bull. Serv. Carte Géol. d'Alsace et de Lorraine, 1, 1-3.
- MOESCH, C. (1874): Der südliche Aargauer Jura. Beitr. Geol. Karte Schweiz, 10. Liefg.
- MOHLER, W. (1938): Mikropaläontologische Untersuchungen in der nordschweizerischen Juraformation. Abh. Schweiz. Paläont. Ges., LX.
- MÜHLBERG, M. (1900): Vorläufige Mitteilung über die Stratigraphie des braunen Jura im nordschweizerischen Juragebirge. Eclogae geol. Helv., 6, 4.
- MÜLLER, A. (1860): Über einige anormale Lagerungsverhältnisse im Basler Jura. Verh. Natf. Ges. Basel, II. Teil, H. 1-4.
- (1864): Geologische Skizze des Kantons Basel. Beitr. Geol. Karte Schweiz, 1. Liefg.
- PENCK und BRÜCKNER (1909): Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. 1 und 2, Leipzig.
- PHILIPP, H. (1942): Die Stellung des Jura im alpin saxonischen Orogen. Z. dtsh. Geol. Ges., 94.
- ROLIER, L. (1876): Excursion géologique dans le Jura Bernois. Extrait du Livret-Guide géologique, historique et critique sur les travaux des chemins de fer jurassiens. Bâle.
- (1888): Etude stratigraphique sur le Jura bernois: Les faciès du Malm jurassien. Arch. sc. phys. nat., Genève, XIX.
- (1893): Etude stratigraphique sur les terrains tertiaires du Jura bernois (partie septentrionale). Eclogae geol. Helv., 4, 1.
- (1895): Défense des faciès du Malm. Arch. sc. phys. nat., Genève, XXXIV.
- (1897): C. R. de l'excursion dans l'oligocène des environs de Porrentruy, le 6 septembre 1897. Bull. Soc. Géol. France, 3<sup>e</sup> Sér., 25.
- (1898): Deuxième supplément à la description géologique de la partie jurassienne de la feuille VII. Mat. Carte Géol. Suisse, Nouv. Sér. 8<sup>e</sup> livr.
- (1905): Die Bohnerzformation oder das Bohnerz und seine Entstehungsweise. Vjschr. natf. Ges., Zürich.
- (1908): Lettres d'Amaz Gressly. Soc. jur. d'Emulation, 8.
- (1911): Les faciès du Dogger ou oolitique dans le Jura et les régions voisines. Zurich.



- SCHMASSMANN, L. (1944): Stratigraphie des mittleren Doggers der Nordschweiz. Tätigkeitsber. Natf. Ges. Baselland, 14.
- SCHMIDT, C. (1920): Texte explicatif de la Carte des Gisements des matières premières minérales de la Suisse 1:500 000. Mat. Géol. Suisse, Sér. géotechnique, E. Publ. d'ensemble.
- SCHMIDT, C. und BRAUN, L. (1924): Die Bohrungen von Buix bei Pruntrut und Allschwil bei Basel. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser., 10. Liefg.
- SCHNEEGANS, D. (1932): Sur l'âge des failles du Jura alsacien. C. R. Soc. Géol. France, n° 2.
- (1933): Notes sur la tectonique du Jura Alsacien. Bull. Serv. Carte géol. d'Alsace et de Lorraine, 2, 1.
- SCHNEIDER, A. (1960): Geologie des Gebietes von Siegfriedblatt Porrentruy. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF. 109. Liefg.
- SCHWABE, E. (1935–1938): Morphologie der Freiberge. Mitt. Geogr. ethnol. Ges. Basel, 5.
- SCHWEIGHAUSER, J. (1950): Spirillinen aus dem Lias von Arzo. Eclogae geol. Helv., 42, 2.
- SPRECHER, CHR. (1917): Beiträge zur Kenntnis der Querstörung Mollens–Vallorbe–Pontarlier. Diss. Bern.
- STEINMANN, G. (1892): Bemerkungen über die tektonischen Beziehungen der oberrheinischen Tiefebene zu dem nordschweizerischen Kettenjura. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br. 2, 4.
- SUTER, H. (1936): Geologische Beschreibung der Kartengebiete von Les Bois und St-Imier im Berner Jura. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF. 72. Liefg.
- THURMANN, J. (1832): Essais sur les soulèvements jurassiques. Strasbourg.
- (1836): ib.
- (1851–1864): Sur une chance défavorable que certaines structures orographiques offrent dans les chaînes du Jura à la recherche du sel gemme. Mitt. Natf. Ges. Bern, Nr. 200.
- (1853): Premières données sur les terrains tertiaires de l'Ajoie. Extrait d'une lettre à la Soc. d'Hist. nat. Berne.
- THURMANN, J. et ETALLON, A. (1861–1864): Lethea Bruntrutana ou études paléontologiques et stratigraphiques sur le Jura bernois N. Denkschr. der Allg. Schweiz. Ges. für die Natf. ges. Natw., 18–20.
- VONDERSCHMITT, L. (1941): Bericht über die Exkursionen der Schweiz. Geologischen Gesellschaft im nordschweizerischen Jura. Eclogae geol. Helv., 34, 2.
- (1942): Die geologischen Ergebnisse der Bohrung von Hirtzbach bei Altkirch (Ober-Elsass). Eclogae geol. Helv., 35, 1.
- WAIBEL, A. (1925): Geologie der Umgebung von Erschwil. Beitr. Geol. Karte Schweiz. NF. 55. Liefg. II. Abt.

## Verwendete Karten

### a) Geologische Karten

- Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200 000, Blatt 2, Basel–Bern. 1942. Publ. Schweiz. Geol. Komm.
- Geologische Karte der Schweiz, 1:100 000, Blatt VII, Porrentruy–Solothurn, 2<sup>e</sup> éd., par L. ROLLIER et KISSLING. 1904. Publ. Schweiz. Geol. Komm.
- Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Blatt 92–95 Movelier–Soyhières–Delémont–Courrendlin. Von W. T. KELLER und H. LINIGER, 1930. Publ. Schweiz. Geol. Komm.
- Carte géologique de la France 1:50 000, Feuille Ferrette, XXXVII–22, 1934. Publ. Comm. d'administration du Serv. de la Carte Géol. d'Alsace et de Lorraine.
- Carte géologique d'Asuel 1:25 000, in: L. ROLLIER (1898) Mat. pour la Carte Géol. Suisse, N. S. VIII<sup>e</sup> livr.
- Geologische Karte des Elsgaus 1:25 000, Handschriftliche Kopie des Originals von HUMMEL (1914). Vgl.: Tektonik des Elsgaus, Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Br., 20.
- Geologische Karte des Mont-Terri-Gebietes 1:25 000, in: P. KELTSERBORN (1944): Beobachtungen im Mont-Terri-Gebiet zwischen Courgenay und Asuel; Eclogae geol. Helv., 37, Nr. 2.

### b) Topographische Karten

- Landeskarte der Schweiz 1:25 000, Blatt 1085 St-Ursanne.
- Siegfriedatlas der Schweiz, 1:25 000, Blätter 88, 89, 90, 91.

### Anmerkung:

Sofern im Text auf die Blätter oder Kartenblätter Miécourt (89), Porrentruy (88), Ocourt (90), und St-Ursanne (91) hingewiesen wird, sind die Blätter des Siegfriedatlas gemeint, die nun alle vier zum Blatt 1085 St-Ursanne der Landeskarte der Schweiz zusammengefasst sind.

## Bemerkungen zu den Tafeln

Den beigegebenen Tafeln I–III liegt die Kartierung auf der Topographie des Blattes Miécourt (89) und des Nordrandes von Blatt St-Ursanne des «Plan d'ensemble 1:10000» des kantonalen Katasteramtes in Bern zugrunde.

### **Taf. I. Tektonische Karte des Gebietes von Siegfriedblatt Miécourt, mit Berücksichtigung des Nordrandes von Blatt St-Ursanne**

Bei dieser Tafel handelt es sich um eine vereinfachte Wiedergabe der geologischen Kartierung. Die Abgrenzungen zwischen Anstehendem und Quartärbildungen (Alluvionen und Gehängeschutt) sind sehr schematisch. Es wurden nur grössere Schuttkomplexe und solche, die wichtige tektonische Störungen überdecken, ausgeschieden. Auf dieser tektonischen Karte gelangen auch grössere Sackungsmassen zur Darstellung. Es wurden nur diejenigen Ortschaften, Höfe, Fixpunkte und Strassen eingezeichnet, welche im Text erwähnt sind, ausgenommen diejenigen des stratigraphischen Teils, auf welche wegen Überlastung des Kartenbildes verzichtet werden musste. Es empfiehlt sich deshalb, bei der Lektüre das Blatt 1085 St-Ursanne der Landeskarte der Schweiz zu benützen, dem alle Zeichnungen entnommen sind.

### **Taf. II. Profilserie durch das Gebiet von Siegfriedblatt Miécourt**

Wie wir später sehen werden, zeigen die Gewölbe starke axiale Verbiegungen; es war deshalb notwendig, die Profilrassen mehrmals abzuwinkeln. Trotzdem konnte es nicht vermieden werden, dass einige Profile manchmal nicht senkrecht zum Streichen liegen und deshalb nicht auf den ersten Blick verständlich erscheinen. Dieser Fall tritt meistens dort ein, wo die Profiltrasse einen Bruch schneidet, der zwei tektonisch verschieden gebaute Gebiete trennt. Zum Verständnis solcher Profile ist es deshalb notwendig, die Tafeln I und III vergleichsweise beizuziehen.

### **Taf. III. Strukturkarte der Gegend von Miécourt**

Diese Karte soll zur Hauptsache die axialen Unregelmässigkeiten und Querverbiegungen darstellen. Für die Konstruktion der Isobathenkarte wurde eine im Felde weithin und gut verfolgbare Grenzschicht gewählt. Trotzdem konnte nicht vermieden werden, dass die Konstruktion an manchen Stellen sehr hypothetisch ist; in den Gebieten, wo zur Hauptsache Dogger entblösst ist, wurde die Grenzfläche Hauptrogenstein/Calcaire roux, und dort wo Malm entblösst ist, die Grenzfläche Naticaschichten/oberes Séquanien gewählt.

## Einleitung

Wie schon im Vorwort bemerkt, befasst sich die vorliegende Arbeit zur Hauptsache mit dem tektonischen Aufbau des Kartengebietes von Miécourt. Die stratigraphischen und paläontologischen Verhältnisse sind bereits eingehend durch THURMANN (1861–1863), GREPPIN (1870), KOPY (1892) und ROLLIER (1876, 1888, 1893, 1895, 1898, 1905, 1911) untersucht worden. Der Keuper-Lias-Kern der Mont-Terri-Kette bildete in neuester Zeit den Gegenstand einer detaillierten Aufnahme durch P. KELTERBORN (1944*a*). Der stratigraphische Teil unserer Arbeit umfasst deshalb nur einen mehr allgemein gehaltenen Überblick mit einigen ergänzenden Detailbeobachtungen.

In all den oben angeführten Publikationen finden sich auch einige tektonische Bemerkungen, doch begnügten sich die Autoren im allgemeinen mit der Feststellung der grossen Züge. So hat bereits MATHEY (1883) ein geologisches Profil der Mont-Terri-Antiklinale im Maßstab 1:5000 durch den Tunnel Courtemaury–St-Ursanne gezeichnet. ROLLIER (1898) veröffentlichte eine geologische Karte des Gebietes von Asuel (Carte géologique d'Asuel 1:25000) und LINIGER (1926) eine tektonische Skizze im Maßstab 1:50000 des gleichen Gebietes. KELTERBORN (1944) fügte seiner Publikation auch eine geologische Karte der Mont-Terri-Antiklinale zwischen Courtemaury und Asuel im Maßstab 1:25000 bei. Auf all diesen geologischen Karten sind wichtige Beobachtungen enthalten. Trotzdem war es notwendig, das Gebiet der Mont-Terri-Kette auf Kartenblatt Miécourt neu zu bearbeiten, da noch viele Fragen ungelöst waren. So galt es namentlich, den Einfluss von alttertiären Störungen auf die jüngere Jurafaltung zu studieren. Die Tektonik des Gebietes von Siegfriedblatt Miécourt erforderte deshalb eine ins einzelne gehende Untersuchung.

## A. Stratigraphie

### I. Trias

#### Keuper

Die ältesten Sedimente, welche auf Kartenblatt Miécourt zutage treten, sind die bunten Mergel und die Dolomite des Keupers. Im Bohrloch Koehli (ca. 1,65 km SSE Cornol Kirche), über das wir anschliessend berichten werden, ist Muschelkalk in 185 m Tiefe erbohrt worden.

Der Keuper unseres Untersuchungsgebietes ist in der Vorbourg- und Mont-Terri-Kette aufgeschlossen, in der letzteren hauptsächlich in zwei Verbreitungsgebieten: ein westliches, kleines bei Voiré und ein östliches, ausgedehntes zwischen Sur Combe und der Malcôte-Störung B 6. Ausserdem findet sich noch ein kleines Keupervorkommen bei Les Vies SW Asuel. In der Vorbourg-Kette konnte Keuper im schmalen Abschnitt zwischen den Verwerfungen B 2 und B 3 festgestellt werden (vgl. Taf. I.).

Gute Keuperaufschlüsse sind in unserem Untersuchungsgebiet selten, da diese Schichtfolge leicht zu tiefgreifenden Rutschungen und Sackungen Anlass gibt. Der schönste Aufschluss befindet sich 1,9 km SSE der Kirche von Cornol (700–800 m NNE Sous les Roches) in der grossen alten Grube von La Gypsière. Hier treten, wie dies bereits KELTERBORN erwähnt, stark gefaltete, bunte Mergel mit 10–20 cm mächtigen, reineren, weissen oder rötlichen Gipslagen zutage. Der ganze Mergelkomplex ist in allen Richtungen von primärem und sekundärem (Faser-) Gips durchadert und nestartig durchschwärmt.

Im Keuperkern der Mont-Terri-Kette (S Cornol) wurden im Zusammenhang mit dem Abbau der Gipsvorkommen im 19. Jahrhundert mehrere Gruben und, wie aus den Briefen<sup>1)</sup> GRESSLYS hervorgeht, auch ein Stollen angelegt.

Ohne die genaue Lage anzugeben, publizierte J. B. GREPPIN zuerst im Jahre 1867 (p. 27) und dann wieder 1870 (p. 16) nach den Angaben GRESSLYS ein Profil des durch die Grabungen erschlossenen Keupers. Danach folgt über dem Muschelkalk («conchylien») ein 6 m mächtiger Dolomit, der sehr wahrscheinlich dem Grenzdolomit zwischen Lettenkohle und Gipskeuper entspricht. Im Hangenden gibt GREPPIN eine Folge von Mergeln mit Gipseinlagerungen und Dolomit- und Sandsteinbänken an, welche wohl dem Gipskeuper angehören und in ihrer Ausbildung mit derjenigen der Nachbargebiete übereinstimmen (W. T. KELLER, 1922; C. SCHMIDT und BRAUN, 1924: Bohrung von Buix).

Dann wurde auch von 1828 bis 1835 durch A. KOEHLI SE Cornol ebenfalls im Keuper-Kern der Mont-Terri-Kette eine Bohrung ausgeführt, mit deren Hilfe man Salz zu finden hoffte. Die Geschichte dieses Unternehmens überlieferte uns F. Koby (1889), und KELTERBORN (1944) fasste sie neuerdings noch einmal zusammen. Daraus geht hervor, dass J. THURMANN lange Jahre nach Beendigung der Bohrung in einer Gesteinsprobe, die in 330 m Tiefe, unter dem Muschelkalk, genommen worden war, Fossilien des Oxfordien feststellen konnte.

Diesen denkwürdigen Befund, an den THURMANN neue tektonische Schlussfolgerungen knüpfte, veröffentlichte er im Jahre 1851 (siehe p. 81). Was nun die Gesamtmächtigkeit des Keupers in der Bohrung KOEHLI anbelangt, so beträgt sie 124 m. Die einige Meter mächtigen Dolomite der Hauptsteinmergel sind bei der Bohrung nicht durchfahren worden. Sie beissen lokal im Liegenden der 40 m mächtigen bunten Mergel des oberen Keupers aus.

<sup>1)</sup> L. ROLLIER 1908, p. 392.



Schliesslich hat THURBERG S Cornol anno 1874 einen 100 Fuss tiefen Schacht<sup>1)</sup> abteufen lassen, in der unerfüllten Absicht, Kohle zu finden. Über all diese Schürfarbeiten orientieren noch die folgenden Publikationen: J. THURMANN (1832, p. 39; 1861–63); L. ROLLIER (1898, p. 7); C. SCHMIDT (1920, p. 38, 110 und 146); DUCRET (1874, p. 174); C. MOESCH (1874, Taf. II, Prof. 5); P. KELTERBORN (1944).

## II. Jura

### 1. Lias

#### a) Rhät, unterer und mittlerer Lias

Die Lias-Aufschlüsse sind ebenfalls auf den Kern der Mont-Terri- und Vorbourg-Kette beschränkt. Zusammenhängende Profile sind leider nicht aufgeschlossen, nur Schürfungen vermögen genauere Auskunft über die Lias-Stratigraphie zu geben.

Im allgemeinen sind im Felde nur die Gryphitenkalkbänke an der Basis und die Posidonienschiefer im oberen Teil des Lias leicht zu verfolgen. Das einzige durchgehende Profil lieferte der Bau eines neuen Waldweges, der von Cornol über P. 655 nach Les Rondins führt.

Bei Kote 710 beschreibt der Weg eine Kurve. Hier beobachtete A. BUXTORF (1910, p. 361) folgendes Keuper-Lias-Profil (die Aufschlüsse sind heute leider überschüttet und der Beobachtung nicht mehr zugänglich):

#### Profil von A. BUXTORF:

- |              |  |
|--------------|--|
| a) 5–8 m     | Mergel mit flachen Kalkknollen: Jurensismergel.                                    |
| b) 12 m      | Posidonienschiefer. An der Basis zwei Stinkkalkbänke.                              |
| c) 10 m      | Knollige Kalkbänke, Obliquaschichten, Mittellias.                                  |
| d) 10–12 m   | Obtusustone.   |
| e) 1,5–2,5 m | Gryphitenkalke.  |
| f) 4 m       | Schwarze Tone und dünne Sandsteinbänke mit schlecht erhaltenen Zweischalern, Rhät. |
| g)           | Gelbe dolomitische Keupermergel.   |

Sandsteine, die sehr wahrscheinlich zum Rhät gehören, können öfters im Schutt angetroffen werden (so z. B. 700 m SW La Malcôte und südlich Le Gy), 1 km S Asuel,

Die Gesamtmächtigkeit des Lias beträgt nach BUXTORF rund 45 m. Der Lias, im besondern die Posidonienschiefer, der Mont-Terri-Kette wurde von P. KELTERBORN (1944) während des Krieges 1939 bis 1945 eingehend untersucht. Nach diesem Autor beträgt die Liasmächtigkeit 70–80 m. Welches die wirkliche Mächtigkeit des Lias ist, kann bis jetzt noch nicht entschieden werden, doch scheint uns, dass die Mächtigkeitsangabe von KELTERBORN zu gross ist, da der Lias S Derrière Mont Terri und unweit davon bei Sur Combe, wo KELTERBORN die Messungen durchführte, durch Stauchungen, kleinere Verbiegungen und Sackungen stark gestört ist. Die Messungen von A. BUXTORF entsprechen wohl eher der wirklichen Mächtigkeit, da sie in einem relativ ungestörten Gebiet gewonnen wurden. In unseren Profilen ist deshalb für die Mächtigkeit des Lias rund 50 m angenommen worden.

Der fossilreichste Horizont des Lias ist in unserem Untersuchungsgebiet die Gryphitenkalkserie mit Gryphaeen und Arietiten in grosser Zahl. Auf das Vorkommen der Foraminiferengattung *Spirulina* im unteren Lias macht J. SCHWEIGHAUSER (1951) aufmerksam. Auf den Schichtflächen der Posidonienschiefer treten häufig *Inoceramus dubius* Sow. und *Harpoceraten* auf. KELTERBORN beschreibt ferner noch an der Basis der bituminösen Schiefer dünnblättrige Lagen voll kleiner Bivalvenreste, bei denen es sich zum Teil um *Posidonia Bronni* VOLTZ handeln soll. In den Posidonienschiefern sind honigbraune Chitinreste auf den Schichtflächen zu beobachten. Sie werden von KELTERBORN als Fischreste (Schuppen, Flossenstrahlen etc.) gedeutet. Belemniten treten häufig an der Basis der Posidonienschiefer auf.

<sup>1)</sup> Siehe Fussnote p. 46.

## b) Opalinustone (Aalénien)

Die Opalinustone sind, wie überall, schlecht aufgeschlossen. Die genaue Angabe der Mächtigkeit stösst auf Schwierigkeiten, da die Tone überall Rutschungen und Sackungen verursachen (z. B. Sackungsmassen von La Tiau [Cornol], von Maison dessous und bei Les Rondins). Die relativ weichen Sedimente verhalten sich bei der Faltung plastisch. Sie sind öfters ausgequetscht oder stark angehäuft und geben Anlass zu disharmonischer Faltung. KELTERBORN (1944) gibt für die normale Mächtigkeit der Opalinustone 150 m, LAUBSCHER hingegen nur 80 m an.

Im Tunnel von St-Ursanne-Courtemaury beträgt die Mächtigkeit der Opalinustone – gemessen am Profil von MATHEY (1883) – 180 m und im Tunnel von Glovelier (Siegfriedblatt St-Ursanne) nur 80 m. Die Verhältnisse bei Glovelier dürften dem normalen Wert am nächsten kommen, da dort die Tektonik nicht so kompliziert ist wie zwischen St-Ursanne und Courtemaury. Wir haben deshalb für die normale Mächtigkeit der Opalinustone 80–100 m angenommen. Dieser Wert entspricht auch am besten den Mächtigkeiten, die bei der Profilkonstruktion in relativ ungestörten Gebieten erhalten wurde.

Ausserordentlich grosse Mächtigkeiten der Tone ergaben sich bei der Profilkonstruktion im S-Schenkel der Mont-Terri-Kette (Prof. 10–19, Taf. II). Versteckte kleinere Störungen, Sackungen und Ondulationen, welche im Gelände nicht erfasst werden können, dürften wohl hier, wie auch im Lias, eine Rolle spielen.

## 2. Dogger

Der Dogger des Untersuchungsgebietes lässt sich nach den gleichen lithologischen Merkmalen gliedern, die schon von LAUBSCHER (1949) verwendet wurden.

- a) Unterer Dogger,
- b) Hauptrogenstein,
- c) Calcaire roux-sableux und Callovientone,
- d) Dalle nacrée und Fer sous-oxfordien.

Für die Unterteilung unterer Dogger-Hauptrogenstein ergeben sich die gleichen Probleme wie im S anschliessenden Gebiet von St-Ursanne (LAUBSCHER, p. 5). Auch wir halten uns an eine lithologische Unterteilung, da eine paläontologisch begründete – in Bajocien und Bathonien – bis jetzt noch nicht möglich ist.

### a) Unterer Dogger (oberes Aalénien bis unteres Bajocien; 50–70 m)

Der untere Dogger besteht aus einer Folge von dunkeln Kalken mit eisenoolithischen Einlagerungen und teilweise mächtigen Mergellagen. Ein gutes Detailprofil lässt sich am S-Schenkel der Mont-Terri-Kette bei Sous les Roches studieren (vgl. LAUBSCHER, p. 4). Der obere Teil des unteren Doggers besteht aus wulstig gebankten Kalken, welche rostig anwittern. Anschliessend, im unteren Teil, folgen fossilreiche Kalkbänke mit mächtigen Mergelzwischenlagen. Die untersten Bänke sind reich an Eisenoolithen und dürften den Murchisonae-Schichten entsprechen.

Der Übergang der Schichten des unteren Doggers zum kompakten Hauptrogenstein ist an der Strasse Les Malettes-Cornol im S-Schenkel der Mont-Terri-Kette zu sehen. Ein detailliertes Profil wurde von LAUBSCHER beschrieben.

### b) Hauptrogenstein

#### 1. Unterer Hauptrogenstein (oberes Bajocien bis unteres Bathonien; 100–135 m)

Charakteristisch für den unteren Hauptrogenstein ist seine oolithische Struktur, das Auftreten von Korallen und verkieselten Fossilien auf den Schichtoberflächen (M. MÜHLBERG, 1900, p. 310).

Ein gutes Profil vom unteren Hauptrogenstein findet sich am S-Rand unseres Aufnahmegebietes ca. 800 m NNE Les Malettes an der Strasse nach Cornol. Es wurde bereits von LAUBSCHER (1949, p. 5)

beschrieben. Ein weiteres gutes Profil ist an der neuen Strasse Les Rangiers-Grangiéron freigelegt. Wir finden dort von oben nach unten:

- a) 10,5 m Fein- bis groboolithische Kalke mit zwei Austernbänken. Schichtoberfläche meistens verkieselt.
- b) 7 m Oolithische Kalke. Weiss verkieselte Fossiltrümmer auf schwarzgrauem, verwitterndem Untergrund. Dünne Mergelsteinlagen.
- c) 9 m Feinoolithische bis dichte Kalkbank.
- d) 30 m Einzelne Bänke vorwiegend groboolithisch und aus Schalenresten aufgebaut (Echinodermenbreccie). Grössere Ooide in Nestern vorkommend. Schichtoberfläche mit verkieselten Fossiltrümmern (Pectiniden).
- e) 1 m Korallogene und stark kalzitisierte Bänke (entspricht lithographisch der Bank h des Profils bei Koord. 249,1/582,3, das von LAUBSCHER auf p. 5 oben beschrieben wurde).
- f) 15 m Spätige, oolithische Kalke mit Rostadern und zum Teil verkieselter Schichtoberfläche. An der Basis Bänke bestehend aus Austern und Schalenresten.
- g) Unterer Dogger im Schutt.

Die von LAUBSCHER festgestellten, verkieselten Knollen konnten nicht gefunden werden, dafür aber Verkieselungen auf Schichtflächen und von Fossilien im gesamten unteren Haupttrogenstein.

Besonders stark verbreitet sind die Verkieselungen bei Vacherie Mouillard (Koord. 574,2/247,0, Siegfriedblatt Ocourt).

Eine auffällige Ausbildung des Haupttrogensteins ist in einem Steinbruch südlich Cornol (Koord. 579,9/249,7) feststellbar. Wir beobachten eine Repetition von cm-mächtigen schwarzen Mergeln, die über braunem Kalkoolith in dunkelgraue, dichte Kalke übergehen. Es scheint sich um eine lokale Bildung zu handeln.

## 2. Acuminataschichten (10–15 m)

Oberer und unterer Haupttrogenstein werden lithologisch durch die Acuminataschichten getrennt. Über den kompakten oolithischen Kalken des unteren Haupttrogensteins folgt eine 10–15 m mächtige Serie von Mergeln und Kalkbänken in Wechsellagerung. Einzelne Kalkbänke werden ausschliesslich von *Ostrea acuminata* Sow. erfüllt. *Homomya gibbosa* Ag. tritt häufig in diesen Mergelschichten im SE unseres Untersuchungsgebietes auf, ähnlich wie im Delsbergerbecken (LINIGER, 1925). Wir können deshalb die Acuminataschichten in Zusammenhang bringen mit den Homomyen-Schichten der östlichen Gebiete.

## 3. Oberer Haupttrogenstein (20–30 m)

Dieser Komplex zeichnet sich durch besonders starken Wechsel in der lithologischen Beschaffenheit aus. Dichte, fein- bis groboolithische und fossilreiche Bänke lösen sich in rascher Reihenfolge ab. Im Gegensatz zum unteren Haupttrogenstein sind die Bänke viel weniger dick, teilweise sogar plattig. Kreuzschichtung ist im oberen Haupttrogenstein besonders stark ausgebildet.

Die künstlichen Aufschlüsse an der Strasse Les Rangiers-Grangiéron zeigen folgendes Profil des oberen Haupttrogensteins (a das jüngste):

- a) 5,5 m Feinoolithische, gelbbraune Kalkbänke.
- b) 2,5 m Groboolithische Kalke mit Fossiltrümmern.
- c) 0,2 m Fossilreiche Bank, wulstige, mit Kalzitkrusten versehene Verhärtungsfläche.
- d) 4,0 m Feinoolithische Kalkbänke.
- e) 1,0 m Mergel und Mergelkalke mit Fossilien.
- f) 0,5 m Brauner Kalk mit runden, regelmässig verteilten Oolithen. Verhärtungsfläche, mit Austern besiedelt.
- g) 5,0 m Oolithische Kalke. Schichtoberfläche mit Kalzitkrusten und Fossiltrümmern.
- h) Acuminataschichten.

Ein weiteres gutes Profil findet sich ausserhalb unseres Kartierungsgebietes an der Strasse Develier bis Les Rangiers bei P. 705.66 (Siegfriedblatt Delémont). Es zeigt:

- a) Kompakte, oolithische Kalke mit schwacher Kreuzschichtung (vereinzelt Brachiopoden und Nerineen). Die oberste Bank ist stark angebohrt. Darüber folgen die lithologisch leicht erkennbaren Sedimente des Calcaire roux.
- b) 2,6 m Gelbe Mergel.
- c) 6 m Kompakte, oolithische Kalke mit typischer Kreuzschichtung. Die oberste Schichtfläche weist vereinzelte Austern und Pholadenlöcher auf (Omissionsfläche).
- d) 1,6 m Gelbe und graue Mergel.

- e) 4 m            Kompakte, oolithische Kalke. Die oberste Schichtfläche mit Austern dicht besiedelt, teilweise auch angebohrt (Omissionsfläche).
- f) 1,4 m        Mergel mit 10–20 cm mächtigen Kalkbänken.
- g)              Acuminataschichten.

Einige Meter oberhalb der Acuminataschichten hat LAUBSCHER (1949, p. 6) östlich Outremont (Koord. 579,9/247,85) die erste von Austern besiedelte Omissionsfläche des oberen Hauptrogensteins festgestellt. Ganz ähnliche Verhältnisse beobachtet man beim Profil Les Rangiers–Grangiéron und beim Profil an der Strasse Develier–Les Rangiers.

SCHMASSMANN (1945, p. 139) hat im oberen Hauptrogenstein der Nordschweiz verschiedene angebohrte und mit Austern besiedelte Gesteinsoberflächen (Omissionsflächen) angetroffen, die er für die Parallelisierung der einzelnen Profile verwendet hat. Ob die Verhärtungen und Omissionsflächen des oberen Hauptrogensteins auch im westlichen Jura zur Parallelisierung verwendet werden dürfen, erscheint uns fraglich; auffallend ist jedoch, dass die erste Omissionsfläche im oberen Hauptrogenstein (Austernbank) über mehrere Kilometer verfolgbar ist.

#### c) Calcaire roux-sableux und Callovientone (Unteres Callovien, 20 m)

Die obersten Bänke des oberen Hauptrogensteins sind meistens angebohrt (vgl. Profil Develier–Les Rangiers). Darüber folgt der Calcaire roux, eine Wechsellagerung von Mergeln und gelbbraunen Kalken mit Chaillen und Knauereinlagerungen. Der Verwitterungsrückstand der Calcaire-roux-Schichten ist immer rotbraun gefärbt.

Das beste Profil unseres Gebietes, N Les Malettes an der Strasse nach Cornol, wurde bereits von LAUBSCHER beschrieben (1949, p. 7).

Das Hangende des Calcaire roux-sableux sind die Callovientone. Sie sind im ganzen Untersuchungsgebiet vorhanden und verraten ihre Anwesenheit meistens durch sumpfigen, tonigen Boden. Zwei künstliche Aufschlüsse, der eine 100 m NE P. 939.6 NW Montgremay, der andere am Weg S Bois Juré (1 km E Pleujouse) lassen erkennen, dass die Callovientone makroskopisch von den Oxfordtonen kaum unterschieden werden können. Erst die mikroskopische Untersuchung erlaubt eine Trennung (vgl. W. MOHLER, 1938).

#### d) Dalle nacrée und Fer sous-oxfordien (Oberes Callovien, 30–40 m)

Die Dalle nacrée besteht an der Basis zur Hauptsache aus gelblichen, grauen, feinoolithischen bis feinbrecciösen Kalken, welche weisse Kieselschnüre oder -bänder aufweisen. Im oberen Teil treten die typischen dünnplattigen, grobspätigen Echinodermenbreccien auf. Einzelne Bänke bestehen grösstenteils aus Stielgliedern von *Pentacrinus*.

Das Fer sous-oxfordien liegt an der Grenze gegen das Oxfordien als dünne, eisenoolithische Schicht, welche aber nicht überall feststellbar ist.

### 3. Malm

Der untere Teil des Malm, vom Oxfordien bis und mit dem mittleren Séquanien, lässt sich leicht gliedern. Im oberen Teil ist die Unterteilung schwieriger, da hier fast ausschliesslich nur dichte Kalke vorherrschen.

Wir unterscheiden von unten nach oben nach lithologischen Merkmalen:

- a) *Oxfordien*    1. Renggeritone,  
                    2. Terrain à chailles.
- b) *Rauracien*    1. Unteres Rauracien,  
                    2. Mittleres Rauracien,  
                    3. Oberes Rauracien.
- c) *Plattige Kalke*.
- d) *Unteres und mittleres Séquanien*.



- e) *Oberes Séquanien und unteres Kimmeridgien*. Eine rund 100 m mächtige Kalkserie. Einzelne charakteristische lithologische Horizonte ermöglichen eine nähere Unterteilung (vgl. p. 9/10).
- f) *Oberes Kimmeridgien*. Es wird vom unteren durch einen fossilreichen Mergelhorizont (die sog. Pterocera-Mergel) getrennt. Zum oberen Kimmeridgien gehört auch noch das Hypovirgulien, das Liegende der Virgula-Mergel.

**a) Oxfordien** (ca. 80 m)

Das Oxfordien des Untersuchungsgebietes lässt sich – wie bekannt – in die Renggeritone und das Terrain à chailles unterteilen.

Gute Aufschlüsse sind selten. Comben, Wiesenzone und Rutschgebiete weisen öfters auf das Vorhandensein der Tone hin. Grössere Sackungen und Rutschungen treten in der Oxfordzone des S-Schenkels der Mont-Terri-Kette E und SE Asuel sowie S der Ortschaft bei Montbréji und etwa 1 km E davon auf.

Einen schönen Aufschluss der Renggeritone beobachtet man zur Zeit in einer Grube S des Hofes Fontaine (Koord. 584,28/253,3), in der NW-Ecke unseres Blattes. Die typischen, pyritisierten Oxfordien-Ammoniten sind hier häufig. Gute Aufschlüsse im Terrain à chailles fehlen jedoch.

Die Aufschlüsse im Oxfordien zerfallen sehr rasch. So beschreibt HUMMEL (1914, p. 4) bei P. 626, 500 m östlich Cornol einen 50 m mächtigen und 50° N-fallenden Oxfordienaufschluss, der leider nicht mehr zu sehen ist. Ferner erwähnt Koby (1889, p. 19) in der Nähe des Hotels Lion d'Or bei Cornol eine Quelle, die über Oxfordienmergeln austritt. Auch dieser Aufschluss konnte nicht mehr gefunden werden. Da diese Quelle bereits im autochthonen Vorland der Mont-Terri-Kette liegt (vgl. Fig. 7), ist es sehr unwahrscheinlich, dass hier noch Oxfordien aufgeschlossen ist. Oxfordien ist auch noch bei St-Gelin (1 km SW Cornol) aufgeschlossen, ist aber vermutlich als abgerutscht zu betrachten.

**b) Rauracien**

1. *Unteres Rauracien* (15–20 m)

Es zeigt die im NW Jura überall auftretende korallogene Fazies; Wechsellagerung von dunkelgrauen Mergeln und Kalken mit weissen verkieselten Fossilresten; hauptsächlich Korallen und Crinoidenfragmente (*Millericrinus* etc.).

2. *Mittleres Rauracien* (40–50 m)

Es tritt in der gleichen Ausbildung auf wie auf Blatt St-Ursanne (vgl. LAUBSCHER, 1949, p. 8). An der Basis weisse, grobolithische Kalke mit vereinzelt Verkieselungen. Gegen oben werden die Ooide kleiner und treten immer mehr zurück.

3. *Oberes Rauracien* (ca. 20 m)

Die klotzigen, weissen, dichten Kalke des oberen Rauracien enthalten häufig Korallenstöcke. Wo Korallen fehlen, ist das obere Rauracien kreidig und ziemlich weich im Vergleich zum Liegenden und Hangenden.

**c) Plattige Kalke** (ca. 20 m)

Über den klotzigen Korallenkalken des oberen Rauracien folgt eine gutgebankte Schichtfolge, welche schon seit langem mit dem neutralen Ausdruck: «Plattige Kalke» bezeichnet wird. Die stratigraphische Zuteilung dieser hellen dichten Kalke ist umstritten. Einzelne Autoren (z. B. LINIGER, 1925) stellen sie zum Rauracien und andere zum Séquanien (GRAHMANN, 1920).

**d) Unteres und mittleres Séquanien** (ca. 40–50 m)

Die Aufschlussverhältnisse im unteren und mittleren Séquanien sind sehr schlecht. Das Studium der Gesteine im Schutt zeigt, dass auch für das Siegfriedblatt Miécourt die folgende, in den anschliessenden Gebieten erkannte Unterteilung gilt.



## 1. Naticaschichten (unteres Séquanien)

An der Basis sind graue bis dunkelgraue Kalke und Mergelkalke vorherrschend. In den hangenden Schichten treten vorwiegend graue bis gelbe, fette Mergel auf. Im Schutt erkennt man öfters braune, oolithische oder auch graublaue, lumachellose Gesteine. Die Dünnschliffe zeigen häufig die von MOHLER (1938) beschriebene *Pseudocyclammia sequana* (MERIAN). Gegen oben finden sich grobbrecciöse Kalke, in denen öfters eckige, dichte, graue Kalke aufgearbeitet sind (vgl. HUMMEL, 1914, p. 11, und LAUBSCHER, 1949, p. 9).

Im SE des Untersuchungsgebietes werden die Naticaschichten gegen oben durch eine rund 3 m mächtige Mumienbank abgeschlossen. Bei Cornol konnte ebenfalls noch ein Kalk mit vereinzelt Mumien nachgewiesen werden. Weiter im W und im Gebiet der Morimont-Antiklinale sind keine Mumienbänke mehr feststellbar. GRAHMANN (1920, p. 18) hat die Kalke mit Mumien nur E einer etwa vom Dorf Winkel nach Lützel verlaufenden Linie nachgewiesen. Diese Linie tritt ungefähr bei Mont Lucelle in unser Untersuchungsgebiet ein, biegt dann nach W ab und verläuft ungefähr WSW. In der Ajoie, N und W dieser Linie, fehlt die Mumienbank; sie wird auch von HUMMEL nirgends erwähnt.

## 2. Humeralisschichten (mittleres Séquanien)

Diese Zone enthält zur Hauptsache gelbe, kalkige Mergel. Vereinzelt treten Lumachellenbänke auf. Der Übergang der Humeralisschichten in die Kalke des oberen Séquanien ist nur an einer einzigen Stelle in unserem Untersuchungsgebiet aufgeschlossen (siehe Profil Vacherie Mouillard im nächsten Abschnitt).

### e) Oberes Séquanien und unteres Kimmeridgien (ca. 100 m)

Das obere Séquanien und das untere Kimmeridgien bestehen fast ausschliesslich aus grauen oder braun-gelben, dichten, fossilarmen Kalken mit muscheligen Bruch. Bei genauem Studium der einzelnen Profile konnten für unser Untersuchungsgebiet drei lithologisch charakteristische Horizonte in dieser 100 m mächtigen Kalkserie nachgewiesen werden.

Rund 40–45 m oberhalb der Humeralisschichten beginnt eine 3–5 m mächtige, weisse Kalkserie, die leicht zu eckigen Brocken zerfällt. In den folgenden Profilen wird sie als **Bank A** bezeichnet. THURMANN (1861–1863, p. 31 und 37) beschreibt diese Bank im Epiastartien supérieur (oberes Séquanien). In der Arbeit von HUMMEL (1914, p. 12) bilden die weissen Kalkbänke den oberen Abschluss des Séquanien.

Ungefähr 20 m unterhalb der Pterocera-Mergel tritt abermals eine 3–5 m mächtige, weisse Kalkbank auf, die zum Unterschied von Bank A viele Nerineen enthält. Sie wird als **Bank B** bezeichnet und ist hauptsächlich im E des Untersuchungsgebietes gut ausgebildet.

Der dritte lithologische Leithorizont (in den Profilen als **Bank C** bezeichnet) ist ein 3 m mächtiger, brauner, brecciös-oolithischer Kalk mit Fossilresten, der ungefähr 7–9 m unterhalb der Pterocera-Mergel auftritt.

Diese charakteristischen Bänke erleichtern hauptsächlich die Kartierungsarbeit und sollten nur in diesem Sinne verwendet werden, nicht aber zur Trennung von Séquanien und Kimmeridgien, denn es handelt sich um eine rein lithologische Unterscheidung. Ein einzelner Aufschluss darf in keinem Fall entscheiden, da kleinere, lokal begrenzte fazielle Änderungen öfters zu beobachten sind. So können zum Beispiel auch im oberen Séquanien einzelne oolithische und auch weisse Kalke auftreten.

Da gute Profile im oberen Malm selten sind, seien die besten hier im Detail aufgeführt.

Profil bei Vacherie Mouillard (Koord. 574,2/247) ca. 500 m NE des gleichnamigen Hofes an der Strasse nach Courgenay. Die Schichten gehören zum N-Schenkel der Mont-Terri-Antiklinale; sie fallen ungefähr mit 60° nach N ein. Entlang der Strasse folgt N vom steilstehenden Rauracien eine Schuttzone, die den Naticaschichten entspricht (ca. Kote 745). Hierauf finden wir, der Strasse abwärts folgend, von den ältern zu den jüngern Schichten folgendes Profil:

- |           |  |
|-----------|--|
| a) 2,5 m  | Graue Kalke mit Lamellibranchiern und Oolithnestern.   |
| b) 0,8 m  | Mergel und Mergelkalke mit Lamellibranchiern und Brachiopoden ( <i>Zeilleria humeralis</i> ROEM); im Dünnschliff: <i>Pseudocyclammia sequana</i> (MERIAN). |
| c) 23,4 m | Vorwiegend graue, dichte Kalke. An der Basis noch <i>Pseudocyclammia</i> führend.  |
| d) 1 m    | Fossilreiche Bank. Grauer Kalk mit viel Lamellibranchiern.   |
| e) 10 m   | Vorwiegend graue bis grauschwarze Kalke mit muscheligen Bruch.   |

- f) 9 m Gelbe bis braune, dichte Kalke mit muscheligen Bruch.
- g) 5 m Bank A: Weisse bis weissgelbe Kalke, die leicht in eckige Brocken zerfallen. Vereinzelt Nerineen.
- h) 3,5 m Kalke mit grösseren und kleineren Ooiden in gelbbrauner Grundmasse.
- i) 2,6 m Grau-gelbliche, dichte Kalke mit muscheligen Bruch.
- j) 16 m Vorwiegend graue, dichte Kalke mit muscheligen Bruch.
- k) 4,5 m Bank B: Weissgelbe bis gelbe, oolithische Kalke mit viel Nerineen.
- l) 1 m Dichte, gelbbraune Kalke mit muscheligen Bruch.
- m) 6,5 m Graue Kalke mit muscheligen Bruch.
- n) 3 m Bank C: Oolithische Kalkserie mit Fossilien, Lamellibranchiern und *Trichites*.
- o) 9 m Graugelbe, schwach oolithische, teilweise dichte Kalke mit muscheligen Bruch.
- p) Pterocera-Mergel.

Die Grenze zwischen mittlerem und oberem Séquanien befindet sich zwischen *b* und *c*. Die Grenze zwischen oberem Séquanien und unterem Kimmeridgien würde nach HUMMEL zwischen *g* und *h* liegen.

In einem Trockental bei Essert Derrière, 1,7 km E der Kirche von Cornol, ist im überkippten und überschobenen Malm-Nordschenkel der Mont-Terri-Kette von den ältern zu den jüngern Schichten folgendes Profil feststellbar:

- a) Gelbe Mergel des mittleren und unteren Séquanien.
- b) ca. 35 m Vorwiegend graue und graugelbe Kalke mit muscheligen Bruch.
- c) ca. 5 m Bank A: Weisse bis hellgelbe Kalke, die in eckige Brocken zerfallen (einzelne Nerineen).
- d) ca. 45 m Vorwiegend graue, dichte Kalke mit muscheligen Bruch. Serie nicht durchgehend aufgeschlossen. Sollte Bank B enthalten.
- e) ca. 3 m Gelbbraune, oolithische, fossilreiche Kalke mit Calcitdrusen Bank C.
- f) ca. 10 m Vorwiegend graue, graugelbe, teilweise feinkörnige Kalke mit mattem Bruch. Vereinzelt Lamellibranchier.
- g) Pterocera-Mergel, kenntlich an Trümmern im Schutt, bilden eine flache Combe.

Profil bei Le Montillat, an der Strasse Fregiécourt-Pleujouse, im SE-Schenkel der kleinen Antiklinale von Fregiécourt (Gewölbe I auf Taf. III); Schichtfolge von unten nach oben:

- a) 1,5 m Zum Teil recht helle, fast weisse, dichte Kalke, welche in eckige Brocken zerfallen. Bank B.
- b) 11 m Vorwiegend grauweisse und gelbliche, dichte Kalke mit muscheligen Bruch.
- c) 1,5 m Grauweisse und gelbbraune, oolithische Kalke mit Lamellibranchiern; Bank C.
- d) 2 m Zuckerkörniger Kalk.
- e) 0,5 m Grauweisse bis graugelbe Mergelkalke.
- f) Pterocera-Mergel.

An der Strasse Charmoille-Lützel konnte die Bank A im grossen Steinbruch 250 m ENE La Touillère (Koord. 583,9/252,6) festgestellt werden. Darüber folgen 20 m graue, dichte Kalke mit muscheligen Bruch. Die Bank B ist in einem weiteren Steinbruch bei der Abzweigung des Weges nach dem Hofe Fontaine bei Koord. 252,7/584,03 aufgeschlossen. Hier stehen weisse Kalke mit Nerineen und Bolustaschen an. Das Hangende dieser Serie tritt von hier SW der Strasse Charmoille-Lützel, 300 m E La Touillère zutage. Bei ca. Kote 585 können braungelbe, oolithische, fossilreiche Kalke der Bank C festgestellt werden. Darüber folgen zwischen Kote 590 und 600 die Pterocera-Mergel und das obere Kimmeridgien.

Diese drei Horizonte A, B und C sind nur im N der Mont-Terri-Kette zu beobachten. Im SE ist die lithologische Gliederung bedeutend schwieriger durchzuführen, da die Aufschlüsse im oberen Séquanien und unteren Kimmeridgien schlechter sind.

LAUBSCHER hat im oberen Séquanien oolithische Bänke gefunden, welche er für den Abschluss des Séquanien gegen das Kimmeridgien benützt hat. W Les Bruyères und bei Le Gy (E bzw. SSE Asuel) konnte ebenfalls eine ca. 2–3 m mächtige, oolithische Kalkbank gefunden werden. Sie liegt ungefähr 35 bis 40 m über den Humeralisschichten. Es bleibt jedoch fraglich, ob diese Oolithe an einen festen Horizont gebunden sind oder ob sie nestartig in verschiedenen Niveaux auftreten.

#### f) Oberes Kimmeridgien (bis 50 m mächtig)

Die Pterocera-Mergel trennen das obere Kimmeridgien vom unteren. Diese Serie besteht fast ausschliesslich aus fossilreichen Mergeln und Mergelkalken. Das Leitfossil ist *Pterocera oceani* DELB., ausserdem findet man fast alle Vertreter der altbekannten Kimmeridgien-Fauna (vgl. J. THURMANN, 1861–1863, p. 51; J. B. GREPPIN, 1854, p. 106). Schöne Aufschlüsse unseres Untersuchungsgebietes zeigen sich im

SE-Teil des Siegfriedblattes Porrentruy (Koord. 249,45/574,9 und 249,1/575,72). Die Pterocera-Mergel sind aber auch im Gebiet N Miécourt und bei Fregiécourt aufgeschlossen. Sie sind für den kartierenden Geologen ein wichtiger Leithorizont.

Das obere Kimmeridgien kann lithologisch leicht vom unteren unterschieden werden. Es besteht aus grauweißen Kalken mit winzigen, grünlichen Mergelzwischenlagen. Einzelne Kalkbänke sind reich an Nerineen, andere führen oft runde Silexknollen; die letzteren treten hauptsächlich in den unteren Lagen auf. Im Gebiete der Morimont-Antiklinale werden die einzelnen Kalkbänke des unteren Kimmeridgien einige Meter mächtig; im W, zum Beispiel bei Vacherie Mouillard (4 km SW Courgenay) sind sie eher dünnbankig.

Bei Le Montillat, am S-Schenkel der kleinen Antiklinale von Fregiécourt, lässt sich von unten nach oben folgendes Profil im oberen Kimmeridgien messen, als Fortsetzung des Profiles auf p. 10:

- |    |          |   |
|----|----------|---|
| a) |          | Pterocera-Mergel.   |
| b) | 1 m      | Grauweiße Mergelkalke mit grünlichen Mergelzwischenlagen. |
| c) | 3 m      | Gelbbraune Kalke mit muscheligen Bruch und Silexknollen.  |
| d) | 1,2 m    | Grauweiße Kalke mit grünlichen Mergelzwischenlagen.       |
| e) | ca. 20 m | Grauweiße und gelbbraune, dichte Kalke.                   |

### III. Tertiär

#### 1. Übersicht und Gliederung

Auf Kartenblatt Miécourt sind die tertiären Ablagerungen im Raum Courgenay–Cornol–Fregiécourt–Charmoille–Miécourt–Alle relativ häufig, im übrigen Teil aber ausserordentlich selten. Das Tertiär ist also, von wenigen Ausnahmen abgesehen, auf das schwach gefaltete Gebiet N der Mont-Terri-Kette beschränkt.

Eocaen: Die ältesten Tertiärsedimente des Untersuchungsgebietes sind die eisenreichen, roten Bolustone mit Bohnerz, in Taschen und Spalten des oberen Malm auftretend; ferner Süßwasserkalke und Konglomerate (Conglomerat de Daubrée). Die letzteren enthalten in einer Grundmasse von Süßwasserkalk (häufig durch Bolus rotgefärbt) Gerölle mesozoischer Gesteine und Bohnerzkörner. Alle diese älteren Sedimente treten in der Ajoie nur vereinzelt auf. Sie sind, entsprechend anderen Bohnerzvorkommen des Jura dem Eocaen zuzuweisen. Ebenfalls als eocaene Bildungen kann man die rotgefärbten Reibungsbreccien mit Boluston in Verwerfungsklüften betrachten.

Oligocaen: Das Oligocaen besteht zur Hauptsache aus einer Wechsellagerung von Küstenkonglomeraten (Gompholithe d'Ajoie), Kalksandsteinen (Calcaire à Cerithes d'Ajoie), blauen, kalkarmen Mergeln, glimmerhaltigen Sanden und Sandsteinen. Die besten Aufschlüsse in unserem Untersuchungsgebiet finden sich bei Courgenay, Sous Plainmont, Courtemautruy und Paplemont (vgl. Fig. 1, p. 14). Östlich davon sind am N-Rand der Mont-Terri-Kette zwischen Paplemont und Fregiécourt nur vereinzelt glimmerige Sande und Sandsteine aufgeschlossen. Bei Fregiécourt selber und ENE Charmoille treten dann wieder schöne Oligocaenvorkommen auf, während sich bei Miécourt nur spärliche Reste eines vermutlich oligocaenen Kalksandsteines finden.

Mio-Pliocaen: Das Miocaen konnte bis jetzt in der Ajoie nicht nachgewiesen werden, hingegen liegen ausgedehnte Pliocaen-Ablagerungen (Vogesenschotter und Vogesensande) im Raum Fregiécourt–Charmoille und bei La Montoie ca. 1,5 km NE Cornol.

Allgemeines: Es sei hier deutlich vermerkt, dass das Tertiär der Ajoie bereits von THURMANN (1853, 1861–1863), GRESSLY <sup>1)</sup> (1853), GREPPIN (1854), KILIAN (1884), ROLLIER (1893, 1897), HUMMEL (1914)

<sup>1)</sup> Bei der Publikation von GRESSLY handelt es sich um eine während langer Zeit in Vergessenheit geratene Arbeit, die neuerdings von DURHAM (1944) wieder entdeckt wurde. GRESSLY erwähnt darin einige interessante Tertiärvorkommen, welche heute nicht mehr zugänglich sind. Die Fossilisten, die in der Arbeit aufgeführt sind, können leider nicht verwertet werden, da die Fundorte der einzelnen Fossilien nicht angegeben sind. Es scheint, als ob die in den Listen angeführten Fossilien von verschiedenen Lokalitäten und aus verschiedenen Stufen des Oligocaens stammten.



und A. SCHNEIDER (1960) eingehend untersucht wurde. Eine zusammenfassende Darstellung ist von HUMMEL (1914) gegeben worden.

Die Gliederungen durch die verschiedenen Autoren weichen, was die lithologische Abfolge anbetrifft, nicht wesentlich voneinander ab. Die Altersangaben hingegen sind öfters von Arbeit zu Arbeit verschieden. Die folgende Gegenüberstellung der ältesten und jüngsten Gliederung des Tertiärs in der Ajoie von GRESSLY einerseits und von HUMMEL andererseits veranschaulicht dies besonders deutlich.

Die in der folgenden Tabelle gegebene Unterteilung in A, B, C, D, E und F stammt von GRESSLY; bei HUMMEL haben wir die entsprechenden lithologischen Stufen mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

#### GRESSLY (1853)

- A. Terrain terrestre et fluviatile à galets et sables vogiens avec dents et ossements de rhinocéros.  
(nach GRESSLY = Helvétien)<sup>1)</sup>
- B. Terrain d'eau douce.  
(nach GRESSLY = Helvétien)
- C. Molasse micacée à feuilles.
- D. Marnes jaunes, sables et grès à grains verts et fossiles marins.  
(C und D nach GRESSLY = Aquitanien)<sup>2)</sup>
- E. Marnes bleues et jaunes à écailles de poisson.
- F. Calcaires, grès et marnes jaunes ou gris à fossiles marins avec brèches et gompholithes jurassiques vers leur base reposant sur le Jurassique.  
(E und F nach GRESSLY = Moguntien)<sup>3)</sup>

#### HUMMEL (1914)

- A. Vogesenschotter und Vogesensande von Charmoille und Bonfol.  
(nach HUMMEL = Pontien)
  - B. Nach HUMMEL keine oberoligocaenen und miocaenen Sedimente.
  - C. Bräunliche und graugrüne Kalksande oder sandige Mergel mit reichlichem Glimmergehalt und einigen eingeschalteten härteren Mergelkalkbänken.
  - D. Braune sandige Tone und mergelige Sande, beide mit viel Muskowit-Blättchen und reich an *Ostrea cyathula*.
  - E. Graublaue und graubraune Tone mit Zähnen von *Lamna*, Halitheriumknochen und *Ostrea cyathula*.
  - F. Küstenkonglomerat oder Gompholithes d'Ajoie und die Calcaires à Cérithes d'Ajoie.  
(C, D, E und F nach HUMMEL = Mitteloligocaen = Rupélien und Chattien)
- Eocaene Bildungen nach HUMMEL in der Ajoie selten. Bohnerz und Bohnerztone in Klüften des oberen Malm oder als Liegendes der oligocaenen Sedimente. Umgelagertes Eocaen häufig.

Im folgenden halten wir uns an die Einteilung von HUMMEL und unterscheiden die drei grösseren Gruppen: Eocaen, Oligocaen und Miocaen-Pliocaen.

## 2. Eocaen

Die meisten eocaenen Bildungen wie Bolus, Bohnerz und Huppererde werden allgemein als Verwitterungsrückstände der heute fehlenden Schichten des obersten Malms und vielleicht auch der Kreide angesehen. Die Konglomerate (Daubrée-Konglomerate) und Süsswasserkalke lassen auf Verfrachtung des Verwitterungsmaterials und Ablagerung in Süsswasserseen oder Tümpeln schliessen.

Das Eocaen in der Ajoie ist, wie dies schon HUMMEL und ERZINGER erkannten, grösstenteils der präoligocaenen und präpliocaenen Erosion zum Opfer gefallen. Auf Kartenblatt Miécourt konnten folgende Sedimente unterschieden werden, die dem Eocaen zuzuweisen sind:

### a) Bolus und Bohnerz

Rote Bolusbildungen und Bohnerz liegen auf oberem Kimmeridgien 1 km ENE der Kirche von Charmoille. Dieselben Sedimente finden sich in Taschen und Spalten im oberen Rauracien ca. 100 m WNW La

<sup>1)</sup> Die Altersbestimmungen stammen von K. MAYER-EYMAR.

<sup>2)</sup> Diese offenbar in der Arbeit von GRESSLY zum erstenmal publizierte Altersbezeichnung, hat neuerdings zu Abänderungsvorschlägen für die allgemeine Einteilung des Oligocaens geführt (DURHAM, 1944; DEHM, 1949). Eine Diskussion erfolgt auf p. 18.

<sup>3)</sup> Moguntien = Tongrien und Rupélien = Sannoisien und Rupélien.

Touillère (Koord. 583,6/252,63), ferner im unteren Kimmeridgien an der Strasse ca. 200 m NE La Touillère (Koord. 583,90/252,68). Hierzu vgl. p. 53.

NE St-Gelin (SW Cornol; vgl. Fig. 7, p. 40) treten im Gehängeschutt Bohnerzkörner und Bolus zusammen mit Daubrée-Konglomeraten und Süsswasserkalken auf. Im Dünnschliff der Süsswasserkalke ist viel aufgearbeitetes Malmmaterial zu erkennen. Aus diesem Gebiet erwähnt GRESSLY (1853) ein Vorkommen von rötlichem Mergel auf einem kleinen Hügel zwischen St-Gelin und Cornol und schreibt ausdrücklich, dass es sich nicht um siderolithische, sondern um Süsswasserbildungen des Helvétien (mittleres Miocaen) handle. Die von uns hier beobachteten Gesteine lassen sich aber, wie oben bemerkt, alle dem Eocaen zuteilen. Ebenfalls zu den Bolusbildungen rechnen wir grünliche Mergel und Tone, die man in Taschen des Hypovirgulien und oberen Kimmeridgien 550 m NNW (Koord. 579,9/253,45) und 850 m NE (Koord. 580,68/253,57) Miécourt findet. Die grünlichen Mergel sind wahrscheinlich durch Entfärbung der roten Bolustone entstanden.

Bemerkenswert ist das ungewöhnlich reiche Vorkommen von Boluston im Rauracien des Nordschenkels der Mulde von Grandes Roches ca. 2 km ENE Asuel (vgl. Tafel I). Diesen roten Tonen und Mergeln kommt im genannten Gebiet anscheinend grosse flächenhafte Verbreitung zu. Offenbar auf der Suche nach Bohnerz wurden dort mehrere kleine Gruben angelegt und sogar ein Stollen vorgetrieben. Interessanterweise fehlen ähnliche Eocaen-Bildungen im Séquanien und Kimmeridgien des gleichen Muldenschenkels. Vermutlich ist dieses Material auf einer streichenden Bruchspalte eingedrungen, die vielleicht durch Lösung erweitert wurde. Ähnlich verlaufende Verwerfungen konnte LINIGER<sup>1)</sup> im Malm der Mulde von Grandes Roches östlich unseres Blattrandes nachweisen.

#### b) Daubrée-Konglomerate

Die Daubrée-Konglomerate sind bei Le Gy (Koord. 583,15/249,23) am besten aufgeschlossen. Ausser dem oben erwähnten Vorkommen von St-Gelin treten sie nur noch E Fregiécourt zutage (ca. 500 m ENE der Strassengabelung Charmoille-Pleujouse, Koord. 582,28/251,41).

#### c) Eocaene Bildungen in Verwerfungsclüften

Die von LAUBSCHER in den Verwerfungsclüften gefundenen, vermutlich eocaenen Reibungsbreccien, deren Komponenten durch ein rotgefärbtes oft quarzreiches Bindemittel zusammengehalten sind, konnten in unserem Untersuchungsgebiet ebenfalls festgestellt werden. Sie treten hauptsächlich im Malm entlang Verwerfungsclüften auf.

### 3. Oligocaen

Nach der eocaenen Festlandperiode überflutete das Rheintalgrabenmeer im Rupélien die Ajoie und lagerte in Küstenhöhe zur Hauptsache Konglomerate und Kalksandsteine ab. Von ROLLIER (1893) wurden sie als Gompholithe d'Ajoie<sup>2)</sup> resp. als Calcaire à Cérithes d'Ajoie bezeichnet. Die Küste dieses Meeres verlief in unserem Untersuchungsgebiet vermutlich ungefähr entlang der heutigen Mont-Terri-Kette. Wir werden später noch darauf zurückkommen (vgl. p. 19).

Im Chattien transgredierte das Meer über die alte Küste hinweg weiter nach S. Zur Ablagerung kamen zur Hauptsache glimmerhaltige, sandige Mergel, Sande und Sandsteine, die unter dem Namen Molasse alsacienne bekannt sind.

Den besten Einblick in die Stratigraphie des Oligocaens unseres Untersuchungsgebietes gewähren die Aufschlüsse bei Courgenay und S dieser Ortschaft. Wir verfolgen die Vorkommen an Hand des Kärtchens (vgl. Fig. 1) von Courgenay über Sous Plainmont, Courtemautruy nach Paplemont. Über die Lagerungsverhältnisse orientiert Fig. 2.

<sup>1)</sup> Auf Geol. Atlas der Schweiz 1:25000, Nr. 1, 1930.

<sup>2)</sup> HUMMEL (1914) bezeichnet die Gompholithe d'Ajoie auch als «Elsgau Juranagelfluh»; öfters wird auch der Name «Gompholithe jurassique» verwendet (vgl. GRESSLY, 1853, und ROLLIER 1893, p. 20).



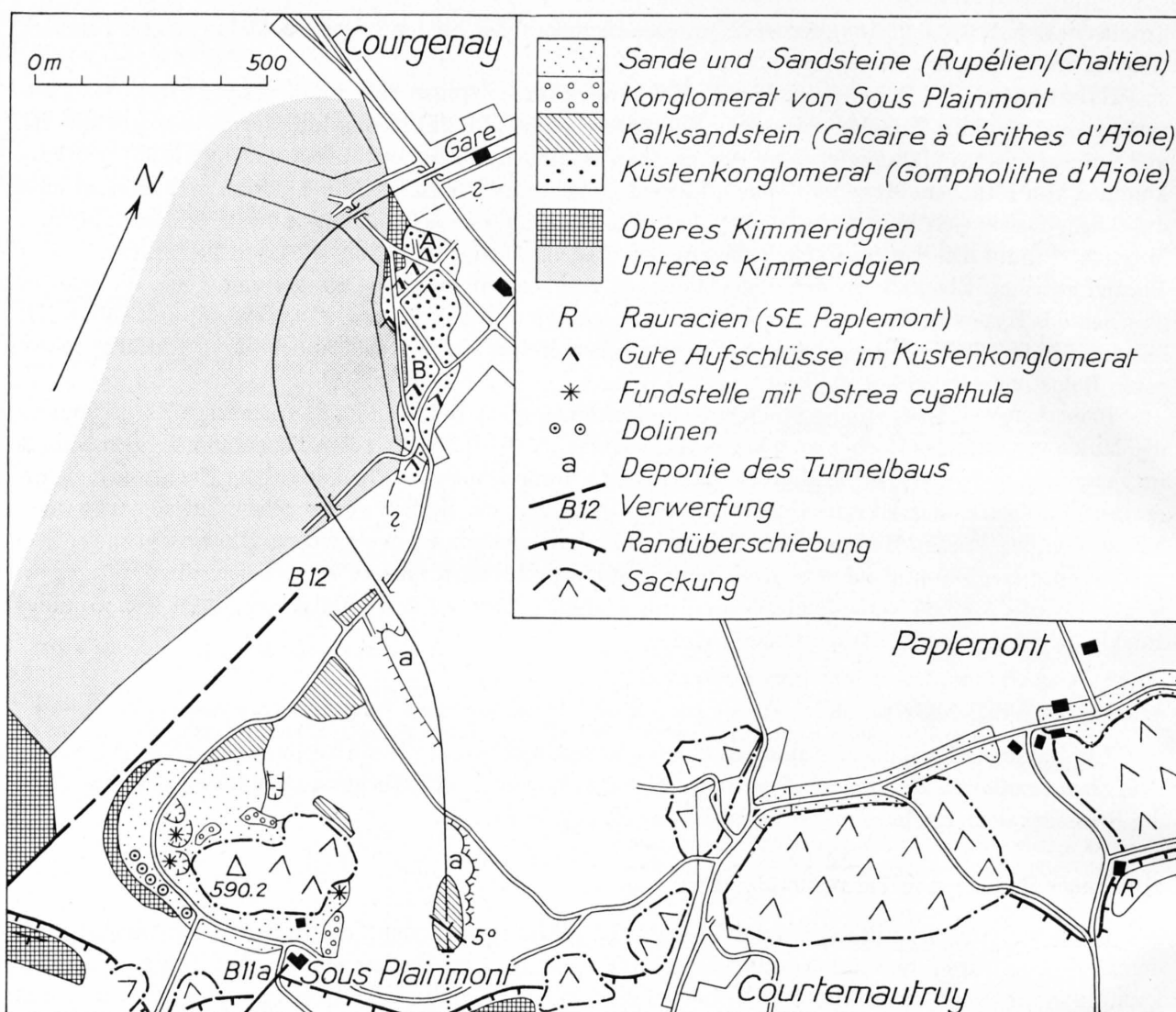


Fig.1. Die Oligocaen-Vorkommen bei Courgenay, Sous Plainmont, Courtemautruy und Paplemont

Im westlichen Teil von Courgenay sind gute Aufschlüsse in der Gompholithe d'Ajoie durch den Bau von Häusern geschaffen worden (vgl. Fig. 1, wo Aufschlüsse mit einem  $\wedge$  bezeichnet werden). Einen prinzipiell wichtigen Aufschluss finden wir bei A (250 m S des Bahnhofes). Das Küstenkonglomerat (= Schicht F von GRESSLY, vgl. p. 12) mit faustgrossen Malmkomponenten, die teilweise von Pholaden angebohrt sind, ruht direkt auf den Kimmeridgien-Kalken auf, die gelegentlich angebohrt sind (ROLLIER, 1893, p. 20). In der Auflagerungsfläche beobachtet man kleinere Taschen, deren Inhalt aus eckigem Malmschutt besteht. In feinkörnigen Lagen des Konglomerates kommt auch aufgearbeitetes Eocaen-Material (Bolos) vor.

Ungefähr 40 m SW von A sind die Pterocera-Mergel, welche mit ca.  $40^\circ$  nach NNE einfallen, aufgeschlossen. Sie liegen hier dicht unter dem Kontakt mit der Gompholithe d'Ajoie bei A. Das Rheintalgrabenmeer transgredierte also in Courgenay über Malm, der bereits bis auf den Pterocera-Horizont erodiert war.

Ein weiterer Kontakt der Küstenkonglomerate mit dem liegenden Malm ist bei B der Fig. 1 (530 m SSE des Bahnhofes) aufgeschlossen. Die Auflagerungsfläche der Konglomerate zeigt hier ein deutliches Relief; es konnten Höhenunterschiede von mindestens 3 m beobachtet werden.

S der Gompholithe d'Ajoie von Courgenay folgen am Weg nach Sous Plainmont Kalksandsteine (Calcaire à Cérithes d'Ajoie = Schicht F von GRESSLY). Sie liegen vermutlich im Hangenden der Küstenkonglomerate von Courgenay. Die gleichen Bildungen wurden am Nordportal des Eisenbahntunnels Courgenay-St-Ursanne in einer Mächtigkeit von mindestens 5 m freigelegt. Es sind dies vorwiegend sandige Schichten

aus bräunlichem, feinkörnigem Material. MATHEY (1883), der beim Bau des Tunnels anwesend war, konnte Zähne von *Lamna*, Rippen vermutlich der Gattung *Halanassa*, ferner *Natica* sp. und *Venus* sp. feststellen. ROLLIER (1898, p. 124) fand ausserdem noch *Pectunculus obovatus* und *Cerithium Lamarcki*. Als Ergänzung sei noch erwähnt, dass im Dünnschliff *Planorbulina* sp. zu erkennen ist.

Im Kalksandstein treten häufig Malmkomponenten bis zu 1 cm Durchmesser auf. Vermutlich können diese Schichten seitlich auch in grobe Konglomeratbildungen (Gompholithe d'Ajoie) übergehen (vgl. Fig. 1).

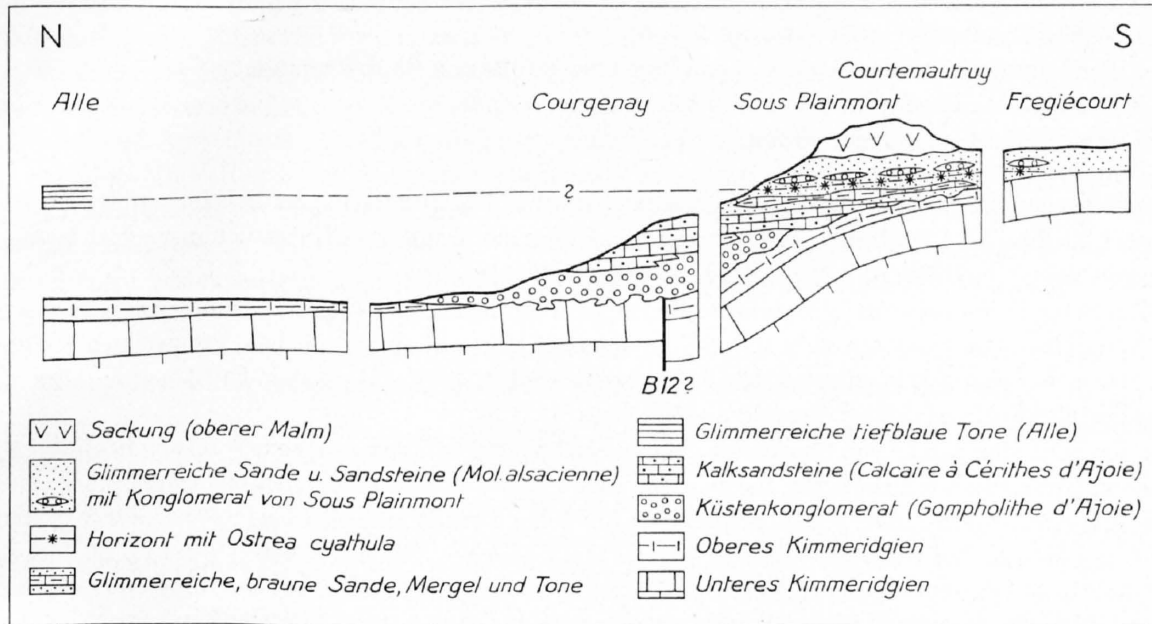


Fig. 2. Die Lagerungsverhältnisse des Oligocaens auf Siegfriedblatt Miécourt; schematische Darstellung

Über dem Kalksandstein folgen braune, sandige, glimmerreiche Tone und Mergel mit Sandsteinknauern (= Schicht D von GRESSLY). Sie liegen W Sous Plainmont direkt auf dem Kalk des oberen Kimmeridgien. Gegenwärtig sind diese braunen, glimmerreichen Tone und Mergel in einer kleinen Grube am Weg nach Sous Plainmont aufgeschlossen.

W und E des Hügels mit der Höhenzahl 590.2 (Sackung von Sous Plainmont) tritt in den braunen Tonen und Mergeln ein Horizont mit *Ostrea cyathula* zutage (vgl. Fig. 1). Einige Meter höher ist wieder ein Konglomerat aufgeschlossen, dessen teilweise von Bohrmuscheln angebohrte Malm-Komponenten in einem sandigen Kalkzement eingebettet sind. Im Dünnschliff konnte *Planorbulina* sp. festgestellt werden, ähnlich der *Planorbulina* im Meeressand auf der S-Seite des Blauen, NW Nenzlingen (vgl. BITTERLI, 1945, p. 25). Die Konglomeratbank liegt unmittelbar im Hangenden des Horizontes mit *Ostrea cyathula* (vgl. Fig. 2).

Weiter E, bei Courtemaury, sind graubraune, glimmerreiche Sande und Kalksandsteine aufgeschlossen (= Schicht C von GRESSLY). An der Basis stellen sich Sandsteinlagen mit ca. 1 cm grossen Malmgeröllen ein. Die in einer kalkigen Grundmasse eingebetteten Sandkörner bestehen zur Hauptsache aus Quarz (Korngrösse ca. 0,5 mm), Feldspat (Kalifeldspat, zum Teil mit Mikroklingitterung, zum Teil als Perthit, Plagioklas), Glimmer (Biotit und Muskowit), sporadisch Apatit, Epidot und Zirkon. Die Aufschlüsse bei Courtemaury enthalten eine nicht näher bestimmbare Bivalven- und Gastropodenfauna. Im Dünnschliff konnten kleine Rotaliden und agglutinierte Foraminiferen nachgewiesen werden.

Die Sande und Sandsteine finden sich entlang des ganzen N-Randes der Sackungspakete von Courtemaury bis Papelemont. Vermutlich liegen diese Sackungsmassen und auch diejenige von Sous Plainmont ganz auf oligocaenen Sedimenten; sie haben als schützende Kappe diese relativ weichen, sandigen Schichten vor Erosion geschützt. Dies mag wohl der Grund sein, weshalb hier das Oligocaen noch so reichlich vorhanden ist.

Die Sande und Sandsteine von Courtemaury und Paplemont dürften im Hangenden der Konglomeratbank von Sous Plainmont liegen. Sie gehören vermutlich zur Molasse alsacienne, wie wir später noch sehen werden (vgl. Fig. 2).

Die erwähnten Aufschlüsse erlauben uns die folgende lithologische Gliederung des Oligocaens im Gebiet Courgenay–Paplemont, von oben nach unten:

1. Die glimmerreichen Sande und Sandsteine von Courtemaury (Molasse alsacienne).
2. Das Konglomerat von Sous Plainmont.
3. Der Horizont mit *Ostrea cyathula*.
4. Die braunen glimmerreichen Sande, Mergel und Tone von Sous Plainmont.
5. Der Kalksandstein (Calcaire à Cérithes d'Ajoie).
6. Das Küstenkonglomerat (Gompholithe d'Ajoie).

Wir vermuten, dass die Küstenkonglomerate und die Kalksandsteine seitlich ineinander übergehen können (vgl. Fig. 2). Die übrigen Vorkommen von Oligocaen in unserem Untersuchungsgebiet lassen sich in diese lithologische Gliederung einfügen, wie im folgenden gezeigt wird.

Ein guter Aufschluss von Gompholithe d'Ajoie befindet sich bei den östlichen Häusern von Fregécourt. Das Konglomerat mit faustgrossen Malm-Komponenten liegt auf einem mürben, grauweissen Kalksandstein, der in den obersten Partien vereinzelt Malmgerölle führt. Im Kalksandstein hat ROLLIER (1893, p. 20) *Cerithium plicatum* und *Natica crassatina* gefunden.

1 km ENE der Kirche von Charmoille (Koord: 583,31/252,82) tritt an einem Waldweg in einer kleinen Grube ein Konglomerat mit eckigen, teilweise schwarz verfärbten Kalkkomponenten in gelbbrauner Grundmasse zutage. GRESSLY (1853, p. 258) erwähnt ein ähnliches Vorkommen bei Charmoille an der Strasse nach Lützel und fand in den Konglomeraten *Potamides* und *Cerithium* (Schicht F von GRESSLY). Es liegt somit Gompholithe d'Ajoie vor. Dieser Aufschluss ist heute leider nicht mehr sichtbar; das Konglomerat kann nur noch vereinzelt im Schutt festgestellt werden. Beim neuen Aufschluss (1 km ENE der Kirche von Charmoille, am Waldweg), der nur 170 m N der Lokalität von GRESSLY liegt, waren leider ausser einigen Algen (*Microcodium* cfr. *elegans* GLÜCK, vgl. auch BITTERLI, 1945, p. 23) und einigen aufgearbeiteten Foraminiferen keine Fossilien zu finden. Trotzdem dürfte auch hier die Gompholithe d'Ajoie vorliegen, da dieses Vorkommen sehr wahrscheinlich in direktem Zusammenhang mit demjenigen an der Strasse Charmoille–Lützel steht, wo das oligocaene Alter durch GRESSLY an Hand von Fossilien bewiesen wurde.

Auch aus der Gegend von Miécourt beschreiben THURMANN (1853) und GRESSLY (1853) oligocaene Kalksandsteine mit reichem Fossilinhalt. Leider konnte dieser Aufschluss nicht mehr gefunden werden. Bruchstücke eines Kalksandsteines, den man 2 km ENE der Kirche von Miécourt findet, stehen vermutlich mit dem von THURMANN und GRESSLY erwähnten Vorkommen in direktem Zusammenhang.

Die braunen glimmerreichen Tone und Mergel, welche wir bei Sous Plainmont (S Courgenay) kennen gelernt haben, sind im übrigen Untersuchungsgebiet in dieser Ausbildung nicht mehr aufgeschlossen. Ähnliche Gesteine, die sehr wahrscheinlich seitlich in diejenigen von Sous Plainmont übergehen, wurden von ERZINGER (1943) und bei Alle und von GRESSLY (1853) und ROLLIER (1898, p. 124) weiter im N im Gebiet von Bonfol beobachtet. ERZINGER beschreibt S Alle in einem Brunnenschacht der Filature d'Ajoie ein Vorkommen von tiefblauen Tonen, zum Teil mit starkem Glimmergehalt, und Zwischenlagerungen von Kalksandsteinbänken, dünnen Kohlschichten und Gips. GRESSLY erwähnt ähnliche blaue Tone mit Fischschuppen in seiner Schicht E. ROLLIER fand in den Ziegelgruben von Bonfol molasseartige, sandige Mergel, welche von dunklen Mergelschiefern mit Meletta-Schuppen und grauen Mergeln mit Zähnen von *Lamna*, Knochen von *Halitherium* und *Ostrea cyathula* überlagert werden.

Die übrigen Schichtglieder treten innerhalb unseres Untersuchungsgebietes in einzelnen Aufschlüssen zutage. So findet sich E St-Gelin (vgl. Fig. 7 p. 40) ein Horizont mit *Ostrea cyathula*, und damit verknüpft schwach gerundete Malmgerölle, welche stark von Pholaden angebohrt sind. Die Malmkomponenten sind in einem Kalkzement, reich an feinen Quarzkörnern, eingebettet. Die angebohrten Malmgerölle erinnern uns an das Küstenkonglomerat (Gompholithe d'Ajoie) bei Courgenay. Trotzdem sind wir – wegen des Vorkommens von *Ostrea cyathula* und dem quarzreichen Zement – der Ansicht, dass es sich nicht um die Gom-



pholithe d'Ajoie von Courgenay, sondern um das Konglomerat von Sous Plainmont handelt, welches wie oben (p. 16) gezeigt – direkt im Hangenden des *Ostrea-cyathula*-Horizontes liegt.

Malmbrocken und Gerölle, die von Pholaden angebohrt sind, kommen auch N Sous l'Alêtre vor (Koord. 581,4/250,77/Kote 560). Die Bohrlöcher sind mit einem Kalkzement, reich an feinen Quarzkörnern, ausgefüllt. Es dürfte sich um Relikte von Konglomeraten, ähnlich denjenigen ENE St-Gelin, handeln.

Die glimmerreichen Sande und Sandsteine der Molasse alsacienne sind unmittelbar E Cornol aufgeschlossen. In kleinen Gruben werden (bei Koord. 579,6/250,67, vgl. Fig. 7 p. 40) diese Sedimente, welche hier direkt auf Malm auflagern, ausgebeutet. Kleinere Relikte sind ferner noch 550 m NE der Sandgrube am Weg nach Ecré, N Essert Derrière (zwischen Kote 510 und 610), bei Sous l'Alêtre (Kote 640) und S Sur le Moulin (Kote 560 sichtbar <sup>1</sup>). Bei Essert Derrière und Sous l'Alêtre kann eindeutig die direkte Ablagerung der Sandsteine auf unteres Kimmeridgien nachgewiesen werden.

Die meisten Aufschlüsse mit glimmerreichen Sanden und Sandsteinen der Molasse alsacienne liegen im N der Mont-Terri-Kette. Im S dieser Kette konnte in unserem Untersuchungsgebiet nur noch bei Le Gy und 450 m NNE Les Bruyères (S und E Asuel) in der Synklinale von Moulin de Bourrignon Molasse alsacienne nachgewiesen werden. In beiden Vorkommen liegt auf unterem Kimmeridgien eine dünne eocaene Schicht bestehend aus roten Bolustonen, Bohnerzkörnern und Calcaire de Daubrée, über welchen die erwähnten Glimmersande folgen.

### Einige Bemerkungen über das Alter der oligocaenen Sedimente auf Siegfriedblatt Miécourt

Die altersmässige Unterteilung des Oligocaens in unserem Untersuchungsgebiet stösst auf einige Schwierigkeiten, da Fossilien mit gutem Leitwert sehr selten sind. Wir müssen mit dem wenigen, das bis jetzt gefunden wurde, versuchen, eine Altersgliederung aufzubauen.

Die Fauna in den basalen Bildungen des Oligocaens (Calcaire à Cérithes und Gompholithe d'Ajoie) ist im folgenden nach den Angaben in der Literatur zusammengestellt:

Vertebrata:	<i>Halianassa</i>	MATHEY fand nur einige Rippen und vermutete, es handle sich um <i>Halianassa</i> (Miocaen). Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass hier Rippen der ähnlich aussehenden Gattung <i>Halitherium</i> (Oligocaen) vorliegen, welche ROLLIER (1898, p.124) in den Ziegelgruben von Bonfol fand.
	Zähne von <i>Lamna</i>	MATHEY (1813).
Invertebrata:		
Lamellibranchiata:	<i>Venus</i> sp. <i>Pectunculus obovatus</i> Pholaden ( <i>Ostrea callifera</i> )	MATHEY (1813). ROLLIER (1898).  Nur bei Bresseaucourt (ROLLIER, 1898).
Gastropoda:	<i>Potamides</i> <i>Natica crassatina</i> <i>Cerithium Lamarcki</i> <i>Cerithium plicatus</i>	GRESSLY (1853). ROLLIER (1894). ROLLIER (1894). ROLLIER (1894).
Foraminifera:	<i>Planorbulina</i> sp.	
Algae:	<i>Microcodium</i> cfr. <i>elegans</i>	GLÜCK.

Alle die oben angeführten Fossilien, ausser *Halianassa*, treten auch im sogenannten «Meeressand» des Blauengebietes auf (vgl. BITTERLI 1945, p. 23, 28–30). Da dieser Meeressand starke lithologische Ähnlichkeit mit den Küstenkonglomeraten und Kalksandsteinen unseres Untersuchungsgebietes aufweist, darf angenommen werden, dass die Ablagerung dieser Bildungen in der Ajoie und im Blauengebiet zeitlich annähernd parallel erfolgten. Es handelt sich also höchst wahrscheinlich um Sedimente des Rupélien, wobei bis jetzt noch nicht entschieden werden kann, ob es sich – wie im Blauengebiet – ebenfalls um basale Ablagerungen des Rupélien handelt.

<sup>1</sup>) ROLLIER gibt auf seiner geologischen Detailkarte der Umgebung von Asuel noch bei Fregiécourt (200 m SE der Strassengabelung Charmoille-Pleujouse) einen Aufschluss von Molasse alsacienne an. Leider ist heute nichts mehr davon zu sehen.



Die glimmerreichen Sande und Sandsteine bei Sous Plainmont und Courtemaury enthalten sehr wenige Fossilien, welche für eine Altersbestimmung entscheidend sein könnten. Bei Sous Plainmont findet man den Horizont mit *Ostrea cyathula*, und von Courtemaury erwähnt GRESSLY (1853, p. 254) Holzreste, Schilfrohre, Blätter von Dicotyledonen und einige Lamellibranchier.

Der sandige Charakter, der Reichtum an Glimmer, und das Auftreten von Pflanzen in den Sedimenten von Courtemaury, erinnert uns stark an die Bildungen der Molasse alsacienne.

Im Oberrheingebiet, in der Blauenkette, bei Dannemarie und Wolfersdorf wird die Molasse alsacienne nach unten durch einen Horizont mit *Ostrea cyathula* abgegrenzt (vgl. L. MEYER, 1920; L. VONDERSCHMITT, 1941; P. BITTERLI, 1945). Wenn wir diese Reihenfolge auf unser Gebiet übertragen, dann müssen die Sedimente von Courtemaury und Paplemont (im Hangenden des Horizontes mit *Ostrea cyathula* von Sous Plainmont) der Molasse alsacienne angehören. Sie beginnt an ihrer Basis mit der Konglomeratbank von Sous Plainmont.

Die glimmerreichen Sande von Cornol, Essert Derrière, Sous l'Alêtre, Le Gy und NE les Bruyères entsprechen vermutlich ebenfalls den Sanden von Courtemaury. Die ca. 5 m mächtigen, sandigen Mergel und Tone von Sous Plainmont im Liegenden des Horizontes mit *Ostrea cyathula* dürfen nun konsequenterweise nicht mehr der Molasse alsacienne zugewiesen werden.

Die Molasse alsacienne wird heute allgemein ins Chattien gestellt. Die Grenze zwischen Chattien und Rupélien kann in unserem Untersuchungsgebiet nicht festgelegt werden. Wir wissen nicht, ob die Küstenkonglomerate und Kalksandsteine nur auf das Rupélien beschränkt sind oder ob sie noch bis ins Chattien reichen. Wenn auch *Ostrea cyathula* kaum als Leitfossil betrachtet werden darf, so möchten wir doch den Horizont mit diesen Austern für die Feldaufnahmen als Grenze zwischen Rupélien und Chattien verwenden.

#### **Diskussion der früheren Alterseinteilung und der Arbeit von J. WYATT DURHAM «The Type Section of the Aquitanien»**

Wie schon zu Beginn des Abschnittes über das Tertiär (p. 11) erwähnt wurde, weichen die lithologischen Gliederungen der tertiären Sedimente bei den verschiedenen Autoren nicht wesentlich voneinander ab. Was aber die Altersbestimmung anbetrifft, stellen wir wesentliche Unterschiede fest.

Im Januar des Jahres 1853 versuchte THURMANN, das Alter der Küstenkonglomerate und Kalksandsteine in der Ajoie zu bestimmen. Nach der Fauna in den Aufschlüssen bei Miécourt parallelisierte er die Kalksandsteine mit dem «Grobkalk» des Pariserbeckens, den K. MAYER damals in die sog. parisische Stufe (oberes Eocaen) stellte.

Im August des Jahres 1853 hat GRESSLY die Tertiärkalke der Ajoie dem Moguntien (Tongrien und Rupélien = Sannoisien und Rupélien) zugeschrieben. GRESSLY liess seine Fossilien durch K. MAYER bestimmen, welcher die tertiären Kalke der Ajoie als Äquivalent der «sables marins supérieurs de Fontainebleau et de Mayence» betrachtete.

Im Jahre 1914 hat HUMMEL die Gompholithe und Calcaire à Cérithes d'Ajoie dem Mitteloligocaen (Rupélien bzw. Stampien) zugewiesen.

In neuester Zeit schliesslich hat SCHNEIDER (1960) einen Teil der Gompholithe d'Ajoie abgetrennt und unter der Bezeichnung «Konglomerate von Porrentruy» ins Unteroligocaen gestellt.

Über das Alter der Glimmersande von Sous Plainmont und Courtemaury gehen die Ansichten ebenfalls stark auseinander. So stellt GRESSLY die Sande ins Aquitanien und HUMMEL ins Liegende der Molasse alsacienne. Nach ROLLIER gehören sie der Molasse alsacienne an.

HUMMEL stellt die braunen, sandigen Mergel und Tone von Sous Plainmont ins Liegende der Molasse alsacienne, da das Vorkommen von *Ostrea cyathula* entscheidend dafür sein soll, dass man es trotz des Glimmergehalts nicht mit Molasse alsacienne zu tun hat. Die glimmerreichen Schichten von Courtemaury liegen nach HUMMEL stratigraphisch in gleicher Höhe und gehören deshalb ebenfalls nicht zur Molasse alsacienne. Wir haben oben gezeigt, was wir unter Molasse alsacienne verstehen.

Von besonderem Interesse ist die Altersbestimmung der Sande von Courtemaury und Sous Plainmont als Aquitanien in der Publikation von GRESSLY, da neuerdings – gestützt auf diese Arbeit – DUR-

HAM eine Neueinteilung des Oligocaens verlangt. DURHAM weist darauf hin, dass der Name Aquitanien zum erstenmal in dieser Publikation von GRESSLY verwendet wurde, und zwar für Gesteine der Ajoie, so dass die Typlokalität für das Aquitanien in der Ajoie liege.

Die Bestimmung der Fossilien, auf die sich die Arbeit von GRESSLY stützt, stammt von MAYER-EYMAR. In einer Nachschrift zur Arbeit von GRESSLY (1853, p. 259), betitelt «remarque du bureau» erklärt J. THURMANN, dass er selbst die Altersbestimmung der Schichten eingesetzt habe nach der Synonymie von MAYER-EYMAR. Es scheint somit der Fall vorzuliegen, dass MAYER schon 5 Jahre vor seiner Publikation (Versuch einer neuen Klassifikation der Tertiär-Gebilde Europas), in welcher nach allgemeiner Auffassung der Begriff «Aquitanien» eingeführt wurde, diesen Begriff für Unterrichtszwecke und im Verkehr mit Geologen in der Schweiz verwendete. Es ist deshalb unangebracht, auf Grund der Publikation von GRESSLY (1853) die Typlokalität für das Aquitanien in die Ajoie zu verlegen.

In einer neueren Arbeit übernimmt auch R. DEHM (1949) die Ansicht von DURHAM. Wir können diesen Abänderungsvorschlägen für die allgemeine Einteilung des Oligocaens nicht beipflichten, speziell auch deswegen nicht, weil die Aufschlüsse in der Ajoie relativ schlecht sind und sozusagen keine entscheidenden Fossilien liefern.

### Die Auflagerungsverhältnisse und Verbreitung des Oligocaens im Untersuchungsgebiet

Die basalen Bildungen des Oligocaens sind in unserem Untersuchungsgebiet die Küstenkonglomerate und die Kalksandsteine des Rupélien. Im Gebiet von Courgenay liegt das Konglomerat auf den Kalken des unteren und oberen Kimmeridgien, und bei Sous Plainmont ruhen die jüngeren braunen, sandigen Tone und Mergel auf oberem Kimmeridgien. Es darf hier eine Transgression des Oligocaens auf eine schwach nach N ansteigende Malmplatte angenommen werden (vgl. Fig. 1, p. 14).

Im Gebiet von Fregiécourt sind ähnliche Verhältnisse feststellbar. Bei Fregiécourt selber wurde das Küstenkonglomerat auf die Kalke des oberen Kimmeridgien abgelagert. Bei Sous l'Alêtre, weiter im S, liegt die hangende Molasse alsacienne auf mittlerem bis unterem Kimmeridgien. Hier wie auch bei Essert Derrière, Cornol und St-Gelin sind keine basalen Bildungen des Oligocaens abgelagert worden. Die Molasse alsacienne liegt direkt auf Malm. Die wenigen Tertiärrelikte weiter im S im Innern des Jura zeigen das gleiche.

Auf der Tektonischen Karte (Fig. 3, p. 25) sind alle Tertiäraufschlüsse, bei denen die basalen Bildungen, also Küstenkonglomerate oder Kalksandsteine des Rupélien, vorhanden oder zu erwarten sind, mit einem schwarzen Dreieck gekennzeichnet. Dort, wo die basalen Bildungen fehlen und die Molasse alsacienne direkt auf Eocaen oder Malm aufrucht, ist ein schwarzes Viereck angegeben. (Die schwarzen Sterne entsprechen den Pliocaenaufschlüssen). Auf diesem Kärtchen erkennen wir, dass die Küste des Gompholithe-Meeres (Rupélien-Meer) in der Zone Sous Plainmont, Cornol und Fregiécourt gelegen haben muss, denn S davon ist keine Gompholithe d'Ajoie mehr abgelagert worden. S dieser Zone liegt Molasse alsacienne (Chattien) direkt auf Eocaen oder oberem Malm. Dieses Gebiet muss also bis zur Ablagerung der Molasse alsacienne über dem Meeresspiegel gelegen haben.

Nach LINIGER (1925) und LAUBSCHER (1949) fehlt auch im Westteil des Delsberger Beckens das untere Stampien. Beim SE-Portal des Eisenbahntunnels Glovelier-St-Ursanne liegt die Molasse alsacienne auf Eocaen oder Malm. Die basalen Oligocaenbildungen, wie wir sie in der Ajoie kennen gelernt haben, sind nicht vorhanden <sup>1)</sup>. Die Küste des Gompholithe-Meeres verlief also in unserem Untersuchungsgebiet ungefähr parallel dem heutigen N-Rande der Mont-Terri-Kette. Im Gebiet von Fregiécourt bog sie sehr wahrscheinlich stark nach N ab und folgte dann der grossen prästampischen Störung B 5 von Pleujouse. Da im Gebiet von Pfirt Küstenkonglomerate des Rupélien von SCHNEEGANS (1932) nachgewiesen wurden, muss die Küste irgendwo zwischen Charmoille und Oberlarg im Pfirter Jura wieder nach Osten abbiegen und dann östlich der Lützelstörung (B 1a) in SSE-Richtung gegen das Gebiet von Develier im Delsberger Becken verlaufen.

<sup>1)</sup> ROLLIER (1898, p. 123) erwähnt bei Montfaucon (Pré Petitjean) und bei Chapelle d'Indevillers Aufschlüsse mit Gompholithe d'Ajoie. Nach GLAUSER (1936, p. 81) handelt es sich aber bei Montfaucon um helvetische Süsswasserbildungen, und die Aufschlüsse bei Indevillers werden auf dem Blatt Montbéliard der französischen Karte ins Portlandien gestellt.

Bei Courgenay, Cornol, Essert Derrière und Sous l'Alêtre liegt das Oligocaen auf mittlerem bis unterem Kimmeridgien. Das obere Kimmeridgien fiel der präoligocaenen Erosion zum Opfer. Im S dieser Zone, im überschobenen N-Schenkel der Mont-Terrier-Kette und im N, im Gebiet von Alle, Miécourt, Charmoille ist oberes Kimmeridgien vorhanden. Diese Feststellung könnte damit erklärt werden, dass schon vor Ablagerung der Rupéliensedimente eine annähernd E-W oder ENE streichende Verbiegung existierte. Sie wurde vom Rupélien-Meer nicht überflutet. Erst zur Zeit der Molasse alsacienne vermochte das Meer weiter nach S zu transgredieren. Der Scheitel der Verbiegung verlief ungefähr entlang dem heutigen N-Rand der Mont-Terri-Kette.

#### 4. Miocaen und Pliocaen

Miocaene Sedimente konnten in der Ajoie bis jetzt noch keine nachgewiesen werden, dagegen sind, wie HUMMEL (1914) feststellt, pliocaene Ablagerungen (NE der Linie Boncourt–Vendlincourt–Fregiécourt) sehr verbreitet. In unserem Untersuchungsgebiet werden die Hügel unmittelbar N und S Charmoille von bis zu 50 m mächtigen, pontischen Schotter- und Sandmassen aufgebaut. Die Komponenten dieser Ablagerungen stammen aus den südlichen Vogesen, weshalb man von Vogesenschottern und Vogesensanden spricht. Als Relikte einer ausgedehnten Vogesenschotterdecke betrachtet LINIGER (1925, p. 46) die Lehme und Quarzitgerölle, welche man auf den Faltenrücken und in den Synklinalen findet. Sie werden von LINIGER als Höhenschotter bezeichnet. Wir können somit in dieser Serie drei verschiedene lithologische Einheiten unterscheiden:

##### a) Die Vogesensande

Guten Einblick in die Ausbildung der Vogesensande gewährten die Aufschlüsse in der Grube bei Vieille Tuilerie (470 m N der Kirche von Charmoille), die heute verlassen und eingestürzt ist. Hier ist besonders schön das Lagerungsverhältnis der Schotter zu den Sanden sichtbar. Die groben Vogesenschotter mit den faustgrossen Komponenten finden sich überall auf dem Felde der näheren Umgebung, und zwar im Hangenden des feinen Vogesensandes. In der Grube selber wurde ein mehrere Meter tiefer Schacht in die Sande abgeteuft, wo eine Wechsellagerung von rotbraunen Sanden, feinen Schotterlagen, grünlichen bis roten Tonen und Mergeln zu sehen war. An Fossilien fand man zur Hauptsache Säugetierreste, welche nach HUMMEL auf pontisches Alter hinweisen. Das gleiche Alter nimmt der Autor auch für die hangenden Vogesenschotter an, doch ist das bis jetzt noch nicht bewiesen <sup>1)</sup>. In den Mergellagen stellte LINIGER eingeschwemmte *Helices* und Süsswassermuscheln fest (vgl. LINIGER, 1925, Faunenliste p. 44).

Zur Zeit werden Vogesensande bei La Montoie (zwischen Miécourt und Cornol), ferner S Fregiécourt bei P. 554,9 in kleinen Gruben ausgebeutet. Diese Sande zeigen keine Mergelzwischenlagen und auch keine feinen Gerölllagen. Bei neuern Schürfungen wurden hingegen 150 m NW der Grube von La Montoie rote bis grüne Tone und Mergel zutage gefördert. Es konnte nicht festgestellt werden, in welcher Beziehung sie zu den Sanden liegen, ob im Hangenden, Liegenden oder als Zwischenlagerung.

##### b) Die Vogesenschotter

Gute Aufschlüsse in den Vogesenschottern sind zur Zeit im Untersuchungsgebiet keine vorhanden. Bei der Kartierung wurde überall dort Pontien eingezeichnet, wo Vogesengerölle auf den Feldern liegen. Wir sind uns aber bewusst, dass einzelne Geröllvorkommen verschwemmt und verschleppt sein können. Es muss deshalb die Umgrenzung der pontischen Schotterablagerungen mit einiger Vorsicht betrachtet werden.

Ausführliche petrographische Untersuchungen von GRESSLY (1853), HUMMEL (1914) und LINIGER (1925) zeigten, dass in den Vogesenschottern Gerölle von Buntsandstein, Quarzit, Porphyrit und schwärzlichen Kulmgesteinen häufig sind. LINIGER konnte ausserdem noch einige wenige Malmgerölle

<sup>1)</sup> Auf der geologischen Karte von Ferrette. Carte géologique de la France 1:50000, F. Ferrette, par D. SCHNEEGANS u. a., 1934. Editée par le Service de la Carte géol. d'Alsace et de Lorraine, Strasbourg, sind, wie schon E. ERZINGER (1939, p. 8) feststellte, die Vogesensande von Charmoille aus unerklärlichen Gründen dem Tortonien zugewiesen worden, während die gröberen Schotter dem Pontien angehören sollen. Leider hat L. GLANGEAUD (1949) in seiner Arbeit «Les caractères structuraux du Jura» diesen Fehler in einer Tabelle übernommen, in welcher er die Faltungsphasen altersmässig gliedert.



nachweisen. Im Laufe unserer Untersuchungen gelang es uns, in den Vogesenschottern bei La Vigne E P. 612 (900 m NNW der Kirche von Charmoille) ausser vielen Malmgeröllen auch noch einige Gerölle aus dem Dogger festzustellen.

### c) Die Höhenschotter

Wie schon oben (p. 20) erwähnt, werden die Quarzitgerölle und Lehme auf den Jurahöhen als «Höhenschotter» bezeichnet und als Relikte einer alten Vogesenschotterdecke betrachtet. In unserer Gegend findet man diese Bildungen bei Combe Quelore, Mont Lucelle und Les Aidjolats (E und ESE Charmoille) sowie bei Bellevue (E Asuel). Nach den Angaben von J. B. GREPPIN (1855, p. 18) hat J. THURMANN auch bei Montgremay Quarzitgerölle gefunden. Ausserdem können auf der abtauchenden Morimont-Antiklinale bis ungefähr Kote 600 kleinere relikthartige pontische Ablagerungen festgestellt werden.

E. SCHWABE (1935) und H. LAUBSCHER (1949) betrachten die Höhenschotter nicht überall als Verwitterungsprodukte in situ der Vogesenschotter, sondern nehmen an, es habe weitgehende Umlagerung stattgefunden. Was speziell unser Gebiet anbetrifft, sind wir der Ansicht, dass die Höhenschotter keine bedeutende Verfrachtung erfahren haben. Sie liegen, wie wir später glauben zeigen zu können, auf präpontischen Einebnungsflächen (vgl. p. 56, 57).

### Einige Bemerkungen zur Verbreitung und zum Auflagerungsverhältnis der Vogesenschotter und ihrer Beziehung zur Tektonik

Relativ mächtige pontische Ablagerungen sind auf den Raum von Charmoille und Fregiécourt beschränkt. Die Umgrenzung ist im N durch die Morimont-Antiklinale, im E durch die Pleujouse-Störung und im S durch die Mont-Terri-Kette gegeben. Im übrigen Teil unseres Untersuchungsgebietes finden sich nur einzelne relikthartige Vorkommen auf der abtauchenden Morimont-Antiklinale und einige Quarzitgerölle und Lehme auf den Jurahöhen.

Die Auflagerungsverhältnisse der Vogesensande und -schotter sind nirgends direkt sichtbar. Bei den Höhenschottern hingegen lässt sich feststellen, dass diese in unserem Untersuchungsgebiet überall direkt dem Malm, vom Kimmeridgien bis Rauracien, aufliegen.

Bei Le Montillat (Fregiécourt) transgredieren die Vogesenschotter nach NW zunächst über Oligocaen (Gompholithe d'Ajoie) und dann auf oberes Kimmeridgien. Das Pontien ist hier mit dem Gewölbe von Fregiécourt leicht verbogen.

Bei Vieille Tuilerie ist die Auflagerung der Vogesensande nicht sichtbar. Wir müssen hier mit der Möglichkeit rechnen, dass unter den Sanden noch eine Mergelschicht folgt, wofür das sumpfige Gelände direkt östlich der Sandgrube spricht.

Die Kartierungen der Vogesenschotter im Gebiet von Charmoille-Fregiécourt lassen erkennen, dass die NNE/SSW streichenden, rheintalischen Brüche die pontischen Ablagerungen nicht durchsetzen. Dies zeigen besonders deutlich die Verwerfungen B 6c, B 6a (NW Charmoille) und B 8 (bei Fregiécourt), welche alle unter der Vogesenschotterdecke verschwinden.

Eine Ausnahme scheint auf den ersten Blick die Pleujouse-Störung B 5 zu sein, da sie scheinbar die pontischen Schotter gegen den Malm von Combe Quelore (ESE Charmoille) verwirft. Weiter südlich, bei Pleujouse und N davon, überlagert hingegen die Vogesenschotterdecke allem Anschein nach ungestört die Pleujouse-Störung. E der Störung wird die Decke immer dünner bis sich schliesslich bei Combe Quelore nur einige Relikte (sogenannte Höhenschotter) finden.

Die Verhältnisse bei Pleujouse und N davon führen uns zur Annahme, dass zwischen Charmoille und Fregiécourt eine Depression vorhanden war, welche mit Vogesensand und -schotter aufgefüllt wurde. Nach der Auffüllung vermochten sich die Schotter auch über das Gebiet östlich der Pleujouse-Störung auszubreiten. Die Basis der Schotter und Sande zwischen Fregiécourt und Charmoille liegt rund 100 m tiefer als die Höhenschotter bei Combe Quelore. Es besteht die Möglichkeit, dass die Pleujouse-Störung pontisch oder postpontisch nochmals gewirkt hat, ein Nachweis aber gelang nicht.

Im S findet die Depression vermutlich am N-Fuss der Mont-Terri-Kette ihr Ende. Der E-Rand verläuft entlang der Pleujouse-Störung, biegt aber auf der Höhe von Charmoille nach NW ab. 750 m NE der



Kirche von Charmoille (an der Strasse Charmoille-Les Eboubettes auf Blatt Bonfol) lässt sich der Rand der Depression beobachten. Es stossen hier die Vogesenschotter an ein Steilbord im unteren Kimmeridgien.

Ein Zufluss des Vogesenmaterials von N erfolgte durch den Sattel zwischen Mont de Miserez und La Vigne, NNW Charmoille. Im Tälchen, das von diesem Sattel nach S führt, liegen (ca. 300 NE Beau Site) Vogesenschotter in einer Rinne. An der Basis stellen sich aussergewöhnlich viel Gerölle aus dem Malm und sogar einige aus dem Dogger ein. Im Tälchen N des Sattels treten auf französischem Gebiet ebenfalls Vogesenschotter auf. Wir können die beiden Tälchen und den Sattel interpretieren als eine pontische Flussrinne, die durch die letzten Faltungsphasen verbogen wurde.

Bemerkenswert ist das erwähnte Vorkommen von Geröllen aus dem Dogger in dieser Rinne, da in der unmittelbaren Nachbarschaft nirgends Dogger zutage tritt. Diese Doggerkomponenten müssen aus dem Pfirter Jura in die Vogesenflüsse eingeschwemmt worden sein. Der Pfirter Jura war also bereits bis auf den Dogger erodiert. Da die Vogesensande und -schotter überall bei Vendlincourt, Charmoille und Bois de Raube (W Delsberger Becken) auf oberem Malm oder noch Jüngerem liegen, lässt sich das Vorkommen von Doggergeröllen nur damit erklären, dass schon vor der Ablagerung der pontischen Bildungen eine intensive Auffaltung des Pfirter Jura stattgefunden hat. Auch die Falten südlich des Pfirter Jura (Mont-Terri-Kette, Vorbourg-Kette etc.) müssen nach LINIGER ebenfalls bereits bis auf den Dogger erodiert gewesen sein, da in den Vogesenschottern des Bois de Raube Doggergerölle vorkommen.

Die Auflagerungsverhältnisse und der Inhalt der Vogesenschotter im E des Kartenblattes Miécourt weisen somit darauf hin, dass zur Zeit des Pontien Höhenunterschiede bis zu 100 m vorhanden waren. Die Jurafalten waren zum Teil schon bis auf den Dogger eingeebnet und ragten als Härtlinge aus der Einbnungsfläche empor.

## IV. Quartär

### 1. Verwitterungslehme

Verwitterungslehme liegen im Raum zwischen Courgenay/La Montoie (NE Cornol) und zwischen La Montoie/Charmoille. Über das genaue Alter dieser Ablagerungen herrscht noch Ungewissheit. HUMMEL nimmt an, dass es sich um eine diluviale, lössähnliche Bildung handelt. In der Nähe von Pruntrut fand er darin Reste von *Elephas primigenius* (HUMMEL, 1914, p. 30).

Für die Lehme, welche auf den Höhen der Juraketten vorkommen und in denen häufig Quarzit- und Vogesengerölle auftreten, haben wir pontisches Alter angenommen (vgl. p. 21). Diese Altersbestimmung stammt von LINIGER (1925). BUXTORF (1920) hat aber darauf hingewiesen, dass diese Bildungen jünger sein könnten. Es muss, da die Altersfrage der Höhenschotter und -lehme nicht restlos geklärt ist, mit dieser letzteren Möglichkeit noch gerechnet werden.

### 2. Alluvionen

Die Alluvionen sind auf das Entwässerungsnetz der Allaine beschränkt. Nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Prof. VONDERSCHMITT wurde im Mai 1938 bei Miécourt eine Sondierung in den Alluvionen durchgeführt. Nach Durchfahren des groben Flußschotters stiess man auf grünliche bis rötliche Mergel und Tone, welche 1–2 cm grosse, runde Gerölle führen, die aus lauter feinen Quarzkörnern aufgebaut sind. Ob es sich hier um pontische – verschwemmte – oder um noch ältere Ablagerungen handelt, kann bis jetzt noch nicht entschieden werden.

### 3. Gehängeschutt, Sackungen und Bergstürze

Gehängeschutt und Gehängeschuttbreccien sind sehr reichlich vorhanden. Häufig sind Sackungen, Bergstürze und Rutschungen: So zum Beispiel im Kessel von Derrière Mont Terri, bei La Tiau, Sous les Roches und Les Rondins (Gebiete ca. 2–2,5 km S und SE Cornol), ferner entlang der Malmflanke ca. 1 bis 1,5 km S und E Asuel, bei Montbréji-Les Feignes und in der Combe Grangiéron.

## B. Tektonik

### I. Tektonische Übersicht

Die Detailuntersuchung auf Siegfriedblatt Miécourt hat – wie auch im südlichen Blatt St-Ursanne – besonders deutlich die wichtige Rolle der Verwerfungen für den geologischen Aufbau des Gebietes vor Augen geführt. Eine unserer Hauptaufgaben war deshalb, die Beziehungen der Verwerfungen zur Jurafaltung zu verfolgen, ein Thema, das immer und immer wieder im Laufe der letzten Jahrzehnte diskutiert wurde.

#### 1. Historische Übersicht

Bei der Betrachtung einer tektonischen oder geologischen Karte des Tafel- und Kettenjura fallen uns die vielen im allgemeinen N–S bis NE–SW verlaufenden Störungen auf, die gegen den Kettenjura streichen. Schon in den Anfängen der Juraforschung fragte man nach ihrer Entstehung und ihrer Beziehung zur Jurafaltung.

Bereits im Jahre 1857 hat A. MÜLLER dieses Problem diskutiert und die westliche Begrenzung des Basler Tafeljura mit der Westbegrenzung des Schwarzwaldes in Zusammenhang gebracht. Der «Anprall der Juraketten an das Schwarzwaldmassiv» soll die Überschiebungen in den Juraketten und die Zerstückelung des Tafeljura verursacht haben. A. MÜLLER denkt also bereits an starke Beeinflussung der Faltung durch rheintalische Elemente.

G. STEINMANN (1892) übernimmt die Idee von A. MÜLLER und bezeichnet die westliche Begrenzung des Basler Tafeljura als «Schwarzwaldlinie», welche er bis in die Gegend von Solothurn verlängert. STEINMANN beschreibt ausserdem noch andere rheintalisch und variscisch angelegte Störungslinien, welche in den Kettenjura eindringen. So soll NE/SW-Streichen der Caquerelle-Kette, der Knick der Mont-Terri-Kette und die W-Begrenzung des Pfirter Jura ebenfalls auf das Vorhandensein von rheintalischen und variscischen Störungslinien («Vogesenlinie, Sundgaulinie») zurückzuführen sein. STEINMANN ist der Ansicht, dass der Bau des Kettenjura erst verständlich wird durch Verfolgung der Dislokationen des umgebenden Einbruchgebietes.

Im Jahre 1899 erkennt A. BUXTORF, dass die Verwerfungen im Basler Tafeljura vor- oder altmiocaenes Alter aufweisen. 2 Jahre später (1901) weist er nach, dass die miocaenen Bildungen, die auf dem Kartengebiet Gelterkinden überall die N-S und SW-NE gerichteten Verwerfungen in ungestörter Decke überlagern, in den südlich angrenzenden Ketten mitgefaltet worden sind. Es muss deshalb nach A. BUXTORF im E Basler Tafeljura dem N-S gerichteten, älteren Verwerfungssystem das E-W verlaufende jüngere Faltenystem des Juragebirges scharf gegenübergestellt werden. A. BUXTORF wirft die Frage auf, ob die alten Brüche sich im jungtertiären Kettenjura als Querstörungen äussern.

1910 weist H. CLOOS auf den Eintritt alter vormiocaener Störungen in den Kettenjura hin, in welchem sie zu scheinbaren «Blattverwerfungen» werden. CLOOS ist der Ansicht, dass die in jüngerer Tertiärzeit aufgefalteten Ketten ein in Schollen zerlegtes Gebiet vorfanden und dadurch in nachhaltiger Weise beeinflusst wurden.

Dagegen wiederholt ALBERT HEIM in seinem Werk «Geologie der Schweiz» (p. 625) die von ihm schon 1915 geäusserte Ansicht, dass alle horizontalen Transversalverschiebungen im Kettenjura als eine einheitliche Erscheinung aus der letzten Phase der Jurafaltung zu betrachten sind. Die inneren Jurafalten sollen nach ihrer Anlage stark verbogen sein. Diese Bildung soll eine Längsstreckung und die Bildung von Querstörungen zur Folge gehabt haben, von der die inneren Faltenbögen am stärksten betroffen wurden.

Im Jahre 1917 glaubt CHRISTIAN SPRECHER für die Querstörung Mollens–Vallorbe–Pontarlier – und damit auch für die übrigen – ein bedeutend höheres Alter als HEIM annehmen zu müssen. Nach ihm haben die Querstörungen schon mit der Faltung begonnen oder reichen doch fast bis zu deren ersten Anfängen zurück. Der gemeinsame Urheber all dieser Erscheinungen soll der S-N-Schub sein, der den «Stauchdruck»

schuf <sup>1)</sup>. Überall da, wo Querstörungen oder Querverschiebungen auf eine Streckung des ganzen Gebirges hinarbeiten, wurde lediglich der Stauchdruck erhöht, und statt einer Verlängerung kam dabei eine Verkürzung zustande.

Im Jahre 1914 zeigte L. HUMMEL, dass die Störungen in der Ajoie alttertiäres Alter haben und dass sie den jüngeren Faltenvorgang in der Mont-Terri-Kette wesentlich beeinflussen.

1916 weist A. BUXTORF darauf hin (p. 222), dass nicht alle Querstörungen, wie das ALB. HEIM angenommen hat, als einheitliche Erscheinung gedeutet werden dürfen. Im besonderen erkennt er, dass sich die Falten und eingeschalteten Tafelstücke der Franche-Comté bereits starr verhalten haben, als am Innenrand des Jura immer noch weitere Wellen sich zu Ketten auftürmten. Die Querbrüche sind nach A. BUXTORF entstanden durch Auslösung von Spannungen, die sich aus dem Widerstand des schon erstarrten «Jura franc-comtois» dem allmählich erlöschenden alpinen Schub gegenüber ergaben. 1920 wurden von A. BUXTORF und E. LEHNER alte Brüche in der Mont-Terrible- und Clos-du-Doubs-Kette festgestellt und dafür erstmals die Bezeichnung «rheintalisch» verwendet.

Die Detailuntersuchungen im nordschweizerischen Jura (ELBER, 1920; KELLER, 1922; WAIBEL, 1925) haben zwischen 1920 und 1925 weitere Querstörungen nachgewiesen, welche sicher alttertiäres Alter besitzen. WAIBEL und ELBER gelang es, den Einfluss der Rheintalflexur auf die Jurafaltung E des Delsberger Beckens zu zeigen. Nach Abschluss all dieser Arbeiten konnte als feststehend angenommen werden, dass einzelne rheintalische Verwerfungen in die nördlichen Juraketten eindringen.

In jüngster Zeit sind die Detailuntersuchungen auf die Gebiete W und NW des Delsberger Beckens ausgedehnt worden. Im Bereich des Siegfriedblattes St-Ursanne, direkt W des Delsberger Beckens, erkannte LAUBSCHER eine starke Beeinflussung der Jurafaltung durch alttertiäre Verwerfungen des Rheintalgraben-Systems. Das N angrenzende Gebiet (Siegfriedblatt Miécourt), das von uns untersucht wurde, ist ebenfalls von rheintalischen Brüchen durchsetzt, welche eine starke Beeinflussung der jungtertiären Faltung bewirkten. Unsere Aufgabe ist es nun, eine Antwort zu suchen auf die vielen Fragen, welche durch das Ineinandergreifen von älterer Bruchbildung und jüngerer Faltung sich stellen.

## 2. Tektonische Lage des Untersuchungsgebietes

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, reicht das Siegfriedblatt Miécourt im NE in das Gebiet des Pfirter Jura. Im S setzen die nördlichen Falten des Kettenjura ein (Mont-Terri-Kette und Vorbourg-Kette). Dazwischen liegt das jurassische Tafelland der Ajoie mit dem kleinen Becken von Charmoille.

Im E-Teil des Untersuchungsgebietes fallen uns die vielen Störungen auf, welche im grossen ganzen NNE-SSW-Richtung zeigen und zu dem Verwerfungsschwarm gehören, der sich aus der Gegend von Altkirch, vom W-Rand des Horstes von Mülhausen, nach SW fortsetzt. Die prästampische Anlage der Brüche ist durch die Beobachtungen von D. SCHNEEGANS (1932) und L. VONDERSCHMITT (1942) bewiesen worden.

Die Mont-Terri-Kette streicht im allgemeinen E-W. In unserem Untersuchungsgebiet jedoch schwenkt sie in NE-Richtung ab. Die Knickstellen im E und W des Kartenblattes Miécourt finden sich dort, wo Bruchschwärme die Kette durchsetzen. Im Teilstück zwischen den Brüchen im E und W ist der N-Schenkel der Kette auf das jurassische Tafelland der Ajoie überschoben. Mit dem Einsetzen der Bruchzone im E unseres Gebietes beginnt die Mont-Terri-Kette drei Äste nach E auszustrahlen (die Mont-Terri-Kette, welche den Namen Bueberg-Kette übernimmt, die Bourrignon-Kette und die Vorbourg-Kette).

Die alttertiären Verwerfungen zerlegten das Gebiet in einzelne Tafelstreifen, welche später von der jungtertiären Jurafaltung ergriffen wurden. Bedeutende Änderungen im Bau der Strukturen finden meistens entlang von Verwerfungen (alten Tafelrändern) statt. Ganz besonders auffallend zeigt sich dies – wie oben bemerkt – in der Überschiebung des N-Schenkels der Mont-Terri-Kette nach N, welche im W und E durch Störungen begrenzt wird. Öfters beobachtet man, dass ein Gewölbe oder eine Mulde an einer Verwerfung

<sup>1)</sup> SPRECHER (p. 42) schreibt hierzu: «Durch die Biegung der gradlinig verlaufenden Faltenreihe des Jura und das gleichzeitige Hineinpressen in den sich nach NW verengenden Raum musste an der Innenseite des Jurabogens notwendig ein starker Druck entstehen in der Achsenrichtung der Falten. Ich nenne ihn Stauchdruck» (p. 43). «Alle Querstörungen liegen in den inneren Ketten und der Länge nach alle im mittleren Teil.»







2. **Die Morimont-Antiklinale** (das SW-Gewölbe des Pfirter Jura) begrenzt das kleine Becken von Charmoille gegen N zu.
3. **Das Malmgebiet östlich der Pleujouse-Störung (B 5) und nördlich der Mont-Terri-Kette** liegt im E des kleinen Beckens von Charmoille; seine Fortsetzung gegen E bildet die Mulde von Kiffis.
4. **Die Mont-Terri-Kette** <sup>1)</sup> verläuft im S des jurassischen Tafellandes der Ajoie und des kleinen Beckens von Charmoille. Eine tektonische Unterteilung lässt sich mit Hilfe der Verwerfungen, welche die Kette durchsetzen, durchführen.
5. **Die Vorbourg-Kette** ist eine Abzweigung der Mont-Terri-Kette. Zwischen die Vorbourg-Kette und die Mont-Terri-Kette schieben sich von S nach N:
6. **Die Mettemberg-Mulde mit dem Teilstück von Bellevue und Le Gy** (SSE Asuel),
7. **Die Bourrignon-Kette mit dem Teilstück Le Pirc und die N davon liegende Mulde von Moulin de Bourrignon mit dem Teilstück zwischen Grandes Roches und Cras de Vâ.**

## II. Tektonische Beschreibung

Bei der Beschreibung halten wir uns an die oben gegebene tektonische Unterteilung.

### 1. Das jurassische Tafelland der Ajoie mit dem kleinen Becken von Charmoille

Im W unseres Untersuchungsgebietes (westlich der Linie Cornol–La Montoie–Miécourt) liegt auf dem jurassischen Tafelland der Ajoie eine ausgedehnte Quartärbedeckung. Nur N Alle, ferner an der Bahnlinie N Courgenay und bei Courgenay selber ist oberer Malm aufgeschlossen. Das Hypovirgulien von Alle gehört zum flach (3–5°) nach S einfallenden Schenkel der Fahy-Antiklinale (Fig. 3). Das obere Kimmeridgien an der Bahnlinie (ca. 1,3 km NNW der Kirche von Courgenay) liegt in der direkten axialen Verlängerung der Banné-Antiklinale und deutet deshalb auf eine ENE-Fortsetzung dieser Aufwölbung in das Gebiet von Kartenblatt Miécourt. In der Mulde zwischen dem Fahy- und dem Banné-Gewölbe tritt unter einer dünnen Quartärdecke bei Alle noch Oligocaen auf (vgl. p. 16). Das obere und untere Kimmeridgien von Courgenay im Vorlande des N-Schenkels der Mont-Terri-Kette fällt ganz flach mit ca. 4° nach NNE ein. Die Gompholithe d'Ajoie kennzeichnet bei Courgenay die Depression zwischen Banné-Antiklinale und Mont-Terri-Kette.

E der Linie Cornol–La Montoie–Miécourt liegt, zwischen der Morimont-Antiklinale im NE-Teil des Siegfriedblattes Miécourt und der Mont-Terri-Kette im S, das kleine Becken von Charmoille, in welchem die pliocänen Ablagerungen (Vogesensand und Vogesenschotter) ihre Hauptverbreitung haben. Dieses Becken ist im S durch die Randüberschiebung der Mont-Terri-Kette, im E durch die Pleujouse-Verwerfung (B 5) und im N durch den S-Schenkel der Morimont-Antiklinale begrenzt. Gegen W geht das Becken ins Tafelland der Ajoie über. Nord-, Ost- und Südrand des Beckens gleichen mehr oder weniger den drei Seiten eines Parallelogramms, dessen Winkel bestimmt ist durch den E–W-Verlauf der Falten und die NNE–SSW-Richtung der Brüche.

Das Gebiet zwischen Charmoille und Fregiécourt wird hauptsächlich von Vogesenschotter und Vogesensand eingenommen, die annähernd horizontal liegen. Die jetzigen Aufschlussverhältnisse erlauben nicht, etwas über die Tektonik auszusagen. In den südlichen Randgebieten hingegen (bei Fregiécourt und südlich davon) ist der Malm entblösst und zeigt drei kleinere Aufwölbungen (I, II und III, siehe Fig. 3, ferner auf Tafel II, Profil 18, 21, 22 und Tafel III).

<sup>1)</sup> Mit «Kette» bezeichnen wir einen ausgedehnten Gewölbezug, der aus einer oder mehreren Antiklinalen besteht.

HUMMEL (1914, p. 57) kannte bereits das Gewölbe I bei Fregiécourt. Die Aufschlüsse an der Strassengabelung (Pleujouse/Charmoille) zeigen die Kalke des oberen Kimmeridgien, welche mit  $36^\circ$  nach NW einfallen und zum NW-Schenkel gehören. Etwa 120 m ostwärts folgt eine kleine Verwerfung (B 6d). Unmittelbar östlich des Störungskontaktes stehen die Kalke des unteren Kimmeridgien an, welche den Kern der Antiklinale bilden. Der S-Schenkel lässt sich ca. 200 m östlich der Störung B 6d feststellen (N  $45^\circ$  E/ $40^\circ$  SE). Über SE-fallendem oberem Kimmeridgien liegt die Gompholithe d'Ajoie, die bei den östlichen Häusern von Fregiécourt gut aufgeschlossen ist.

Das Gewölbe I geht nach W in eine flache Malmplatte über, die sich noch ca. 800 m weit verfolgen lässt. Sie sinkt vermutlich an einer Knickung unter die Alluvialebene nördlich Fregiécourt (vgl. Prof. 18).

Die Falten II und III können nördlich Sous l'Alêtre entlang einem kleinen Strässchen, das von Fregiécourt hinauf nach La Malcôte führt, studiert werden. Bei Kote 580 (einige Meter unterhalb der ersten Strassenkurve) ist der Scheitel des Gewölbes II blossgelegt. Der S-Schenkel fällt mit  $35^\circ$  nach S ein, während der N-Schenkel senkrechte bis steil nordfallende Stellung zeigt, die gegen N vermutlich knickartig zu horizontaler Lagerung umbiegt. In der Knickzone bei P. 554,9 ist noch etwas Tertiär (Vogesensand) aufgeschlossen, der in kleinen Gruben östlich des Weges ausgebeutet wird.

Bei P. 608 beschreibt das Strässchen nach La Malcôte eine zweite grössere Kurve. Ein kleines Tal verläuft von dort in NW-Richtung. An den Hängen kann ungefähr auf Kote 620 das Gewölbe III beobachtet werden (vgl. Tafel II, Prof. 21). Das Umbiegen der Séquanien-Kimmeridgienkalke ist einwandfrei festzustellen.

Während nördlich Sous l'Alêtre diese Falten II und III gut zu erkennen sind, erschweren im E und W dieses Gebietes schlechte Aufschlussverhältnisse die tektonische Interpretation. Verschiedene Beobachtungen weisen jedoch auch hier auf Verfaltung im Vorland der Mont-Terri-Überschiebung hin. So sind im E 400 m ENE P. 554,9 (S Fregiécourt) auf der Wiese Fossilien der Pterocera-Mergel zu finden. Im Waldzipfel südlich davon fallen fossilreiche Kalke der gleichen Serie mit rund  $60^\circ$  nach NNE ein. 40 m höher oben ist  $20^\circ$  SSE-Fallen feststellbar. Das Kimmeridgien N Essert Valtet ist demnach gewölbeartig verbogen.

Zwischen Kote 600 und 610 (ca. 350 m südlich Essert Valtet) ist der Boden mergelig. Wahrscheinlich wird hier der Kern der anschliessenden Synklinale von Mergeln des Pterocera-Horizontes gebildet. Bei Kote 620 (unmittelbar unterhalb des Überschiebungskontaktes) fallen Kimmeridgienbänke mit  $40-45^\circ$  nach SSE ein und gehören vermutlich zum S-Schenkel eines südlicheren Gewölbes (vermutlich Gewölbe III, siehe Prof. 21). Der N-Schenkel dieser Falte ist nicht aufgeschlossen.

Leider lässt sich nicht nachweisen, ob diese Gewölbeanzeichen den Falten II und III nördlich Sous l'Alêtre entsprechen. Bei Fregiécourt haben wir nämlich eine kleine Querstörung B 6d feststellen können, welche in SSW Richtung gegen das sozusagen aufschlusslose Gebiet zwischen Essert Valtet und Sous l'Alêtre streicht. Ein störungsfreier Verlauf im Streichen der Falten ist daher unwahrscheinlich.

Westlich Sous l'Alêtre, im Gebiet nördlich von Essert Derrière, sind ebenfalls Verbiegungen im Malm zu erkennen. Ungefähr 300 m nördlich Essert Derrière beginnt ein kleines Trockental. An beiden Talseiten ist zwischen Kote 580 und 590 unteres Kimmeridgien zu beobachten, das mit  $34^\circ$  nach SSW einfällt. Bei Kote 570 liegen die Bänke horizontal. Aufschlüsse mit einwandfreiem N-Fallen wurden keine beobachtet, doch scheinen die Malmbänke bei Kote 565 senkrecht einzufallen. Diese Beobachtungen erlauben die Annahme eines kleinen Gewölbes. Es wird vermutlich von der Falte III bei Sous l'Alêtre durch einen Querbruch (B 6e) getrennt. Das hangende Tertiär liegt nämlich bei Sous l'Alêtre rund 50 m topographisch höher als bei Essert Derrière.

Auf der Strukturkarte (Tafel III) sind drei Aufwölbungen I, II und III leicht zu verfolgen. Die Falte I streicht NE-SW und biegt im Südteil zu E-W-Richtung um. Die Achsen der Gewölbe II und III zeigen nur E-W-Streichen <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Der Malm der Falten II und III wurde von P. Kelterborn (1944) noch zum überschobenen N-Schenkel der Mont-Terri-Kette gerechnet. Er kannte den Faltencharakter der Serie noch nicht, sondern betrachtete den Malm als eine verkehrt-liegende Serie, die dann allerdings in seinen Profilen eine zu grosse Mächtigkeit erhielt.

Im Gebiet von Cornol und La Montoie sind ebenfalls leichte Verbiegungen der Malmunterlage zu erkennen. Nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Prof. VONDERSCHMITT war in einer kleinen, heute wieder zugeschütteten Grube 1 km NE der Kirche von Cornol, 25° S-Fallen der Malmkalke festzustellen (siehe Fig. 7 und Tafel I). Dieses Fallen kann als Anzeichen eines Gewölbes oder vielleicht als Schleppung entlang einer Verwerfung gedeutet werden. Die Fallmessungen im autochthonen Malm bei Cornol, welcher in direktem Kontakt mit der Mont-Terri-Randüberschiebung steht, weisen ebenfalls auf leichtes Verbiegen hin.

## 2. Die Morimont-Antiklinale

Im N des kleinen Beckens von Charmoille taucht die Morimont-Antiklinale aus der Ajoie empor. GRAHMANN (1920, p. 35) hat dieses Gewölbe in seiner ganzen Ausdehnung beschrieben und die wichtigsten Grundzüge und Störungen erkannt.

Auf der Strukturkarte sind die wesentlichen Baumerkmale der Antiklinale im Bereich des Siegfriedblattes Miécourt dargestellt. Die Karte veranschaulicht besonders deutlich das anfängliche E-W-Streichen des S-Schenkels sowie dessen Übergehen in eine Überkippfung. Östlich von B 6c streicht die Antiklinale in NE-Richtung und verlässt unser Untersuchungsgebiet.

Zwischen der Störung B 6a und der Pleujouse-Verwerfung B 5 reicht nur noch der Südschenkel in unser Untersuchungsgebiet. Das Malmgebiet östlich der Pleujouse-Störung wird in einem besonderen Abschnitt (p. 29) beschrieben.

Die nachfolgende Detailbeschreibung beginnt im W und beschränkt sich auf den Abschnitt der Morimont-Antiklinale innerhalb des Siegfriedblattes Miécourt.

### a) Das Gewölbe bis zur Störung B 6a

Die N Miécourt einsetzende Morimont-Antiklinale streicht bis zur Störung B 6a WSW-ENE und zeigt ein axiales Gefälle nach W von 10–15°. Das Abtauchen des Gewölbes ist besonders schön von Cornol/Fregiécourt aus erkennbar. Die Mergelserien im Malm treten morphologisch deutlich in Erscheinung. So wird das obere Kimmeridgien vom unteren durch eine schmale Combe getrennt, in welcher sich Fossilien der Pterocera-Mergel finden. Die Natica-Schichten, welche das obere Séquanien von den plattigen Kalken trennen, bilden das breite Trockental zwischen Mont de Miserez im W und La Vigne im E (siehe Tafel I).

Der Südschenkel stellt sich von W nach E zu immer steiler und überkippt schliesslich in der Gegend S La Vigne gegen das nur schwachgefaltete, tieferliegende Becken von Charmoille (vgl. Prof. 22), dessen stauende Wirkung sehr wahrscheinlich für die überkippte Stellung der Schichten verantwortlich ist, wie schon HUMMEL (1914, p. 35) vermutete.

Die Verwerfung B 6c verwirft bei La Vigne die plattigen Kalke im W gegen das obere Rauracien im E. Der Störungskontakt ist an der grossen Kurve der Waldstrasse Charmoille-La Vigne am Weganriss (bei P. 640) zu sehen. Ca. 200 m nördlich der Kurve erkennen wir die Störung am Gegeneinanderstossen von unterem und oberem Rauracien. Der W-Flügel ist ca. 60 m abgesunken, liegt aber topographisch höher.

Östlich des Bruches B 6c streichen die Bänke des Séquanien zunächst N 65° E und fallen mit 65°–70° nach SE ein. Weiter im E dreht das Streichen ab zu N 60° W (vgl. Strukturkarte Tafel III).

NNE Charmoille, 500 m SW Vieilles Gobes, ist die Verwerfung B 6a (Charmoille-Sennetwald-Verwerfung von GRAHMANN) sichtbar. Bei Kote 600 ist am Weg unteres und mittleres Séquanien aufgeschlossen, welches im Kontakt mit unterem Kimmeridgien steht. Weiter nördlich trennt B 6a oberes Séquanien von oberem Rauracien im E. Die Störung streicht NNE und fällt steil bis senkrecht ein.

Die Störung B 6b streicht NNW, spitzwinklig zur Störung B 6a, und vereinigt sich vermutlich mit dieser bei Kote 620 (südlich Vieilles Gobes). Der W-Flügel ist ungefähr 30 m abgesunken.

### b) Der Südschenkel der Morimont-Antiklinale zwischen B 6a und der Pleujouse-Verwerfung (B 5)

Im S-Teil dieses Abschnittes ist WNW-Streichen und 10–15° Einfallen des obren Malm gegen das Becken von Charmoille vorherrschend. Gegen N legen sich die Bänke immer flacher und liegen nordöstlich



Vieilles Gobes annähernd horizontal. In einer schmalen Zone entlang der Pleujouse-Störung (B 5), beim Mont Perrou, streicht das obere Séquanien und untere Kimmeridgien NE und fällt mit 20–25°, an einer Stelle ausserhalb des Kartenblattes Miécourt sogar mit 60° gegen die Pleujouse-Verwerfung (B 5) ein. Da dieses Einfallen widersinnig ist zum Sinne der Verwerfung, dürfte diese Knickung auf das Herausheben der Morimont-Antiklinale zurückzuführen sein.

### 3. Das Malmgebiet im Winkel zwischen der Pleujouse-Verwerfung und der Mont-Terri-Kette

Die Pleujouse-Störung B 5 bildet den W-Rand dieses Abschnittes. Sie ist bei Pleujouse erstmals von ROLLIER erkannt worden, nimmt aber S von Pleujouse einen anderen Verlauf als von ihm angegeben. Sie biegt nicht nach SW ab, sondern setzt nach SSW fort und durchschneidet 400 m SSW Pleujouse in schiefer Richtung den N-Schenkel der Mont-Terri-Kette. Auf diese Verhältnisse wird später zurückzukommen sein (vgl. p. 50).

Zwischen Pleujouse und der von Charmoille ostwärts gegen Lützel führenden Strasse trennt die Pleujouse-Störung die Malmkette des kleinen Beckens von Charmoille von dem ca. 200 m höher liegenden Malm im E, welcher zur Mulde von Kiffis gehört. Nördlich der Strasse von Charmoille–Lützel biegt die Verwerfung nach NE ab und vereinigt sich mit der Störung von Montbreux (B 4b).

Die Pleujouse-Störung trennt demnach tektonisch verschieden gebaute Gebiete; sie gehört zum Verwerfungsschwarm des Pfirter Jura und ist deshalb vermutlich älter als die Faltung.

Eine ebenfalls grössere und tektonisch wichtige Verwerfung ist die Montbreux-Störung (B 4b). Sie wurde von LINIGER und WERENFELS (1926) als direkte N-Fortsetzung der Le Gy-Störung (B 3) gedeutet. Unsere Detailuntersuchung hat hingegen gezeigt, dass dieser Zusammenhang nicht existiert (vgl. p. 49). Die Montbreux-Störung B 4b beginnt im Kern der Mont-Terri-Kette E Pleujouse. Sie durchsetzt östlich La Chaux den Nordschenkel, wo Terrain à Chailles (im E) und oberes Séquanien (im W) gegeneinander streichen. Etwa 300 m E La Touillère verwirft die Störung Rauracien (im E) gegen oberes Kimmeridgien im W und weiter im N, bei Fontaine, Oxfordien gegen mittleres Rauracien im W. Die Montbreux-Störung (B 4b) trennt ebenfalls tektonisch verschieden gebaute Gebiete (vgl. Strukturkarte). Sie gehört wie die Pleujouse-Störung zum Verwerfungsschwarm des Pfirter Jura und dürfte ebenfalls älter als die Faltung sein.

Im Malm östlich der Pleujouse-Störung und nördlich der Mont-Terri-Kette erkennen wir eine breite Mulde (vgl. Strukturkarte Tafel III), welche als westliche Fortsetzung der Mulde von Kiffis auf Blatt Movelier angesehen werden darf (LINIGER, 1925, p. 71). In unserem Untersuchungsgebiet zerlegt die Montbreux-Störung B 4b die Mulde in zwei grössere Teilstücke.

Im Teilstück W der Störung B 4b streicht die Mulde von Kiffis NE–SW und zeigt starkes axiales Ansteigen gegen SW (16°). Auffallend ist das spitzwinklige Gegeneinanderstreichen der Muldenschenkel. Der Winkel wird verursacht durch das NE–SW-Verlaufen der Mont-Terri-Kette und das NNE–SSW-Streichen der Pleujouse-Störung. Die Mulde zeigt asymmetrischen Bau, indem der SE-Schenkel steiler gestellt ist (vgl. Tafel II, Prof. 25 und 26).

Durch die zu B 5 annähernd parallel verlaufenden Störungen B 4d und B 4c sind NNE Pleujouse zwei rund 100 m breite Teile der Mulde eingeklemmt. Die Aufschlüsse sind hier, hauptsächlich im Malmstreifen zwischen B 5 und B 4d, sehr schlecht. Einwandfrei lässt sich nur das Rauracien und Oxfordien nachweisen. In der Mulde östlich der soeben erwähnten Klemmpakete tritt im Kern als Jüngstes oberes Kimmeridgien zutage. Der S-Schenkel fällt mit 60° nach NW ein; der Gegenschlenkel ist bedeutend flacher. Die Untersuchungen in diesem Gebiet haben gezeigt, dass grössere Störungen, wie sie auf der geologischen Karte von Ferrette <sup>1)</sup> dargestellt sind, nicht existieren.

Im E der Montbreux-Störung (B 4b) ist die Mulde von Kiffis durch eine schmale ENE-streichende Antiklinale in ein nördliches und südliches Teilstück unterteilt (vgl. Prof. 27 und 28). Diese Antiklinale beginnt

<sup>1)</sup> Die Darstellung der Morimont-Antiklinale auf der geologischen Karte von Ferrette zeigt, speziell was den Verlauf der Störungen anbetrifft, einige Unterschiede gegenüber unserer Karte (vgl. Taf. II). Es scheint, als ob die alte, richtige Kartierung von GRAHMANN nicht berücksichtigt worden sei.



rund 100 m nördlich des Hofes Montbreux an der Verwerfung B 4b; ihr Scheitel wird hier von oberem Rauvacien und plattigen Kalken gebildet, weiter im E von Natica-Schichten und auf Blatt Movelier von oberem Séquanien und unterem Kimmeridgien. Hier im E endigt die Antiklinale an der nördlichen Fortsetzung unserer Störung B 1a (ausserhalb unseres Kartengebietes).

Die Axe des nördlichen Muldenteilstückes findet sich ungefähr 50–150 m südlich der Strasse Charmoille–Lützel und streicht parallel zu ihr. Die Malmflanke nördlich der Strasse und östlich der Verwerfung B 4b ist durch ein gleichmässiges Einfallen von 10–15° nach SSE gekennzeichnet.

Das südliche Muldenteilstück beginnt ca. 100 m südlich Montbreux an der Verwerfung B 4b. Im Tälchen von Montbreux treten im Kern der Mulde die plattigen Kalke zutage. Darüber folgen am NE-Hang die Naticazone und S Mont Lucelle die Kalke des oberen Séquanien. Die Muldenschenkel stellen sich von W nach E immer steiler. In der Nordflanke nehmen die Fallwerte von 19° bis 50° und im Südschenkel von 35° bis 70° zu.

#### 4. Die Mont-Terri-Kette

Die Mont-Terri-Kette ist die erste grosse Aufwölbung im S des Tafellandes der Ajoie. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass nicht ein einfacher Gewölbezug vorliegt, sondern eine Kette bestehend aus mehreren Teilgewölben, wie dies auf der Strukturkarte und der tektonischen Übersichtsskizze (Fig. 3) dargestellt ist. Die Mont-Terri-Kette wird im Untersuchungsgebiet durchsetzt von Brüchen, die NNE–SSW streichen. Sie zerlegen die Kette in einzelne Teilstücke; es ergibt sich von W nach E folgende Reihenfolge:

a) *Die Mont-Terri-Kette westlich der Störung B 12*

Sie wurde von uns nur bei Vacherie Mouillard (Siegfriedblatt Ocourt, 4 km SW Courgenay) untersucht.

b) *Die Mont-Terri-Kette zwischen B 12 und B 6*

Wir haben dieses grosse Teilstück der Kette zusammengefasst, da hier der N-Schenkel der Kette auf das Tafelland der Ajoie überschoben ist. Durch die Störungen B 11a und B 10 wird der überschobene Teil in drei Abschnitte unterteilt.

c) *Die Mont-Terri-Kette östlich B 6*

Dieser Abschnitt zeigt keine grosse Überschiebung des N-Schenkels mehr. Östlich B 6 teilt sich die Mont-Terri-Kette in zwei Äste. Der S-Ast ist die bekannte Vorbourg-Kette. Für den N-Ast haben wir den Namen Mont-Terri-Kette beibehalten. Erst E der Störung B 1c bezeichnen wir sie – mit LINIGER – als Bueberg-Kette. Zwischen die Mont-Terri-Bueberg-Kette und die Vorbourg-Kette schiebt sich östlich B 3 die Bourrignon-Kette (vgl. Fig. 3) ein.

a) **Die Mont-Terri-Kette westlich der Störung B 12**

Bei Vacherie Mouillard zeigt die Mont-Terri-Kette einen einfachen Bau (vgl. Tafel I und Tafel II, Prof. 1). Das Gewölbe streicht E–W und hat die Form einer Koffer- oder Pilzfalte, deren Schenkel beide überkippt sind. Entlang der Störung B 12 schwenkt der Malm-Nordschenkel aus der E–W in die NE–SW-Richtung. Die Änderungen des Streichens im Dogger erfolgen aber erst E der genannten Störung.

Im Vorland der Mont-Terri-Kette, N Vacherie Mouillard, sind kleine Verbiegungen zu beobachten (Falten I und II auf Tafel III). Sie sind an beiden Hängen der NW von Vacherie Mouillard (SW-Ecke von Tafel I) verlaufenden Combe de Secroux und besonders am Strässchen im gleichen Taleinschnitt gut aufgeschlossen. Hier treten die Pterocera-Mergel mehrmals zutage, so dass mit ihrer Hilfe die Verbiegungen I und II erfasst werden können. Dann zeigt auch der Malm ausgeprägte Verfaltung im Tal NNE Vacherie Mouillard, S P. 669 an der Fahrstrasse am E-Hang dieses Tales sowie bei Roches de St-Nicolas (vgl. Fig. 5, p. 34).

Ganz ähnliche Verfaltungen des Malm im unmittelbaren Vorland der Mont-Terri-Kette bei Fregécourt haben wir oben auf p. 28–29 beschrieben.

## b) Die Mont-Terri-Kette zwischen der Störungen B 12 und B 6

Das tektonische Hauptmerkmal der Mont-Terri-Kette zwischen B 12 und B 6 ist die Randüberschiebung des N-Schenkels auf das Tafelland der Ajoie. Sie wird zum erstenmal von HUMMEL (1914, p. 59) ungefähr 5–6 km W St-Gelin erwähnt. Frühere Autoren (THURMANN, ROLLIER, GREPPIN) nahmen nur eine starke Überkipfung des N-Schenkels der Mont-Terri-Kette an, während LINIGER und WERENFELS, speziell für den Abschnitt zwischen Cornol und Fregiécourt eine Überschiebung voraussetzen. KELTERBORN, welcher zur Hauptsache den Kern der Mont-Terri-Kette untersuchte, konnte für die Überschiebung neue, wichtige Daten liefern. Er fand 2 km SE Courgenay, im Tälchen, das von Derrière Mont Terri nach Papplemont verläuft, inmitten des untern Doggers einen Malmaufschluss, den er als «Fenster» in der Überschiebungsfläche deutete. Dieses Fenster kommt auch in unserer Fig. 3, ferner auf Profil 11 der Tafel II zur Darstellung. Von dieser Feststellung ausgehend, unternahm KELTERBORN eine Neuinterpretation des von MATHEY aufgenommenen Profils des Eisenbahntunnels (Courtemaury–St-Ursanne) und gelangte zu einer befriedigenden Deutung der frühern Befunde. Unsere Detailuntersuchung hat diese Interpretation bestätigt und ergeben, dass namentlich zwischen den Störungen B 12 und B 6 die Mont-Terri-Kette auf das Tafelland der Ajoie überschoben ist.

Zwei NNE resp. NE verlaufende Störungen B 11a und B 10 durchschneiden den überschobenen Teil und zerlegen ihn in drei Abschnitte. Von den beiden Verwerfungen ist B 10 von besonderer Wichtigkeit, da sie zwei tektonisch verschieden gebaute Gebiete trennt. Die Unterschiede sind am besten auf der Strukturkarte (Tafel III) zu erkennen. Im westlichen Teil setzt sich die Mont-Terri-Kette aus den Teil-Antiklinalen von La Côte de Goule und von Sur Plainmont zusammen, im östlichen aber nur aus einer einzigen Antiklinale, die dafür etwa die dreifache Breite aufweist. Im letzteren Abschnitt teilt sich die Kette nach SW, gegen die Störung B 10, in zwei abtauchende Äste. Der S-Ast geht auf Siegfriedblatt St-Ursanne in die Clairmont-Kette über und der W-Ast leitet über zur Sur-Plainmont-Antiklinale.

Die Verwerfung B 10 beeinflusst auch wesentlich den Aufbau des überschobenen Schenkels bei Cornol. Wir werden zeigen, dass Überschiebungen in diesem Gebiet als die Ausbisslinien der gewölbeartig verfalteten Bruchfläche B 10 betrachtet werden können.

Bevor die einzelnen Abschnitte, welche durch Verwerfungen getrennt sind, beschrieben werden, ist es notwendig, die Randüberschiebungen gesondert zu behandeln.

### *Die Randüberschiebung der Mont-Terri-Kette zwischen B 12 und B 6*

Das Gebiet unmittelbar E und W der Störung B 12 gibt uns Auskunft über den Beginn der Randüberschiebung im W (vgl. Fig. 5, p. 34). Im W von B 12 bildet das obere und untere Kimmeridgien eine Malmplatte, welche mit 3–6° gegen das Tafelland der Ajoie einfällt. Irgendwelche Anzeichen einer grösseren Überschiebung sind hier nicht vorhanden. E der Störung aber entsprechen die von MATHEY im Eisenbahntunnel (Courtemaury–St-Ursanne) beschriebenen geologischen Beobachtungen für eine Überschiebung; ihre Ausbisslinie kann aber leider nicht nachgewiesen werden. Trotzdem ist aus folgenden Gründen eine Fortsetzung der Randüberschiebung nach W bis zur Störung B 12 wahrscheinlich. Im Tunnelprofil liegt überkippter Malm auf Tertiär. Diese überkippte Serie lässt sich nach W bis zur Störung B 12 verfolgen. Es darf deshalb mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass die Mont-Terri-Kette entlang der Verwerfung B 12 ins Tafelland der Ajoie überschoben ist.

Auch E des Tunnelprofils lässt sich die Ausbisslinie der Randüberschiebung nicht nachweisen. Sie taucht bei Courtemaury unter die grossen Sackungsmassen von Papplemont (Näheres über die Sackungen vgl. p. 33/34). SE Papplemont kann S des gesackten Rauracien eine Geländekante, auf welcher Malmschutt liegt, beobachtet werden, welche wahrscheinlich dem überkippten und nordwärts überschobenen Malmnordschenkel angehört. Wir haben die Ausbisslinie entlang dieser Kante eingezeichnet (vgl. Tafel I). Weiter im E verdeckt gesacktes und verrutschtes Oxfordienmaterial den Rand der Überschiebung, welcher erst bei Cœudret (SW Cornol) wieder hervortaucht und entlang dem überkippten Malmschenkel verläuft.

In Cornol ist der Ausbiss der Randüberschiebung relativ gut aufgeschlossen (vgl. Fig. 7, p. 40). Im SE der Kirche von Cornol (270 m SSE P. 520) befindet sich auf der Ostseite des Tales ein Steinbruch mit stark zerrütteten und tektonisch mitgenommenen Malmgesteinen, die unmittelbar auf einer Überschie-

bungsfläche lagern. Die Ausbisslinie streicht von hier nach N und ist in einem weiteren Steinbruch 200 m SE P. 520 aufgeschlossen. Eine gut sichtbare Störungszone trennt horizontal liegende und nicht überschobene Kalke des unteren Kimmeridgien von überkipptem oberem Séquanien und unterem Kimmeridgien, das mit 45–50° nach SSE einfällt.

Die gleiche Überschiebung lässt sich auf der W-Seite des Cornoltales ebenfalls feststellen. 150 m S P. 520 tritt am linken Talhang Kimmeridgien mit Pterocera-Mergeln zutage. Es fällt mit 30–40° nach W ein und liegt normal. Ein kleiner Sattel, durch welchen vermutlich die Überschiebung verläuft, trennt das obere Kimmeridgien vom darüberliegenden, steil (55–75°) nach S einfallenden Séquanien und unteren Kimmeridgien, das zum überkippten und überschobenen Teil gehört.

KELTERBORN zeichnete den Überschiebungsrand in Cornol rund 100 m nördlicher als auf Fig. 7, p. 40, dargestellt. Dies ist auf der E-Seite des Cornoltales sehr wenig wahrscheinlich, da die Molasse alsacienne (250 m ENE P. 520), welche nach KELTERBORN in direktem Kontakt mit den Überschiebungsmassen steht, eine sehr ruhige Lagerung zeigt. Auf der W-Seite des Cornoltales veranlasste uns die normale Lagerung des Malm 150 m S P. 520, den Überschiebungsrand südlicher einzuzeichnen als dies KELTERBORN angibt, denn der überschobene Malmschenkel zeigt durchwegs stark überkippte und nie normale Lagerung.

Das horizontalliegende untere Kimmeridgien des Steinbruches 200 m SE P. 520 liegt gegenüber der vorhin erwähnten Molasse alsacienne zu hoch. Es wurde deshalb eine Störung angenommen und eingezeichnet, welche Molasse gegen das untere Kimmeridgien des Steinbruches verwirft.

E Cornol verläuft die Überschiebungslinie zuerst zwischen den Koten 560 und 540. Sie wird dann entlang dem Bruche B 10' nach S versetzt und verläuft im Gebiet von Essert-Derrière und Sous l'Alêtre auf einer Höhe von 600 und 640 m, entlang den autochthonen Tertiäraufschlüssen. E der Störung B 6 kann keine grössere Überschiebung mehr nachgewiesen werden.

Bis jetzt haben wir die Ausbisslinie entlang dem Überschiebungsrand verfolgt. Südlich davon ist die Überschiebungsfläche nochmals im Malmfenster des Tälchens SSE Paplemont aufgeschlossen. Dieser kleine aber interessante Malmaufschluss befindet sich im Bach, der von Derrière Mont Terri nach NNW fließt. Zwischen den Koten 570 und 580 treten leicht mitgenommene, dichte, weiss anwitternde Bänke zutage, welche von Calcitadern durchzogen sind. Einige Klüfte sind mit Bolus ausgefüllt. Über das Alter dieser Malmkalke kann nichts Sicheres ausgesagt werden, da bis jetzt noch keine bestimmbareren Fossilien gefunden wurden. Der lithologische Charakter des Gesteins erinnert an die dichten Kalke des Rauracien und Séquanien, am ehesten aber an das obere Kimmeridgien, dessen Signatur daher auf Taf. I eingezeichnet wurde. Die im Schutt über den Kalken auftretenden roten Mergel lassen vermuten, dass dieses Kimmeridgien noch von Tertiär überlagert wird.

Die Randüberschiebung, welche entlang dem N-Schenkel der Mont-Terri-Kette schwach nach S einfällt, tritt an dieser Stelle nochmals zutage und entblösst Malmkalke, welche wir – mit KELTERBORN – als den in der Tiefe, unter der Überschiebung liegenden N-Schenkel der Mont Terri-Kette betrachten möchten. Es wäre auch möglich, den Malm in diesem Fenster als einen zurückgebliebenen Teil des überschobenen Nordschenkels aufzufassen. In diesem Fall würde die eigentliche Überschiebungsfläche noch tiefer liegen als der Malm des Fensters.

Weitere, durch natürliche Erosion bedingte Ausbisslinien der Randüberschiebung, konnten in unserem Untersuchungsgebiet keine mehr festgestellt werden. Dagegen lieferten die geologischen Beobachtungen im Eisenbahntunnel Courtemaury–St-Ursanne und die Bohrung KOEHLI weitere Daten für die Überschiebung. (Das geologische Tunnelprofil diskutieren wir auf p. 38.)

Die Bohrung KOEHLI wurde in den Jahren 1828–1835 rund 800 m ENE des Hofes Mont Terri inmitten des Keuperkerns der Mont-Terri-Kette niedergebracht (Koord. 580,3/249,28). Unter dem Keuper wurde der Muschelkalk angetroffen. In einer Tiefe von rund 310 m unter dem Muschelkalk förderte die Bohrung rostigen Doggeroolith zutage. Es wurde entgegen der Meinung der Bohrleute angenommen, dass dieses Material in das Bohrloch hineingefallen sei.

Im Jahre 1832 zeichnete THURMANN als erster ein Profil, auf dem die geologischen Beobachtungen der Bohrung eingetragen waren. Der Autor betrachtete die Mont-Terri-Kette als überkippte Jurafalte, in deren Kern Muschelkalk angebohrt wurde.



19 Jahre später (1851) fand THURMANN (vgl. auch F. Koby, 1889) in alten Bohrproben aus einer Tiefe von 330 m (also im Liegenden von Keuper und Muschelkalk) Oxfordien-Fossilien. Dies veranlasste ihn, sein altes geologisches Profil aus dem Jahre 1832 umzuzeichnen. Der Muschelkalk der Bohrung ist nun entlang einer Kernüberschiebung auf den überkippten Dogger- und Oxfordien-Nordschenkel der Mont-Terri-Kette aufgeschoben.

Im Jahre 1874 publizierte C. MOESCH ein weiteres Profil. Das Oxfordien und der Dogger des N-Schenkels bei Cornol wird von ihm mit demjenigen der Bohrung verbunden. Zwischen Cornol und der Bohrung entsteht dadurch eine stark zusammengepresste Synklinale.

KELTERBORN zeichnete ebenfalls eine Kernüberschiebung. Das Oxfordien des N-Schenkels verbindet er aber nicht mit demjenigen der Bohrung, sondern trennt es davon durch Annahme einer Randüberschiebung. In unserer Darstellung in Fig. 4 verbinden wir die Randüberschiebung mit der in der Bohrung KOEHLI an-

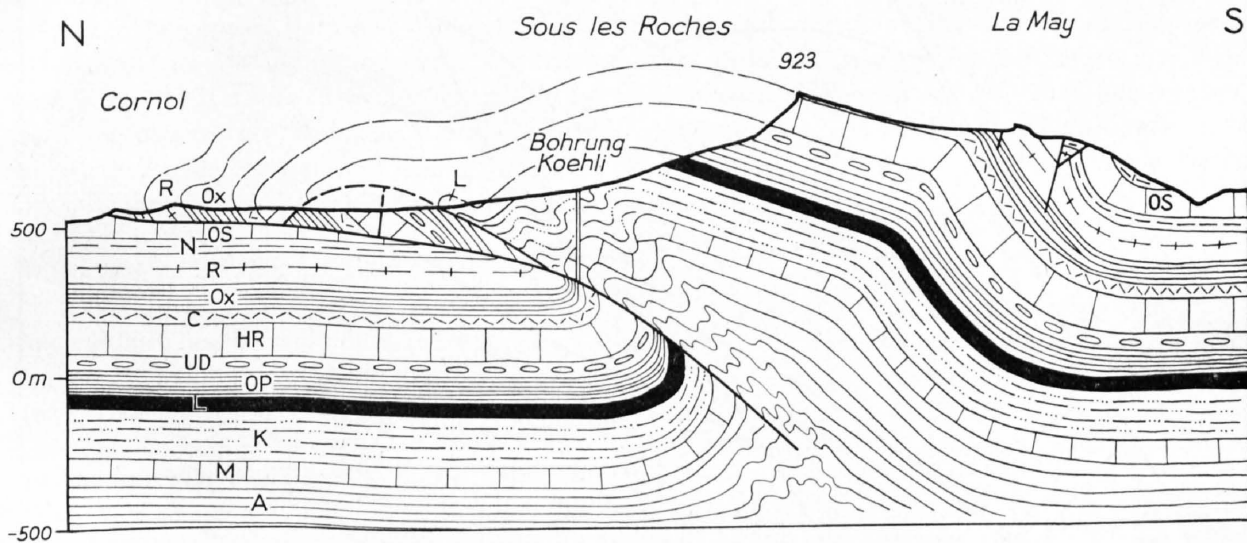


Fig. 4. Profil 15 der Tafel II bis in die Anhydritgruppe gezeichnet. 1:25000

OS	Unt. Kimmeridgien – Ob. Séquanien	UD	Unt. Dogger
N	Naticaschichten	OP	Opalinuston
R	Rauracien	L	Lias
Ox	Oxfordien	K	Keuper
C	Callovien	M	Muschelkalk
HR	Hauptrogenstein	A	Anhydritgruppe

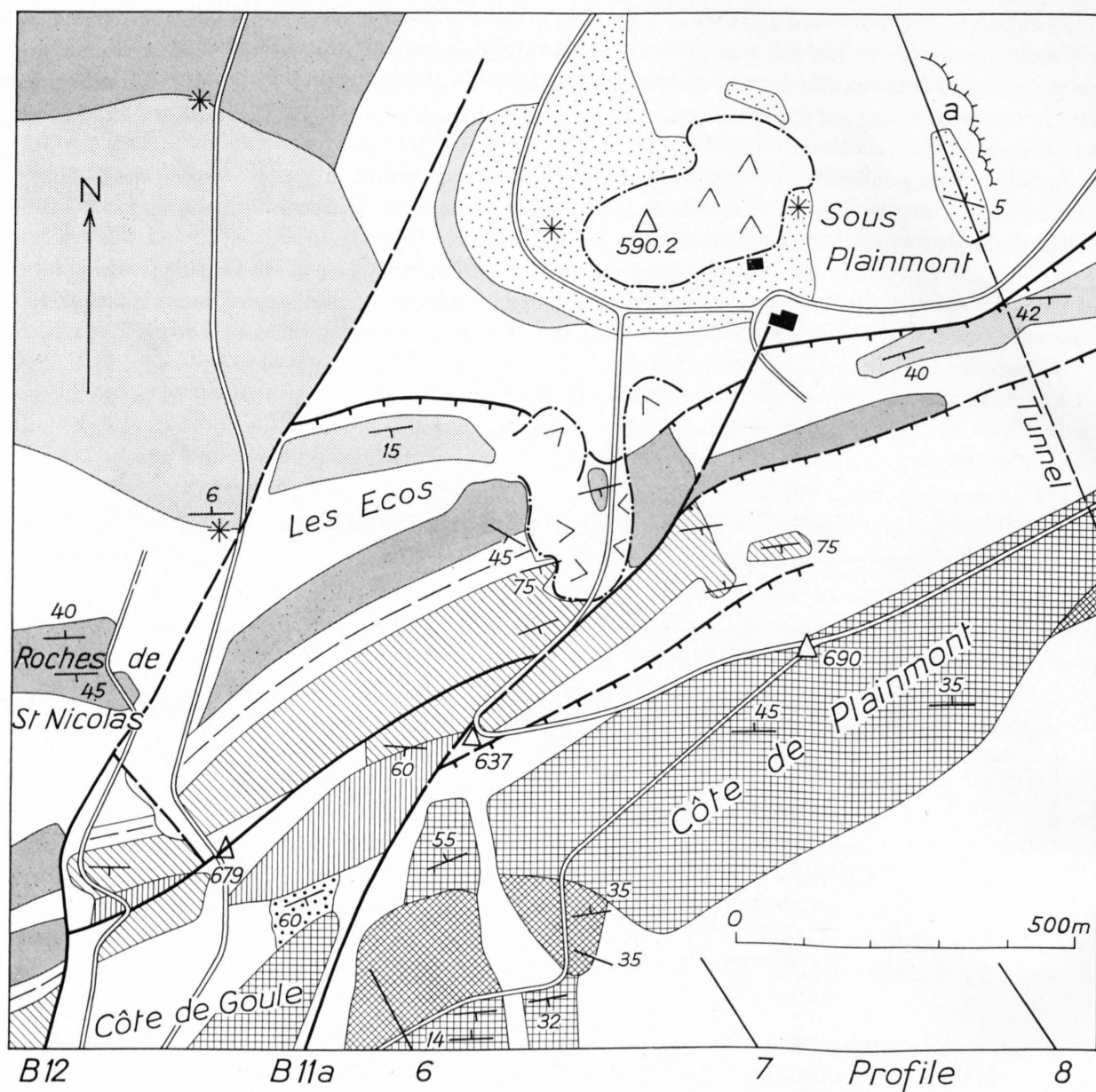
getroffenen Störungsfläche. Wenn die Angaben von THURMANN stimmen, so dürfte das Oxfordien der Bohrung dem normalen N-Schenkel der Mont-Terri-Kette angehören. Der Dogger-Oolith könnte in das Bohrloch gefallen sein, wie das auch THURMANN vermutet, oder aber als kleines, verschlepptes Paket auf der Überschiebungsfläche betrachtet werden. Der Muschelkalk wäre entlang der Randüberschiebung auf Oxfordien und Rauracien aufgeschoben; er dürfte wohl stark verfaltet oder sogar verschuppt sein, wie das in den Kernen der Jurafalten öfters der Fall ist.

Der Überschiebungsbetrag gemessen am Rauracienschenkel von Ecré SE Cornol, beträgt rund 1200 m. Daraufhin weist auch das folgende: E des überschobenen Abschnittes findet man den überkippten Malm-Nordschenkel bei La Malcôte (Fregiécourt). Er wird gegen W abgeschnitten von der Störung B 6. Verlängern wir diesen Malmschenkel gegen WSW in das überschobene Gebiet hinein, so könnte er gut in der Bohrung KOEHLI in der Tiefe von 330 m wieder angetroffen worden sein. Schon hier sei aber darauf hingewiesen, dass der Überschiebungsbetrag nicht überall gleich gross ist. Wir werden später sehen, dass entlang der Störung B 6 die Überschiebung – infolge einer grösseren Schleppung – bedeutend weniger kräftig war als im Gebiet von Cornol (vgl. p. 37).

#### Die Störungen B 12 und B 11a

Die Störung B 12 ist E von Vacherie du Mouillard (Siegfriedblatt Ocourt) an kleineren Verstellungen des Hauptrogensteins und unteren Doggers zu erkennen. W Côte de Goule (vgl. Fig. 5) stossen Rauracien


















- |   |  |   |                  |
|---|--|---|------------------|
|  | Oligocæn (Sandsteine und Konglomerate)       |  | Haupttrogenstein |
|  | Ob. Kimmeridgien                             |  | Unt. Dogger      |
|  | Unt. Kimmeridgien – Ob. und mittl. Séquanien |  | Sackung          |
|  | Naticaschichten                              |  | Fossilfundstelle |
|  | Rauracien                                    |  | Verwerfung       |
|  | Oxfordien                                    |  | Überschiebung    |
|  | Callovien                                    |   |                  |

Fig.5. Geologische Kartenskizze des Gebietes von Sous Plainmont

und oberer Malm (Séquanien-Kimmeridgien) gegeneinander. Die genaue Festlegung der Verwerfung weiter im N ist wegen starker Schuttbedeckung nicht möglich gewesen, doch lässt sich die Richtung einigermaßen erkennen. Wir finden nämlich unmittelbar W Les Ecos eine flach ( $6^{\circ}$ ) nach N einfallende, einheitliche Platte von oberem und unterem Kimmeridgien mit Pterocera-Mergeln, die am Weg in zwei Aufschlüssen zutage treten (vgl. Fig. 5). E dieser Platte herrschen ganz andere Verhältnisse vor. Bei Les Ecos tritt oberes Kimmeridgien zutage, das mit  $15^{\circ}$ – $20^{\circ}$  nach S einfällt. Es liegt verkehrt und ist vermutlich überschoben. Weiter N, 500 m WSW P. 590,2 folgen Malmkalke, wahrscheinlich oberes Kimmeridgien, direkt von Tertiär überlagert. Wir vermuten die Fortsetzung der Verwerfung B 12 zwischen den oben genannten Kimmeridgienkalken W Les Ecos und dem obern Kimmeridgien 500 m WSW P. 590,1. 900 m W P. 590,2 dürfte der E-Flügel ca. 50 m abgesunken sein. Die Verwerfung B 12 muss auch hier NNE–SSW verlaufen und somit zu den rheintalisch gerichteten Brüchen gehören.

Die Störung B 11a verläuft parallel zu B 12. Im S-Schenkel weist das Vorspringen des Callovien N Seleute gegenüber dem Callovien W dieser Ortschaft auf das Vorhandensein einer Querstörung hin. Ferner stimmen die Gewölbeachsen beidseitig der Störung nicht mehr aufeinander. Im N-Schenkel der Mont-Terri-Kette, NE Côte de Goule, streicht überkipptes Callovien gegen normal nach N einfallenden, unteren Haupttrogenstein (vgl. Fig. 5). SSW Sous Plainmont ist die Störung B 11a daran zu erkennen, dass in der verkehrtliegenden Serie unteres Kimmeridgien im W an Rauracien im E grenzt. Weiter im N, im Tertiär, kann die Verwerfung B 11a nicht mehr nachgewiesen werden.

#### *Der Abschnitt der Mont-Terri-Kette zwischen B 12 und B 11a*

In diesem Abschnitt besteht die Kette, wie schon oben (p. 31) erwähnt, aus zwei Gewölben, nämlich einem grossen flachen S-Gewölbe (Prof. 4, Tafel II) und einem schmalen, aber steileren und zum Teil überkippten N-Gewölbe (Prof. 5), das sich E der Störung B 11a bei Côte de Goule besonders gut erkennen lässt. Wir benennen es nach der letzteren Lokalität als die Antiklinale von Côtes de Goule. Während die Achse des flachen Südgewölbes ungefähr E-W-Streichen aufweist, verläuft das kleine überkippte Nordgewölbe in NE-Richtung.

Im überkippten Malmchenkel des Nordgewölbes treten zwei Störungen auf. Die erste, vermutlich NW–SE verlaufende, trennt im Rücken bei P. 679 (vgl. Fig. 5) E–W von NE–SW streichendem Rauracien. Die zweite folgt dem Streichen des N-Schenkels und bewirkt eine Doppelung im Rauracien (Prof. 5 und 6, Tafel II). Die Doppelung ist gut ersichtlich 200 m WSW P. 679 (Fig. 5), ferner ungefähr 600 m NE P. 679, wo mittleres Rauracien im S gegen unteres Rauracien im N anstösst.

#### *Der Abschnitt der Mont-Terri-Kette zwischen B 11a und B 10*

Dieser Abschnitt wird im W begrenzt durch die NNE streichende Störung B 11a, welche wir bereits oben besprochen haben, und im E durch die Störung B 10. Letztere durchquert die NW-Ecke des Siegfriedblattes St-Ursanne, wo sie LAUBSCHER (1948, p. 36) bereits als Querstörung festgestellt hat. Sie erreicht unser Untersuchungsgebiet SW Voiré. Bei Voiré selber, wo die Störung auf Kartenblatt Miécourt zum erstenmal sichtbar ist, stehen Keuper und Lias in tektonischem Kontakt mit unterem Dogger (Prof. 9). Der untere Dogger N der Verwerfung bildet eine ca. 400 m lange Böschung, welche gegen das Gebiet von Derrière Mont Terri verläuft. Wir haben die Störung entlang dieser Böschung eingezeichnet, doch kann deren Vorhandensein hier nur vermutet werden. Erst W Mont Terri (Pt. 804) ist die Störung wieder feststellbar. Hier verläuft sie N  $40^{\circ}$  E und biegt dann weiter im N nach NW ab. Wir werden später versuchen, für die auffällige Richtungsänderung eine Erklärung zu finden (vgl. p. 43).

Wie im W angrenzenden Abschnitt wird auch zwischen B 11a und B 10 die Mont-Terri-Kette von zwei Gewölben gebildet. In ihnen ist vor allem der Dogger entblösst. Der Malm ist im Untersuchungsgebiet nur im N-Schenkel, entlang der Randüberschiebung erhalten.

Der Abschnitt B 11a/B 10 wird auf Blatt Miécourt vom Eisenbahntunnel Courtemautruy–St-Ursanne durchquert. Die Aufschlüsse, die durch den Tunnel geschaffen wurden, bilden eine wichtige Ergänzung zu unseren Feldaufnahmen. Das Tunnelprofil wird deshalb an dieser Stelle in einem besonderen Abschnitt behandelt. Zuerst sei jedoch kurz der Malm-Nordschenkel und die S anschliessenden Antiklinalen im Dogger besprochen.

*Der Malm-Nordschenkel zwischen B 11a und B 10*

Wie schon oben ausgeführt, ist der Nordrand des Malm durch die Randüberschiebung gegeben. Im Malm selbst treten, parallel zur Randüberschiebung, zwei weitere kleine Überschiebungen auf (vgl. Tafel I, ferner Prof. 7, 8 Tafel II).

Die nördlichere Überschiebung ist einwandfrei bis zur Störung B 11a nachweisbar, wo sie sehr wahrscheinlich ihr Ende findet. Nach E lässt sie sich bis ins Gebiet von Courtemaury verfolgen. S Sous Plainmont (vgl. Fig. 5, p. 34) ist das Rauracien entlang dieser Störung auf oberes Séquanien überschoben. S Courtemaury (250 m SW P. 548) ist die Überschiebung daran zu erkennen, dass Dalle nacrée auf oberen Malm (mittleres Séquanien) zu liegen kommt. Rund 400 m weiter NE, 200 m E P. 548 an der Strasse Courtemaury–St-Ursanne, ist oberer Hauptrogenstein auf Rauracien aufgeschoben. Dies ist im E die letzte Stelle, an welcher die Überschiebung noch beobachtet werden konnte. Der Ausbiss der Störung weist auf ein sehr flaches Einfallen nach S hin (vgl. Tafel I und Prof. 9 und 10, Tafel II).

Die zweite, südlichere Überschiebung ergibt sich daraus, dass N Côte de Goule der N-fallende Hauptrogenstein zu nahe an das verkehrtliegende Rauracien heranreicht (Prof. 7). Die Überschiebung findet vermutlich 500 m E der Störung B 11a ihr Ende.

Der Malm zwischen der grossen Randüberschiebung und der nächst südlicheren Überschiebung besteht zur Hauptsache aus oberem und unterem Kimmeridgien. Das Einfallen dieser schmalen Malmserie ändert auf kurze Distanz und zeigt mehrere Verbiegungen, die besonders gut am Weg im Tälchen von Courtemaury südwärts nach Voiré zu sehen sind. Kleinere Komplikationen wie Ausquetschungen sind wahrscheinlich.

E des Tälchens von Courtemaury fehlt der Malm-Nordschenkel bis ins Gebiet von Champs Grains und Cœudret. Wohl befinden sich in diesem Gebiet Malmkalke, aber sie liegen weiter N als der eigentliche Malmschenkel. Wir sehen uns deshalb mit HUMMEL (1914, p. 59) gezwungen, dieselben als gesacktes und verstürztes Material zu betrachten (Prof. 8, 10 und 12, Tafel II und Fig. 7). Es sind dies die auf der Karte als Sackungen eingetragenen Malmhügel von Courtemaury, Paplemont und St-Gelin. KELTERBORN vermutete, diese Malmhügel seien überschoben. Dies dürfte aber nicht zutreffen, da das unterlagernde Tertiär keine Spur von starker tektonischer Beanspruchung aufweist; ferner zeigen besonders die Malmkomplexe von Courtemaury eine tiefgehende Zerrüttung und Lockerung, wie sie für Sackungsmassen bezeichnend sind.

HUMMEL ist der Meinung, dass nicht langsame Gehängerutschungen, sondern richtige Bergstürze zur Bildung dieser Malmhügel geführt haben. Beim kleinen Hügel SE Paplemont darf jedoch nicht von einem Bergsturz, sondern eher von einer Sackung gesprochen werden, da hier ein grosses zusammenhängendes Paket von unterem, mittleren und oberen Rauracien erkennbar ist. Die oolithischen Kalkbänke des mittleren Rauracien fallen mit 50–60° nach SSW ein und bilden einen 150 m langen Felskamm.

Die Ausbruchsnische der Sackung von Paplemont befindet sich 400 m N Chancé (W P. 588 in Fig. 7); der anstehende Malmschenkel ist hier unter einer dünnen Doggerschuttdecke verborgen. Für das Alter der Sackung kann folgende Beobachtung wegleitend sein: Auf den Profilen (1–10) ist deutlich zu erkennen, dass im nördlichen Teil der Mont-Terri-Kette als Strukturen, Störungen und auch Überschiebungen durch eine Ebene (alte schief gestellte Peneplain) gekappt sind. Die Sackung von Paplemont ist nun offensichtlich aus der schiefgestellten Fastebene bei Champs Grains ausgebrochen. Die Sackung ist also jünger als die Peneplain oder mit andern Worten jünger als die Randüberschiebung. Sie dürfte anschliessend an die letzte Faltungsphase, während welcher die Peneplain schiefgestellt wurde, abgerutscht sein. HUMMEL nahm an, dass die Sackung gleichzeitig mit der Randüberschiebung erfolgt sei. (Näheres über die Faltungsphasen und die Peneplain vgl. p. 56–57.)

*Der Dogger zwischen B 11a und B 10 mit den Antiklinalen von Côte de Goule <sup>1)</sup> und Sur Plainmont*

Die Antiklinale von Côte de Goule beginnt schon im Abschnitt B 11a/B 10 (vgl. p. 35), wo der untere Dogger am Weg von Côte de Goule nach Vacherie Mouillard als Kern des Gewölbes gedeutet werden kann.

<sup>1)</sup> Anmerkung während des Druckes: Die Verhältnisse bei Côte de Goule wurden abweichend von obiger Darstellung auf dem Blatt St-Ursanne des Geol. Atlas der Schweiz 1:25000 als eine im Streichen verlaufende Bruchstruktur aufgefasst und gezeichnet.



Den einzigen sicheren Nachweis dieser Struktur liefern hingegen die Aufschlüsse bei Côte de Goule selber (vgl. Fig. 5, p. 34).

Im unteren Dogger ist hier ein symmetrisches Gewölbe aufgeschlossen, dessen Achse annähernd N 60° E streicht. Die Schenkel fallen mit 30–35° ein (Prof. 6). S der Strasse ist die Mulde, welche die Antiklinalen von Sur Plainmont und Côte de Goule trennt, aufgeschlossen. Im N-Schenkel zeigt der Haupttrogenstein 36° Südfallen, im S-Schenkel 14° Nordfallen. E anschliessend folgt eine Zone, wo die Aufschlüsse selten sind. Bei Forêt de l'Essert Varé (Tafel I) zeigt der Haupttrogenstein antiklinale Stellung, und im Kern tritt ebenfalls unterer Dogger auf. Dieser untere Dogger lässt sich am N-Hang von Sur Moron wieder feststellen. Hier fallen der N- und der S-Schenkel nach S ein (Prof. 9 und 10).

Der untere Dogger von Forêt de l'Essert Varé ist am Strässchen, das nach Voiré führt bei Kote 625 (über dem Tunneltracé) und entlang dem Tälchen, das von hier gegen SW ansteigt, gut aufgeschlossen. Der untere Dogger N Sur Moron hingegen zeigt keine guten Aufschlüsse. Rund 300 m N P. 640 liefert der Schutt unterhalb und rund 20 m oberhalb der Strasse Courtemautruy–St-Ursanne viel Gesteinsmaterial des unteren Doggers, der von hier als schmales Band bis zum E-Hang der Kuppe von Sur Moron verfolgbar ist.

KELTERBORN hat nur den unteren Dogger von Forêt de l'Essert Varé gekannt, er trennt ihn vom südlichen Haupttrogenstein mittels einer Störung, die mit 30° nach SE einfällt. LAUBSCHER bespricht ebenfalls diese Störung (von ihm B 11 benannt) und ist der Ansicht, dass es sich um einen Querbruch handelt. Nachdem nun aber das Vorhandensein der Antiklinale von Côte de Goule nachgewiesen werden konnte, muss eine grössere Störung nicht mehr angenommen werden. Im stark gepressten Kern des Nebengewölbes sind sicher mehrere kleinere Komplikationen vorhanden, wie dies der stark gestörte, untere Dogger von Forêt de l'Essert Varé zeigt. Eine grössere Überschiebung oder ein Querbruch ist jedoch nicht vorhanden.

Weiter im E ist die Antiklinale von Côte de Goule im Dogger zwischen Chance und Sur Cœudret (W und N Mont Terri) nur schwach angedeutet. Die ausgedehnten Callovienaufschlüsse am N-Fuss des Mont Terri (P. 804) und W der Störung B 10 können mit der Antiklinale in Zusammenhang gebracht werden, doch sei ausdrücklich erwähnt, dass sich diese Darstellung nicht direkt beweisen lässt. Nur die in dem westlich angrenzenden Gebiet gewonnenen Erfahrungen haben zu dieser Annahme geführt.

Abschliessend wollen wir nochmals an Hand der Strukturkarte (Tafel III) und den Profilen (Tafel II) die Antiklinale von Côte de Goule von W nach E verfolgen. Das Gewölbe beginnt an der Störung B 12 und taucht schwach ab gegen das Tal zwischen Forêt de l'Essert Varé und Sur Moron. N Sur Moron bleibt der Scheitel der Antiklinale auf gleicher Höhe, taucht dann aber im Gebiet von Chancé erneut nach ENE ab. E der Verwerfung B 10 ist das Gewölbe nicht mehr vorhanden.

Zwischen B 12 und B 11a ist die Antiklinale von Côte de Goule eng zusammengepresst (Prof. 4, 5), während im Gebiet von Côte de Goule und Forêt de l'Essert Varé eine viel breitere symmetrische Aufwölbung vorherrscht (Prof. 6). Das Bild ändert wieder bei Sur Moron und Chancé. Die Antiklinale ist eng zusammengepresst und nach N überkippt (Prof. 9–13).

Die Antiklinale von Sur Plainmont ist von LAUBSCHER (p. 36) schon näher behandelt worden. In unserem Untersuchungsgebiet ist nur der N-Schenkel dieses Gewölbes zu sehen, er ist S Forêt de l'Essert Varé ferner auf Sur Moron und S Chancé aufgeschlossen. Dieser N-Schenkel, der auf der Strukturkarte (Tafel III) noch als zur Sur-Plainmont-Antiklinale gehörig dargestellt wird, ist nun gegen E gleichzeitig N-Schenkel der breiten Mont-Terri-Antiklinale des Abschnittes zwischen B 11a und B 10 (vgl. Prof. 12 und 13), wird aber durchsetzt vom Bruch B 10.

#### *Das Profil des Eisenbahntunnels Courgenay–St-Ursanne*

Der Bau des Tunnels von Sur la Croix wurde in den Jahren 1873–1875 ausgeführt, MATHEY, Geometer und Amateurgeologe, besuchte öfters die Aufschlüsse im Tunnel und veröffentlichte als erster im Jahre 1883 ein Profil desselben. KELTERBORN erkannte – wie oben, p. 31 ausgeführt – als erster das Vorhandensein des Malmfensters in der Talsohle SE Courtemautruy, d. h. der Randüberschiebung, und entwarf 1944 ein entsprechendes Tunnelprofil. Unsere Detailkartierung des Gebietes bei Forêt de l'Essert Varé und Umgebung führte dann zu weiteren entscheidenden Feststellungen, die uns eine neue Interpretation des Tunnelprofils ermöglichten.



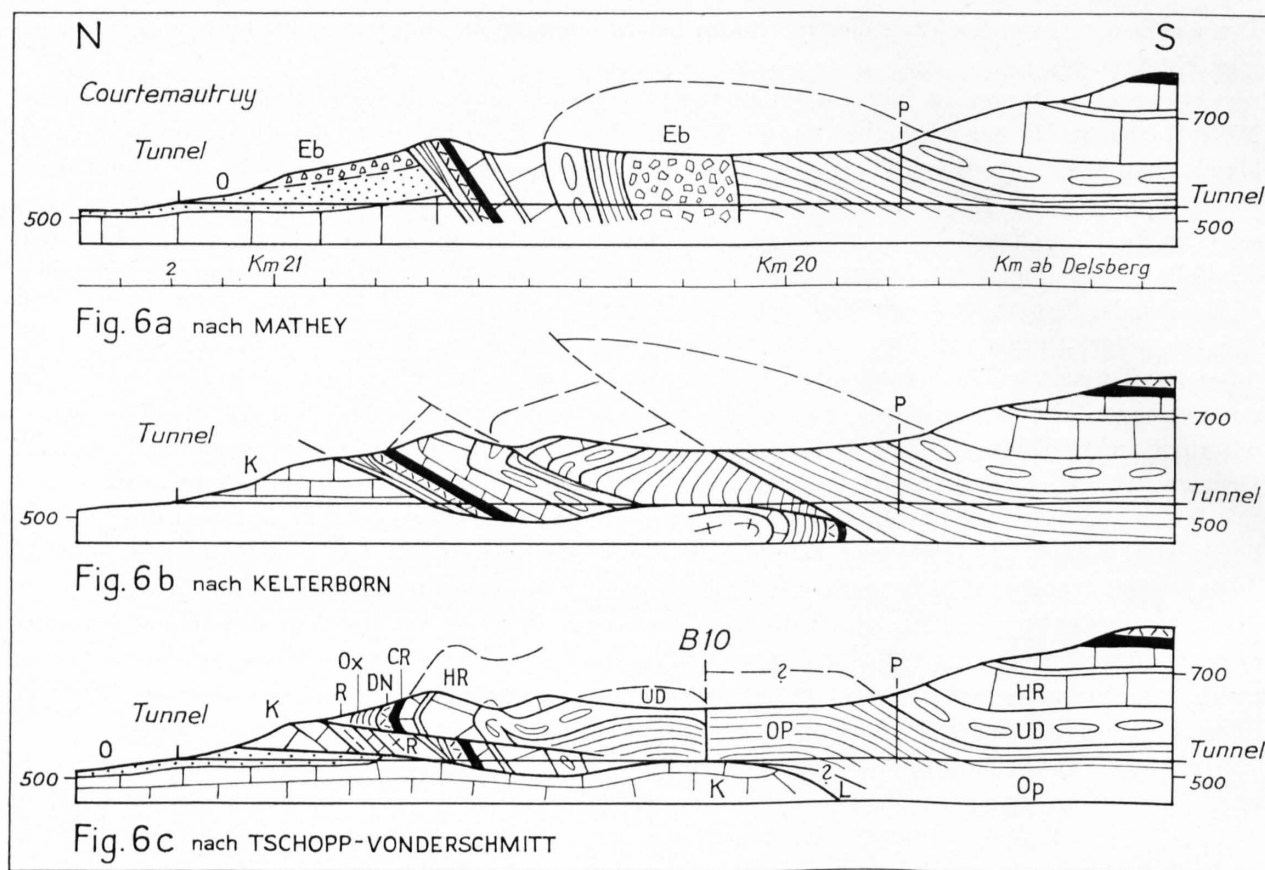


Fig. 6. Interpretationen des Tunnelprofils Courgenay-St-Ursanne

Eb	Schutt	CR	Calcaire roux
O	Oligocaen	HR	Hauptrogenstein
K	Kimmeridgien – Séquanien	UD	Unt. Dogger
R	Rauracien	OP	Opalinuston
Ox	Oxfordien	L	Lias
DN	Dalle naquée	P	Puits de Pichoux

Fig 6c zeigt dieses neue Profil und stellt es demjenigen von MATHEY und KELTERBORN gegenüber. Die Geschichte der Wandlungen in den Interpretationen des Befundes ist kurz die folgende:

900–1110 m vom Nordportal entfernt, wurde auf einer Strecke von 210 m eine Breccienzone durchfahren, in welcher MATHEY Callovien und Oxfordienmaterial feststellen konnte; er glaubte, es liege eine breite Spalte vor, die sich ostwärts in den Kessel von Derrière Mont Terri fortsetze (vgl. Fig. 6a).

Im Jahre 1889 interpretierte F. Koby diese Breccienzone als Verwerfungskluft, welche mit der Aufschiebung von Muschelkalk und Keuper auf Oxfordien in der Salzbohrung von A. Koehli (1828–1835) bei Cornol in Verbindung stehe; es wurde aber kein neues Profil entworfen.

KELTERBORN hat dann die Breccienzone mit der Randüberschiebung in Zusammenhang gebracht: eine Auffassung, die auch wir unserer Profilkonstruktion zugrunde legen.

Wesentliche Unterschiede gegenüber der Auffassung von KELTERBORN ergeben sich in unseren weitergeführten Feldbeobachtungen und daraus, dass es KELTERBORN offenbar entgangen war, dass nach den Aufnahmen von MATHEY das Tertiär im Tunnel vom Nordportal an 400 m weit nach S reicht. Als erste Konsequenz aus diesem letzteren Punkt ergibt sich, dass die Randüberschiebung auch hier Malm mit Tertiär in Kontakt bringt.

Wie schon oben (p. 32) beschrieben, ist südlich der grossen Randüberschiebung noch eine zweite, kleinere Überschiebung vorhanden, die zur ersteren verläuft. Diese Beobachtungen an der Oberfläche lassen sich nun mit dem Tunnelprofil von MATHEY leicht in Einklang bringen, wenn wir die kleinere Überschiebung als schwach nach S einfallend auffassen; dadurch erscheint der Hauptrogenstein der Oberfläche gegenüber demjenigen des Tunnelprofils um 100 m nach N verschoben.

Der untere Dogger von Forêt de l'Essert Varé kann, wie wir bereits ausgeführt haben (p. 35), als Kern der Antiklinale von Côte de Goule aufgefasst werden. Eine Doppelung des unteren Doggers und Hauptrogensteins im Sinne KELTERBORN ist wenig wahrscheinlich. Die Stirne im Dogger, wie wir sie auf der Fig. 6c zeichnen, ist etwa 400 m SSW P. 548 (S Courtemautruy), ungefähr 10 m oberhalb des Weges, sichtbar.

S der Sur-Plainmont-Antiklinale schneidet die Störung B 10 bei Abszisse 248 den Tunnel und tritt hier in unser Untersuchungsgebiet ein (vgl. Tafel I). LAUBSCHER hat gezeigt, dass im südlich anschliessenden Gebiet (Blatt St-Ursanne) die Störungsfläche B 10 bis zum Tunnel ziemlich steil nach N einfällt und deshalb kaum als S-fallende Kernüberschiebung gedeutet werden kann, wie dies von KELTERBORN angenommen wurde. Es handelt sich vielmehr um eine Querstörung. Bei der Profilkonstruktion ist deshalb die Interpretation von LAUBSCHER übernommen worden.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass MATHEY (1883, p. 12, Fussnote) nirgends im Tunnel anstehenden Lias beobachtet hat, was uns sehr überrascht, weil dies eine auffallend grosse Mächtigkeit (180 m) der Opalinustone bedeutet und weil der Lias-Scheitel E der Störung B 10 rund 85 m höher liegt als das Tunnelniveau (535 m). Entweder taucht das Liasgewölbe flexurartig nach W ab oder die veränderte Höhenlage ist durch eine Störung bedingt. Die letztere Annahme halten wir für wahrscheinlicher, da sie mit dem allgemeinen W-Abtauchen der Mont-Terri-Aufwölbung gegen B 10 in Zusammenhang gebracht werden kann. In diesem Zusammenhang ist es von Wichtigkeit, dass MATHEY im Aushub beim Schacht <sup>1)</sup> *Gryphaea cymbium* gefunden hat. Es muss dies entweder damit gedeutet werden, dass Lias tatsächlich im Tunnel angeschnitten wurde, oder aber dass Lias längs der Überschiebung ins Tunnelniveau verschürft worden ist.

#### *Der Abschnitt der Mont-Terri-Kette zwischen B 10 und B 6*

Zwischen B 10 und B 6 bildet die Mont-Terri-Kette eine einzige breite Antiklinale. Im Malm- und Doggermantel sind ausser einigen schwachen Verbiegungen keine sekundären Gewölbe sichtbar, wie sie westlich der Störung B 10 auftreten. Im Kern der Kette hingegen ist im Lias S Cornol ein sekundäres Gewölbe feststellbar.

Die Mont-Terri-Kette zwischen B 10 und B 6 beginnt im Gebiet von Voiré-Sur Combe (siehe Tafel I). Wie schon oben (p. 30) ausgeführt, teilt sich die Kette nach W in zwei Äste. Der N-Ast führt ins Gebiet von Voiré und geht E der Störung B 10 über in die Sur-Plainmont-Antiklinale. Der SW-Ast taucht von Sur Combe an stark in S-Richtung ab und vereinigt sich schliesslich auf Blatt St-Ursanne mit der Clairmont-Antiklinale (vgl. Strukturkarte Tafel III). Während Kern und S-Schenkel relativ ungestört sind, treten im N-Schenkel eine Reihe sehr interessanter Komplikationen auf.

#### Der Dogger-Südschenkel

Der W-Teil ist von LAUBSCHER bereits beschrieben worden. Von Outremont NNE St-Ursanne streicht der S-Schenkel als regelmässig nach S einfallende Hauptrogensteinplatte nach NE zu bis ins Gebiet von Les Grangettes. Der Hauptrogenstein tritt morphologisch als Steilabsturz prächtig hervor (Prof. 13-16). Bis Sous les Roches besteht die Doggerkante aus den Kalken des unteren Hauptrogensteins. Bei P. 917.5 tritt die Acuminatazone zutage, welche nach S entlang einem Tälchen aufgeschlossen ist. Gegen E streichen immer jüngere Teile des Doggers über den Kamm, bis W P. 939,6 das Callovien die Kante bildet. Die relativ weichen Schichten des unteren Callovien (Calcaire roux und Callovienton) bilden eine schmale Combe, die annähernd parallel zu derjenigen der Acuminatazone verläuft.

Im S der Hauptrogensteinplatte herrscht 20-25° S-Fallen vor. Im S auf der Höhe von Grangettes biegen die Schichten knickartig zu steilerem SE-Fallen ab (Prof. 13-16, Tafel II).

<sup>1)</sup> Vertikaler Schacht (Puits de Pichoux) von 122,5 m Länge und ca. 1,420 km vom Nordportal.

# Der Malm-Nordschenkel

Er beginnt im W bei Coëudret (S Cornol) und lässt sich nach ENE bis ins Gebiet von Ecré ohne nennenswerte Störungen verfolgen (vgl. Fig. 7). Der Schenkel streicht SW-NE bis W-E, ist überkippt und fällt mit 30° nach SE bis S ein. In der Tiefe geht der Malm über zu 55-70° SE-Fallen. Im E, bei der Störung B 10, biegt die Malmflanke zu SSE-Streichen um.

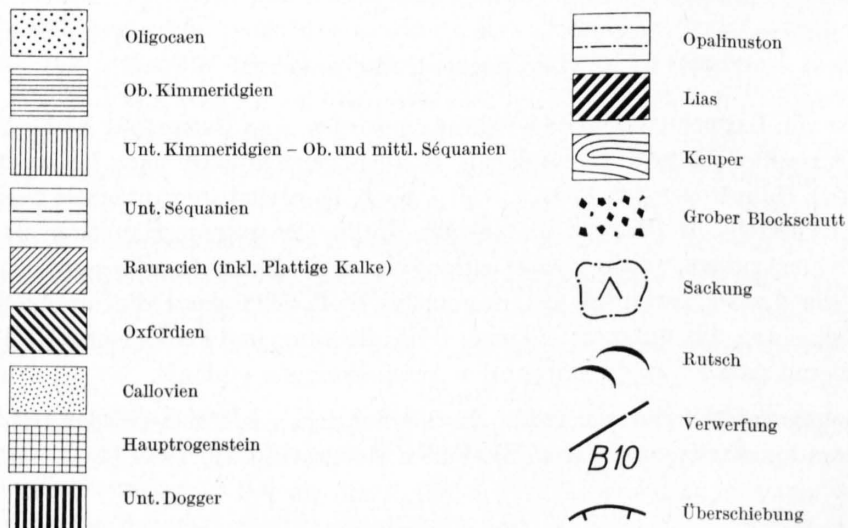
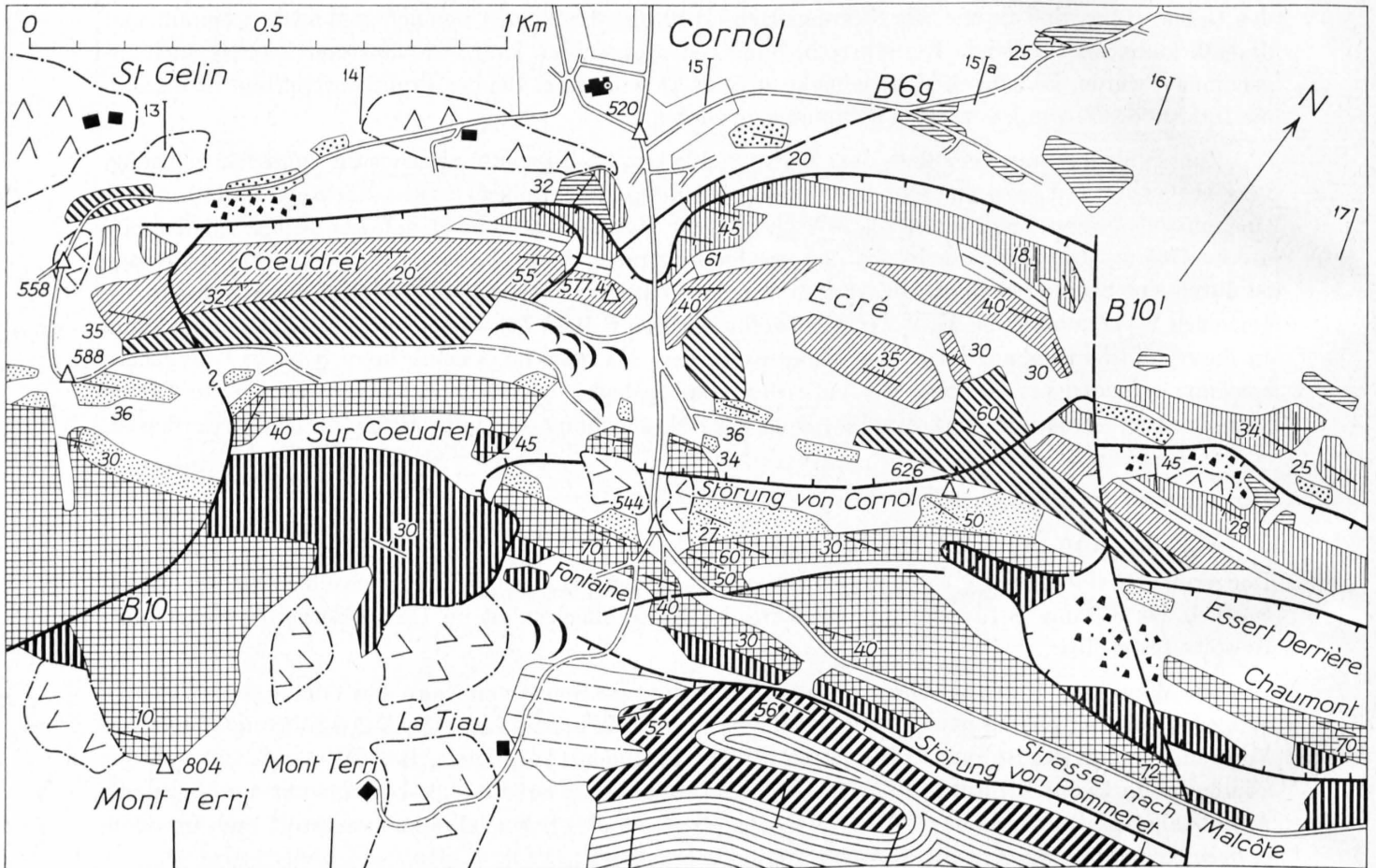


Fig. 7. Geologische Kartenskizze des Gebietes von Cornol



Im Gebiet von Essert Derrière ist die ganze Malmserie vom Oxfordien bis zum oberen Kimmeridgien aufgeschlossen. Besonders schön ist dies am W-Hange des kleinen Tälchens zu sehen, das wenig N Essert Derrière parallel zur Ordinate 581 verläuft. Die Schichten fallen mit 25–30° nach S ein (vgl. rechter Rand von Fig. 7, N Essert Derrière).

Bei Sous l'Alêtre hören die anstehenden Aufschlüsse im überkippten und überschobenen Malm auf. Anschliessend nach E folgt eine Zone, in welcher der Malmschenkel als Sackung weiter im N liegt. Erst S Essert Valtet tritt am Weg das untere Kimmeridgien wieder zutage. Hier streichen die Schichten NNE und sind überkippt. Das merkwürdige Streichen lässt sich damit erklären, dass der Malmschenkel entlang B 6 infolge der grossen Randüberschiebung verschleppt ist. Auch das auf über 1 km andauernde W–E-Streichen des Malmschenkels bei Essert Derrière und sous l'Alêtre (siehe Tafel I) dürfte eine Schleppungserscheinung grösseren Ausmasses sein. Dieser W–E verlaufende Malmschenkel ist infolge der Schleppung entlang B 6 gegenüber dem Schenkel von Ecré, der – wie schon früher bemerkt – rund 1,2 km weit nach N überschoben wurde, zurückgeblieben. Dies erklärt uns auch die Feststellung, dass die Dislokation des Malm-Nordschenkels E sous l'Alêtre gegenüber derjenigen des Malm von Malcôte sehr gering ist. Die Verstellung sollte ja bei einem Überschiebungsbetrag von 1,2 km bedeutend grösser sein. Es darf somit angenommen werden, dass die Überschiebung unmittelbar W von B 6 bedeutend geringer war als im Gebiet von Ecré westlich B 10'.

#### Der Dogger-Nordschenkel

Der Dogger-Nordschenkel der Mont-Terri-Kette zwischen B 10 und B 6 stellt, was die Tektonik anbetrifft, manch schwieriges Problem. Im folgenden wird zuerst eine Beschreibung der wichtigsten Aufschlüsse gegeben und anschliessend die tektonische Bedeutung der verschiedenen Störungen diskutiert.

Zwischen B 10 und Chaumont (vgl. Fig. 7) können zwei Hauptrogenstein-Nordschenkel unterschieden werden, welche im Gebiet S von Cornol parallel zueinander verlaufen. Der nördliche beginnt bei Sur Cœudret und hört S Ecré auf. Der südliche ist vom nördlichen durch eine Störung (Störung von Cornol) getrennt und beginnt im W bei Fontaine. Er lässt sich bis zur Störung B 10' verfolgen. Ein weiterer Hauptrogenstein-Schenkel, der von den letztgenannten durch die Störung B 10' getrennt wird, bildet den Kamm von Chaumont. Im folgenden werden wir diese drei Doggerschenkel unterscheiden und wie folgt benennen:

1. Der Doggerschenkel von Sur Cœudret.
2. Der Doggerschenkel von Fontaine.
3. Der Doggerschenkel von Chaumont.

Der Doggerschenkel von Sur Cœudret ist besonders schön im Tal von Cornol aufgeschlossen. Hier wird er vom nördlich anschliessenden Rauracien-Schenkel durch eine breite, mächtige Oxfordzone getrennt (Prof. 15, Tafel II). An beiden Talhängen tritt hier 150 m N P. 544 (vgl. Fig. 7) Callovien und Hauptrogenstein in überkippter Lagerung (22–36° SSE-Fallen) auf. Der Hauptrogenstein wird gegen S durch eine scharfe Linie begrenzt, die wir als eine nach N einfallende Störung (Störung von Cornol) betrachten, denn S von ihr folgen – wieder S-fallend – verkehrtliegendes Callovien und Hauptrogenstein (Doggerschenkel von Fontaine).

Gegen E lässt sich der Schenkel von Sur Cœudret nur schlecht verfolgen. Das Callovien scheint steilere Stellung einzunehmen. Der Hauptrogenstein streicht ENE und dürfte durch die oben erwähnte Störung von Cornol spitzwinklig abgeschnitten werden. Letztere lässt sich, wie aus Fig. 7 hervorgeht, ca. 300 m NNE P. 626 am Bruch B 10' wieder feststellen.

W des Cornoltales kann der Doggerschenkel über Sur Cœudret bis 350 m ENE P. 588 verfolgt werden, wo er durch die Störung B 10 abgeschnitten wird (vgl. Fig. 7). In diesem Teilstück äussert sich sein Vorhandensein als verlehmteter Geländerücken, dessen Schutt aus Hauptrogenstein besteht. Die einzige Messung des Einfallens konnte in einer kleinen Grube 400 m ENE P. 588 ausgeführt werden. Wir beobachten dort N–S-Streichen, das durch eine Schleppung des Schenkels entlang B 10 bedingt sein dürfte. Bei Sur Cœudret ist der überkippte Hauptrogenstein über einen Luftsattel mit der normal gelagerten Hauptrogensteinplatte von Mont Terri zu verbinden, die schwaches N-Fallen zeigt (Prof. 13 und 14, Tafel II). Zwischen Sur Cœudret und Mont Terri ist der Doggermantel bis auf den unteren Dogger erodiert, welcher somit den



Kern einer liegenden Falte bildete (Prof. 14). Dieser untere Dogger lässt sich nach E bis ins Gebiet von Fontaine (vgl. Fig. 7) verfolgen. Hier liegt er auf Hauptrogenstein des Doggerschenkels von Fontaine in anomalem Kontakt. Der Ausbiss der Störung verläuft entlang der 600-m-Höhenkurve, weshalb horizontaler Verlauf der Störungsfläche angenommen werden darf. In diesem Zusammenhang möchten wir auf den unteren Dogger E des Cornoltales, bei Chaumont (Fig. 7 und Tafel I) hinweisen. Dieser ist ebenfalls auf den Schenkel von Fontaine überschoben und liegt ungefähr auf gleicher topographischer Höhe wie W des Tales; die Störungsfläche verläuft auch hier fast horizontal. Es dürfte sich deshalb um die gleiche Überschiebung handeln wie W des Cornoltales bei Fontaine; wir bezeichnen sie als Überschiebung von Fontaine-Chaumont.

Der Doggerschenkel von Fontaine liegt, wie oben ausgeführt, unter der Überschiebung von Fontaine, unter welcher er nach W zu verschwindet. Gegen E lässt er sich entlang der Strasse nach Malcôte bis zur Störung B 10 verfolgen. Er wird von einer NE streichenden, unbedeutenden Störung durchsetzt, die ca. 200 m E P. 544 an der Strasse nach Malcôte sichtbar ist (vgl. Fig. 7). Wir finden hier die Acuminata-schichten gegen unteren Hauptrogenstein verworfen.

Der Doggerschenkel fällt bei Fontaine mit 70° nach S ein und biegt nach unten, im Tal von Cornol, zu flacherem 30–40°-S-Fallen um. Die gleiche Beobachtung lässt sich weiter im E entlang der Landstrasse nach Malcôte machen; auch hier gehen die 70° S fallenden Hauptrogensteinbänke nach unten zu in 40° S-Fallen über.

Der Doggerschenkel von Chaumont beginnt im W an der Störung B 10'. Der Hauptrogenstein bildet einen scharf ausgeprägten W–E streichenden Felskamm, der nach E abbiegt zu NE-Streichen (vgl. Tafel I). Das Einfallen beträgt rund 70° nach S. Am S-Hang des Felskammes schliesst der untere Dogger an. Er lässt sich von hier bis hinunter zur Strasse Cornol–Malcôte verfolgen, wo er immer noch gleich wie der Hauptrogenstein bei Chaumont mit 70° nach S einfällt. Diese breite Zone von unterem Dogger, welche steiles Südfallen aufweist, zeigt eine zu grosse Mächtigkeit (100–150 m). Da die Normalmächtigkeit nur 50 m beträgt, ist eine Doppelung im unteren Dogger zu vermuten. W der Störung B 10' konnten wir nachweisen, dass unterer Dogger mit flachliegender Überschiebungsfläche auf Hauptrogenstein liegt. Es liegt deshalb nahe, dieselbe flachliegende Überschiebung auch östlich B 10' anzunehmen. Diese Auffassung wird gestützt durch die Beobachtungen 300 m S Esserts Valtet, wo wir den steilfallenden Hauptrogenstein auf W-fallendes Unteres Kimmeridgien überschoben finden (vgl. Tafel I). Ferner streicht der überkippte Malm-Nordschenkel von Essert Derrière unter den Hauptrogenstein von Chaumont.

Nachdem wir nun alle drei Doggerschenkel kennengelernt haben, sei noch kurz auf die Störung von Pommeret hingewiesen (vgl. Südrand von Fig. 7). Sie wird für die folgende tektonische Interpretation von Wichtigkeit sein.

S der Landstrasse Cornol-Malcôte tritt der überkippte Lias des N-Schenkels direkt an den unteren Dogger des Schenkels von Fontaine. Die Opalinustone fehlen fast ganz, und der untere Dogger ist stark reduziert. Wir nehmen an, der überkippte Lias-Nordschenkel sei hier auf den Dogger-Nordschenkel aufgeschoben. (Prof. 15, 15a, 16, Tafel II).

#### Bemerkung zu den Überschiebungen bei Cornol

Wir haben nun in obiger Detailbeschreibung genügend Tatsachenmaterial zusammengetragen, um eine Deutung der etwas verwickelten Überschiebungsverhältnisse zu versuchen.

Beim Betrachten der Detailkarte auf Fig. 7 oder der tektonischen Karte (Tafel I) lässt sich für die Störungen von Cornol und von Pommeret ein Zusammenhang vermuten. Ohne besondere Schwierigkeiten kann die Überschiebung von Pommeret mit derjenigen von Fontaine–Chaumont verbunden werden, trotzdem das direkte Ineinanderübergehen der beiden Überschiebungen im Felde leider nicht nachgewiesen werden konnte, da die Störung S Fontaine in den Opalinustonen nicht fassbar ist. Die Störung von Cornol, welche nach NNW einfällt, dürfte ebenfalls in die Überschiebung von Fontaine–Chaumont übergehen, da eine gleichsinnige W-Fortsetzung der Störung von Cornol ins Gebiet von Mont Terri nicht festgestellt werden konnte. Es liegt deshalb nahe, die Störung von Cornol mit der flachliegenden Überschiebung von Fontaine–Chaumont in Zusammenhang zu bringen. In diesem Falle bilden die Störungen von Cornol, Fontaine–Chaumont und Pommeret zusammen eine gewölbeartig verbogene Überschiebungsfläche.

Im Gebiete von Cornol ist infolge tiefgehender Erosion aus dieser gewölbeartig verbogenen Überschiebungsfläche ein Fenster ausgeschnitten worden, durch welches der Doggerschenkel von Fontaine sichtbar wird (vgl. Prof. 15, 15a, 16, Tafel II). Dieser Schenkel biegt also nach oben nicht zu normaler Lagerung um, sondern wird von der verbogenen Überschiebungsfläche abgeschnitten und findet seine Fortsetzung im Schenkel von Sur Cœudret (vgl. Prof. 14, 15, Tafel II). Das Callovien des Sur-Cœudret-Schenkels ist im Tal von Cornol rund 200 m weit nach N vorgeschoben.

Der horizontal liegende Teil der gewölbeartig verbogenen Überschiebung bei Cornol setzt sich nach E (E der Störung B 10') fort (Prof. 17, 18). Hier ist hingegen kein Abbiegen mehr nach N und S feststellbar. Was anderseits die W-Fortsetzung der Überschiebung von Cornol betrifft, so lässt sich nichts Bestimmtes aussagen, da die Überschiebung unter den Doggermassen zwischen Mont Terri und Sur Cœudret verschwindet. Im folgenden soll aber versucht werden, mit Hilfe von spekulativen Überlegungen dieses Problem zu klären.

Bei der Betrachtung der Fig. 7 liegt es sehr nahe, in der Störung B 10 W Sur Cœudret die Fortsetzung der Überschiebung zu sehen. Wenn dies wirklich der Fall ist, so bedeutet dies, dass die verbogene Störungsfläche bei Cornol eigentlich eine verfaltete Bruchfläche darstellt, an welcher Überschiebung stattgefunden hat. Die Verfaltung der Bruchfläche ist darauf zurückzuführen, dass letztere in den überkippten N-Schenkel hineinstreicht.

Ein Blick auf die Strukturkarte Tafel III oder die tektonische Karte (Tafel I und Fig. 3) zeigt, dass die Störung B 10 spitzwinklig bis parallel zur Achse der Mont-Terri-Kette verläuft. Wir gehen von der Annahme aus, dass diese Störung schon vor der Faltung angelegt worden ist und in das Gebiet des überkippten Schenkels bei Cornol streicht. Eine solche Störung wird natürlich die Aufwölbung, Überkippfung und schliesslich die Überschiebung mitgemacht haben. Sie kann in diesem speziellen Fall vollkommen verfaltet werden.

Auf Fig. 8 haben wir 5 schematische Profile durch die Mont-Terri-Kette gezeichnet. Dabei liegt Nr. 1 im W im Gebiet von Mont Terri und 5 im Osten bei Chaumont. In dieser Zone streicht die Störung B 10 – in Fig. 8 mit B bezeichnet – in die überkippte N-Flanke der Mont-Terri-Kette. Von der Stelle an, wo der Bruch B 10 in den überkippten Schenkel streicht, wird er, wie auf Prof. 3 und 4 der Fig. 8 dargestellt, gewölbeartig verbogen. Bei gleichbleibendem Streichen des Bruches muss die verfaltete Bruchfläche in N-S-Richtung immer schmaler werden, schliesslich auch in den überkippten Schenkel unter der Überschiebung eintreten (Prof. 4 der Fig. 8) und dann das Gewölbe (im Norden) verlassen (Prof. 5, Fig. 8). Würde die Bruchfläche parallel zur Streichrichtung des Gewölbes verlaufen, so müsste die Verbiegung gegen E zu gleichförmig weiterbestehen. Wie oben dargelegt, existiert eine solche gewölbeartig verbogene Fläche im Mont-Terri-Gewölbe östlich B 10. Es ist dies die verbogene Überschiebung. Sie geht vermutlich nach W, wie das bei der Annahme eines verfalteten Bruches notwendig ist, in die Störung B 10 über. In der stark verbogenen Ausbisslinie der Störung B 10 bei Sur Cœudret sehen wir die emportauchende gewölbeartig verbogene Störungsfläche, die dann N Mont Terri in die annähernd senkrecht einfallende Verwerfung übergeht. Der Schenkel von Fontaine setzt sich deshalb in der Tiefe zwischen Mont Terri und Sur Cœudret fort und vereinigt sich mit dem Doggerschenkel westlich B 10.

Der Schenkel von Fontaine sollte aber bei gleichbleibendem Streichen der Bruchfläche gegen E immer eingengt werden und mit dem abtauchenden Bruchflächen-Gewölbe verschwinden. Dies hätte zur Folge, dass der Malm- und Doggerschenkel von Cœudret bzw. Sur Cœudret ungestört in denjenigen von Essert Derrière bzw. Chaumont übergehen würde. Ferner würde ein Abtauchen des gewölbeartig verbogenen Bruches bei Cornol nach E sichtbar sein. Dies ist aber nicht der Fall. Weder ist ein Abtauchen nach E sichtbar, noch ist ein ungestörter Verlauf des Malm- und Doggerschenkels von Sur Cœudret sichtbar. Der über der Überschiebungsfläche gelegene Teil der Mont-Terri-Kette ist auch die Störung B 10' vom Schenkel zwischen Essert Derrière und Chaumont getrennt.

Die tektonische Interpretation dieser Störung B 10' ist leicht zu finden, wenn man berücksichtigt, dass sich die Störung B 10 während der Faltung nicht vollkommen passiv verhalten haben kann. Während der Faltung gab es einmal eine Periode, in der die Bruchfläche horizontal lag und als Gleitbahn für Horizontalbewegungen (Überschiebungen) dienen konnte. Dies ist in unserem speziellen Fall eingetreten. Der Versetzungsbetrag zwischen dem Sur Cœudret- und Fontaine-Schenkel beträgt nämlich im Tal von Cornol, wie

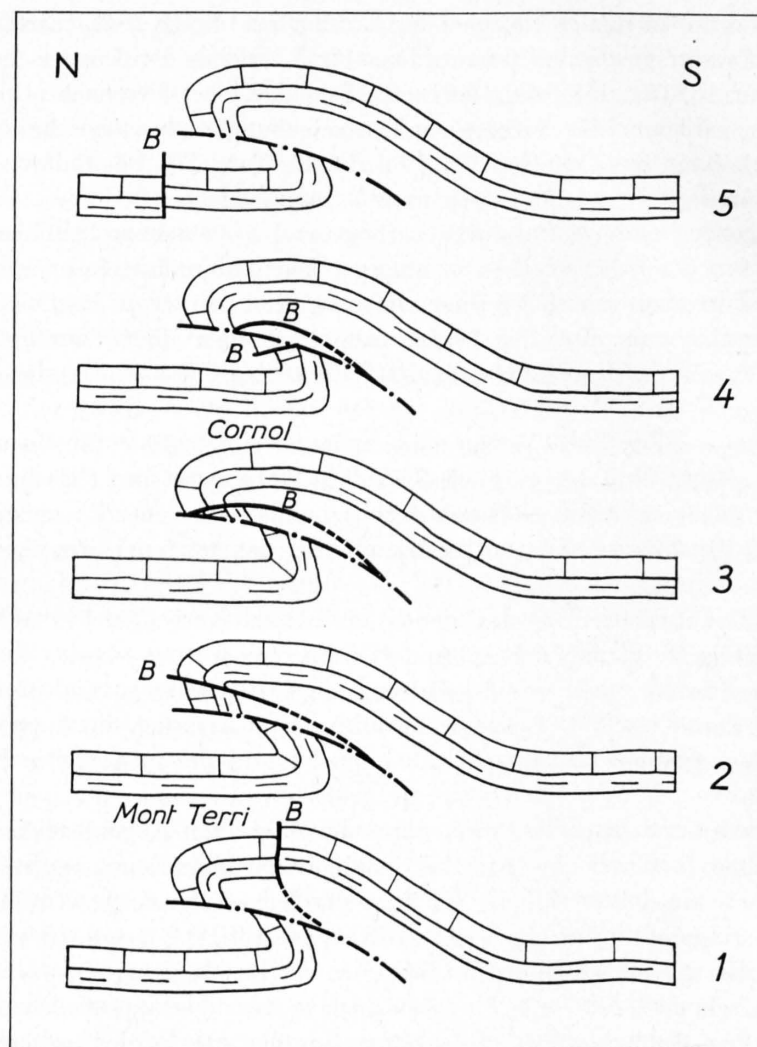


Fig.8. Schematische Darstellung des Verlaufs der Störung B 10 im Gebiet zwischen Mont Terri und Cornol (vgl. Text p.43)

schon oben erwähnt, rund 200 m. Für die eigentliche Sprunghöhe der Störung B 10 im Gebiet von Le Mont Terri messen wir aber nur ca. 70 m. Es muss deshalb der Sur Cœudret-Schenkel während der Faltung mindestens noch 130 m nach N vorgepresst worden sein. Dieser Betrag ist im Gebiet von Sur Cœudret bei der Störung B 10 sehr klein, er wächst aber nach E stark an. Der Malm-schenkel von Ecré ist zum Beispiel 300 m nach N versetzt, also rund 100 m mehr als im Gebiet von Cornol. Der Betrag der Überschiebung wächst demnach von W nach E an. Dies bedeutet eine hebelarmartige Bewegung, also eine Rotation des Sur Cœudret-Schenkels. Der annähernd ruhende Punkt dieses Armes wäre im Gebiet W Sur Cœudret an der Störung B 10 zu suchen.

Während der Überschiebung entlang der Bruchfläche B 10 entstand die Schleppung des Dogger-schenkels von Sur Cœudret, 400 m ENE P. 588 (vgl. p. 41) und des Malm-schenkels bei Ecré und Essert Derrière entlang der Störung B 10'. Letztere Störung B 10' ist ein tektonischer Abrissrand, entlang welchem der Malm- und Doggerschenkel im Gebiet von Cornol nach N vorgepresst wurden. Die Störung B 10' zeigt die Richtung der Überschiebung entlang der Bruchfläche B 10 bei Cornol und liegt an der Stelle, wo die gewölbeartige Störungsfläche nach E abtauchen und verschwinden sollte. Das normale Bild der abtauchenden Aufwölbung der Bruchfläche B 10 nach E wird dadurch verwischt und scheint flexurartig bei B 10' zu erfolgen.

Die verbogene Bruchfläche B 10 im Gebiet von Cornol verläuft sozusagen im Streichen des überkippten Schenkels und zeigt deshalb kein Abtauchen der gewölbeartig verbogenen Bruchfläche. Ein schwaches



Abbiegen der Aufwölbung der Bruchfläche nach N oder Streichänderung im Schenkel kann das flexurartige Abtauchen nach E und die Bildung des tektonischen Abrissrandes verursachen.

Während bei Cornol die Überschiebung auf der Bruchfläche B 10 erfolgte, ist das Vordringen des Haupttrogenstein-Schenkels von Chaumont nach N nicht mehr auf eine Bruchfläche zurückzuführen. Die Überschiebung E von B 10' erfolgte als einfaches Mitgehen der E-Fortsetzung des Haupttrogensteins. Merkwürdig ist dabei, dass der östliche Teil S Essert Valtet (SE Fregiécourt) weiter nach N vorgeschoben wurde als der westliche bei Essert Derrière. Es ist möglich, dass dies auf die Überkippfung des N-Schenkels S Essert Valtet (vgl. Tafel I) zurückzuführen ist.

Bis jetzt haben wir die Störung B 10 nur im überschobenen Teil der Mont-Terri-Antiklinale verfolgt. Im N anschliessenden Tafelland der Ajoie ist die Störung sehr schwierig wieder zu finden, wenn sie überhaupt dort noch vorhanden ist. Folgende Überlegung hilft jedoch den Raum zu begrenzen, wo die Störung zu suchen ist.

Die Überschiebung der Mont-Terri-Kette ins Tafelland der Ajoie und Becken von Charmoille erfolgte entlang den Störungen B 12 und B 6, also ungefähr in SSW–NNE-Richtung. Die Schubrichtung des Kettenjura, welche senkrecht zur Achse der Mont-Terri-Kette wirkt, verläuft hingegen SSE–NNW. Dies bedeutet eine relative E-Bewegung der Mont-Terri-Kette zwischen B 12 und B 6. Diese Verhältnisse müssen beim Betrachten der geologischen Profile 6–17 der Tafel II berücksichtigt werden, da die Profile in der Schubrichtung liegen. Der dargestellte überschobene N-Schenkel reisst deshalb nicht ab vom autochthonen Schenkel im gleichen Profil, sondern, infolge seiner NNE-Bewegung, vom N-Schenkel eines Profiles weiter im W.

Die Störung B 10, welche im Gebiet von Chaumont als Bruchaufwölbung im überschobenen Teil abreisst und verschwindet, muss also im autochthonen SW davon wieder einsetzen. Die Abreißstelle hat sich nämlich parallel zu den Störungen B 12 und B 6 bewegt. Die einzige uns bekannte Störung, die dieser Anforderung entspricht, ist die Störung B 6g am N-Ausgang des Tales von Cornol (vgl. Fig. 7 und Tafel I). Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Störung als Fortsetzung von B 10 im jurassischen Tafelland der Ajoie zu betrachten ist.

Die tektonische Interpretation der Störungen bei Cornol haben wir nun versucht mit Hilfe der Verfaltung des Bruches B 10 herbeizuführen. Eine weitere Lösung ergibt sich aus folgenden Überlegungen:

Bei der Überschiebung in Cornol könnte es sich um eine kleinere Überschiebung handeln, die ursprünglich parallel zur grossen Randüberschiebung verlief. Beide Überschiebungen sind dann in einer späteren Faltungsphase noch verbogen worden. Die Randüberschiebung zeigt ja bekanntlich beim Malmfenster NW Derrière Mont Terri leichte Verbiegung, welche mit der Verbiegung der Überschiebung bei Cornol in Zusammenhang stehen könnte (vgl. Prof. 11). Diese verbogene Überschiebung in Cornol würde nach W an die Störung B 10 anstossen, welche dort stark verbogen, aber nicht verfaltet wäre. Der Versetzungsbetrag zwischen dem Schenkel von Fontaine und demjenigen W der Störung B 10 würde annähernd Null sein, das heisst, die Störung B 10 bei Sur Cœudret heilt unter der verbogenen Überschiebungsfläche von Cornol aus. Wir geben der ersten Lösung, bei der eine Verfaltung des Bruches B 10 angenommen wurde, den Vorzug, da die Verbiegung der Störung B 10 bei Sur Cœudret besser mit dem Emportauchen der verbogenen Überschiebung von Cornol in Zusammenhang gebracht werden kann und weil auf diese Weise der Schenkel von Fontaine ungestört in den überkippten Doggerschenkel W B 10 übergehen muss, wofür auch die Beobachtungen im Felde sprechen.

Zum Schluss kann zusammenfassend folgendes ausgesagt werden: Die Verwerfung B 10 verläuft spitzwinklig zur Mont-Terri-Kette und streicht im Gebiet von Cornol in den überkippten N-Schenkel, wo sie gewölbeartig verbogen wird. Während der Faltung hat entlang der horizontal liegenden Bruchfläche B 10 eine Überschiebung stattgefunden. Sie endet im E an der Störung B 10', welche während der Überschiebung aufgerissen wurde. Auch der Doggerschenkel östlich B 10' wurde mitgerissen und es entstand die kleinere Überschiebung von Chaumont.

Die Richtung der Bruchüberschiebung und die der Überschiebung der Mont-Terri-Kette entlang B 12 und B 6 fallen nicht zusammen, sondern schneiden sich unter einem spitzen Winkel. Die Bruchüberschiebung erfolgt in NNW-Richtung und die Bewegung entlang den Störungen B 12 und B 6 gegen NNE zu.



Der Malm- und der Doggerschenkel von Cœudret bzw. Sur Cœudret führen eine entgegen dem Uhrzeigersinn leichte Drehbewegung aus. Analog verhält sich der Haupttrogenstein-Schenkel E der Störung B 10'. Diese Bewegung dürfte die gleiche Ursache haben, welche die Überkipfung der N-Flanke der Mont-Terri-Kette und das Abdrehen nach NNE östlich der Störung B 6 bedingte.

#### *Der Kern der Mont-Terri-Kette zwischen B 10 und B 6*

Zwischen Voiré im SW und La Malcôte im NE ist der Kern fast durchwegs bis auf den Keuper freigelegt. Bei Voiré, wo KELTERBORN ausschliesslich Lias kartierte, konnte in den Bächen Keuper nachgewiesen werden. Es handelt sich um rote und grüne Mergel und Tone. Südlich Sur Combe wird dieser Keuper von Lias überdeckt, der hier den Kern der Kette bildet. NE von Sur Combe beginnt ein ausgedehnter langgestreckter Keuperkern, der E des Hofes Derrière Mont Terri durch das Ansteigen des Terrains leicht eingengt erscheint und beidseitig durch ein normales Liasband eingerahmt wird.

Der Lias-Südschenkel ist fast durchwegs in den Bächen angeschnitten, wo hauptsächlich die Gryphitenkalkbänke mit 15–25° SSE-Fallen zutage treten. Zwischen den Bächen liegen grössere Pakete von verschwemmtem und abgerutschtem Material aus dem unteren Dogger und den Opalinuston.

Der Lias im N-Schenkel der Mont-Terri-Kette ist besonders schön SE Cornol aufgeschlossen. Hier konnte im Lias-Keuper ein sekundäres Gewölbe festgestellt werden (vgl. Prof. 15, 16, Tafel II). Der ca. 50 bis 100 m breite Keuperkomplex unmittelbar S des Lias-Nordschenkels liegt im Kern des sekundären Gewölbes. Das S anschliessende Liasband bildet die Mulde, welche das sekundäre Gewölbe vom Hauptgewölbe im S trennt. Dieses Gewölbe taucht stark nach SW ab, da in dieser Richtung immer jüngere Schichten den Kern bilden<sup>1)</sup>. Nach N ist das Gewölbe auf den überkippten Doggerschenkel von Fontaine aufgeschoben (siehe Fig. 7, p. 40) Diese Überschiebung (Überschiebung von Pommeret) haben wir bereits auf p. 42 näher beschrieben.

Beim Hofe Mont Terri und N davon liegen die grossen Sackungsmassen von La Tiau. Unterer Dogger und Haupttrogenstein sind vom Mont Terri nach E abgesackt. Unter diesen Sackungsmassen hört wahrscheinlich das sekundäre Gewölbe auf. Das Einfallen im Lias wurde in Profil 14 entsprechend dem Verlauf des untern Doggers eingezeichnet.

KELTERBORN hat auf seiner tektonischen Karte im Kern der Mont-Terri-Antiklinale eine Kernüberschiebung eingezeichnet. Zu dieser Darstellung führt ihn die Beobachtung, dass die Haupttrogenstein-Rippe der Südflanke etwa 150 m höher liegt als diejenige der Nordflanke. Dazu ist zu sagen, dass infolge der Störung B 10 das Gebiet von Sur Moron und der W Nachbarhügel von Mont Terri (= P. 804) rund 50 bis 70 m abgesunken sind. Ferner streichen die Störungen B 9 und B 8 in den Kern der Mont-Terri-Kette und können ebenfalls ein Tieferliegen des Nordschenkels bedingen, da auch hier der NW-Flügel abgesunken ist. Es können aber auch kleinere Verbiegungen im Dogger und Lias das Höherliegen des S-Schenkels verursachen. Aus all diesen Gründen ist von uns in den Profilen keine Kernüberschiebung angenommen worden.

#### **c) Die Mont-Terri-Kette östlich B 6**

Im letzten Abschnitt konnten wir feststellen, dass die Mont-Terri-Kette zwischen den Störungen B 10 und B 6 nach N auf das Tafelland der Ajoie überschoben ist. E der Störung B 6 lässt sich keine Überschiebung mehr nachweisen, wohl aber ist NNW Asuel eine starke Überkipfung des N-Schenkels vorhanden, welche jedoch nach NE zu immer schwächer wird und im Gebiet von La Côte und Bois Juré aufhört. Weiter im NE ist dann nur noch eine flache Malmaufwölbung feststellbar, die wir mit LINIGER von hier an (E von B 4) als Bueberg-Antiklinale bezeichnen.

E der Störung B 6 streicht die Mont-Terri-Kette zunächst W–E (vgl. Tafel III). Nach ungefähr 500 m teilt sie sich in einen N 40° E und einen W–E streichenden Ast, wie dies bereits früher bemerkt wurde

<sup>1)</sup> Nach Koby (1889) ist in diesem Gebiet durch THURBERG ein Schacht auf Kohle niedergebracht worden. KELTERBORN nahm an, dass der Schacht im Keuper abgeteuft wurde und nicht im Lias wie dies Koby berichtet. Unsere Feldaufnahmen zeigen hingegen, dass der Schacht sicher im Lias begonnen hat. (Der Schacht THURBERG ist auf der tektonischen Karte, Tafel I eingetragen.)

(siehe p. 23). Der N-Ast, die eigentliche Mont-Terri-Antiklinale, sinkt axial gegen das Tal von Asuel, bleibt dann bis La Vigne auf gleicher Höhe, taucht dann abermals bei Bois Juré stark nach NE ab. Der S-Ast, welcher die Vorbourg-Antiklinale bildet, wird später näher beschrieben (vgl. p. 50 ff.).

Auf der tektonischen Karte (Tafel I) ist das starke Abschnellen der Mont-Terri-Antiklinale östlich B 6 in die NNE-Richtung gut zu erkennen. Dieses Abschnellen wird vermutlich durch das NNE-SSW verlaufende Bruchsystem zwischen B 6 und B 1 verursacht. Mit der Störung B 6 treten wir von W her in dieses Bruchsystem ein, das vom Pfirter Jura aus die Falten in NNE-SSW Richtung durchsetzt. Auf Blatt St-Ursanne sind diese Störungen von LAUBSCHER eingehend untersucht worden, und wir halten uns an seine Numerierung der Störungen.

Beim Betrachten der tektonischen Karte fällt uns auf, dass die einzelnen Brüche nicht über mehrere Kilometer verfolgbar sind. Sie hören vielmehr plötzlich auf und werden durch andere annähernd parallel dazu verlaufende Störungen abgelöst. So finden die Brüche B 2, B 3 und B 4 im Gebiet von Grande Roche ihr Ende und werden im W durch die Verwerfung von Pleujouse (B 5) und im E durch B 1c abgelöst. Letztere wieder hört im Gebiet von Noirval auf, dafür beginnt aber im W bei Bois Juré die Störung B 4b. Das ganze Bruchsystem erhält somit eine fiederige Anordnung.

Wie aus der Tektonischen Karte, Tafel I und Tafel III ersichtlich ist, durchsetzen die Brüche bei ihrem Übertritt von Blatt St-Ursanne auf Blatt Miécourt die Vorbourg-Antiklinale senkrecht zu ihrer Achse und verlaufen dann weiter im N – infolge des starken Abschnellens der Mont-Terri-Antiklinale – nach NNE, d. h. im Streichen dieses Gewölbes. Auf der tektonischen Karte (Tafel I) sind die Verwerfungen (B 5 und B 4) im Streichen der Mont-Terri-Antiklinale als Überschiebung eingezeichnet, da, wie wir noch bei der Detailbeschreibung sehen werden, hier während der Faltung entlang der alten Bruchflächen Überschiebung stattgefunden hat. Anders verhält sich die Störung von Le Gy (B 3). Wohl verläuft sie wie B 4 und B 5 im Streichen der Mont-Terri-Antiklinale, doch wurde ihre Bruchfläche während der Faltung nicht zur Gleitbahn für Überschiebungen, sondern zur Trennungsfläche zwischen zwei verschieden aufgefalteten Gebieten. So verläuft östlich der Störung von Le Gy (= B 3) bei Le Pire eine Antiklinale, nämlich die Bourrignon-Kette, und ebenso auch die N anschliessende Mulde von Bellevue in W-E-Richtung, während sich im W B 3 die SW-NE streichende Mont-Terri-Antiklinale aufwölbt. Es werden also durch die Le-Gy-Störung zwei vollkommen verschieden gebaute Gebiete getrennt.

In der folgenden Detailbeschreibung beginnen wir im S mit dem Malm- und Doggerschenkel. Zwischen den Störungen B 6 und B 4 gehört ein Teil des Malm-Südschenkels bereits zur Vorbourg-Antiklinale. Er wird weiter unten im vorliegenden Abschnitt besprochen. Zu Beginn sei aber noch kurz die Störung B 6 beschrieben.

### *Die Störung B 6*

Die Störung B 6 ist bei La Malcôte (W Asuel) bereits von MÜHLBERG (1900) und ROLLIER (1898, p. 175) erkannt worden. ROLLIER spricht von einer Transversalverschiebung, die nur den N-Schenkel der Mont-Terri-Antiklinale erfasst. Daraus schliesst der Autor, dass der orogene Druck, welcher die Verschiebung verursacht habe, von N komme. Auf der tektonischen Karte von KELTERBORN (1944) durchsetzt die Störung von Malcôte aber das ganze Gewölbe. Unsere Beobachtungen haben diese Auffassung bestätigt.

Der S-Schenkel der Mont-Terri-Kette wird ca. 70 m NNE P. 939,6 (N Les Grangettes) von der Störung B 6 durchschnitten. Hier grenzt Callovienton (im W) gegen unteren Haupttrogenstein (im E). E Les Grangettes verläuft die Störung entlang dem Felsband der Dalle nacrée (vgl. LAUBSCHER, p. 31). Im Kern N Les Rondins verursacht die Störung eine Doppelung des Lias. Im N-Schenkel der Mont-Terri-Kette bei La Malcôte ist der Haupttrogenstein gegen Lias und das Oxfordien gegen unteren Dogger verworfen. NE La Malcôte, gegen Essert Valtet stösst die Lokalisierung der Störung auf Schwierigkeiten, da annähernd gleichaltrige Serien des oberen Malm gegeneinander streichen. Im Becken von Charmoille lässt sich die Störung nicht mehr fassen. Sie verschwindet unter den Vogesenschottern (vgl. Tafel I).

Der topographische Verlauf der Störung bei Les Rondins zeigt, dass die Bruchfläche nach E einfällt. Die Verwerfung streicht NNE-SSW, sie hat also rheintalischen Charakter und ist vermutlich schon vor der Faltung angelegt worden. Die Strukturkarte (Tafel III) zeigt deutlich, dass die Störung die Trennungs-

linie zwischen zwei verschieden gebauten Gebieten bildet. Wie schon früher beschrieben, ist die Mont-Terri-Kette W der Störung B 6 nach N vorgepresst worden. E der Verwerfung ist keine Überschiebung mehr vorhanden.

### *Der Malm-Südschenkel*

Er streicht SW Les Malettes zwischen Le May und Côte du Frêne zunächst WSW–ENE und biegt unmittelbar W P. 889,3 in E–W Richtung ab. Der Malm ist an der Umbiegungsstelle nicht nur durch B 5 und B 5', sondern auch durch mehrere kleinere Verwerfungen gestört, welche alle zum gleichen Verwerfungssystem gehören. Östlich dieser Bruchchar wird die Malmflanke zum S-Schenkel der Vorbourg-Kette gerechnet (vgl. p. 51). Wegen der im E von Montgremay stattfindenden Abzweigung der Vorbourg-Kette von der Mont-Terri-Kette setzt der Malm-Südostschenkel der Mont-Terri-Kette erst bei Le Gy wieder ein. Der Malm bildet hier eine enggepresste Synklinale, welche die Mont-Terri-Antiklinale im N von der Vorbourg-Antiklinale im S trennt. Die NW-Flanke dieser Mulde gehört zum SE-Schenkel der Mont-Terri-Antiklinale und streicht entlang der Störung von Le Gy (B 3) in NNE-Richtung nach P. 848,2 NW Les Bruyères. Hier ist eine leichte Verbiegung in der Malmflanke vorhanden, welche auf der tektonischen Karte (Tafel I) am Verlauf des Rauracienbandes deutlich zu erkennen ist. Weiter im NE bei Grandes Roches ist wieder NE-Streichen vorherrschend.

Die Malmflanke wird nun im Gebiete zwischen Le Gy und P. 821,0 (W Grandes Roches) durch mehrere Störungen zerschnitten. Als erste ist die Störung von Le Gy (B 3) zu nennen, an welcher SW Les Bruyères unteres Kimmeridgien gegen Rauracien stossen. SW von Grandes Roches biegt die Störung nach NE ab und verläuft wie eine Überschiebung im Streichen der Mont-Terri-Antiklinale (vgl. Prof. 24, 25, Tafel II). Sie stösst N Les Bruyères an die NNE–SSW streichenden Verwerfung B 1c, verwirft SW Grandes Roches mittleres Séquanien gegen Rauracien und verläuft weiter nördlich im Streichen der Rauracienflanke. Zwischen P. 821,0 und Noirval durchschneidet er den Kern der Bueberg-Kette (vgl. Tafel III).

Die beiden zuletzt genannten Störungen B 3 und B 1c durchschneiden in spitzem Winkel den Malm-Südschenkel der Mont-Terri-Antiklinale. Zwei kleinere Störungen verlaufen WSW. Die eine, SW Grandes Roches, kann als kleine Überschiebung aufgefasst werden, dokumentiert durch eine Doppelung der Naticamergel, welche durch ein schmales Band vom oberen Séquanien getrennt werden. Die zweite erstreckt sich zwischen Roche au Cerf und Grandes Roches. Der Südflügel ist an steiler Bruchfläche nach E verschoben oder aber gehoben worden. Wir vermuten, dass diese zweite Störung mit dem Bruch B 4 zusammenhängt (vgl. p. 131).

### *Der Dogger-Südschenkel und -Nordschenkel*

Der Dogger-Südschenkel der Mont-Terri-Kette kann im Gegensatz zum Malm-Südschenkel östlich B 6 durchgehend nach NE verfolgt werden. Dies ist möglich, da die Doggerflanke durch die Vorbourg-Antiklinale nicht unterbrochen wird. Letztere ist 300 m SE P. 912,4 (NW Les Malettes) daran zu erkennen, dass im Dogger-Südschenkel eine schmale aber intensive WNW streichende Verbiegung auftritt. In der S-Flanke dieser Verbiegung beobachten wir noch ein schmales N 23° E streichendes Quergewölbe, das senkrecht zur Achse der Vorbourg-Antiklinale steht. Diese beiden Gewölbe werden wir erst im Abschnitt über die Vorbourg-Antiklinale näher behandeln (p. 51). Im folgenden soll nur der eigentliche Dogger-Südschenkel der Mont-Terri-Antiklinale besprochen werden. Dieser lässt sich nach NE bis ins Gebiet von La Vigne (NE Asuel) verfolgen, wo er die Gewölbeumbiegung übergeht und von hier bis Bois Juré den Doggerkern der Antiklinale bildet.

Der Dogger-Südschenkel zeigt unmittelbar E der Störung B 6 Unregelmässigkeiten im Streichen. Zuerst biegt die morphologisch ausgeprägte Hauptrogensteinkante (vgl. p. 39) langsam von der W–E-Richtung zu E20°S ab. Bei P. 912,4 erfolgt dann eine knickartige Umbiegung gegen NE. Diese Streichänderungen sind durch die Aufspaltung der Mont-Terri-Kette in zwei gesonderte Äste bedingt.

Ungefähr senkrecht zur knickartigen Umbiegung der Doppelflanke bei P. 912,4 verlaufen zwei kleinere Brüche B 5 und B 5'. Sie lassen sich im Callovien ca. 400–500 m E Montgremay leicht feststellen. S Montgremay bildet die Dalle nacrée eine W–E verlaufende Geländekante, welche durch die Störung B 5 ab-



geschnitten wird. Zwischen B 5 und B 5' ist ein 100–150 m schmales NS gestrecktes Band von Callovien eingeklemmt. Im S grenzen Oxfordtone an Dalle nacrée, und im N stösst Haupttrogenstein gegen Calcaire roux. Die Verwerfung wechselt in diesem Bereich ihren Sinn, weil das Callovien zwischen B 5 und B 5' lokal verbogen ist. Diese Brüche sind weiter im N hangaufwärts, im Haupttrogenstein, schwer zu fassen. Die Störung B 5 durchsetzt vermutlich 40–50 m W P. 912,4 die Haupttrogensteinkante, da die Kalke dort gestört und kalzitisiert sind.

Von Le Châtelat bis ins Gebiet von La Vigne streicht der Dogger-Südschenkel in NE- bis NNE-Richtung. Das Einfallen schwankt zwischen 35° und 60° nach SE. Dieser Wechsel ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass der Schenkel von drei annähernd parallel zu ihm verlaufenden Störungen (B 4, B 4a und B 4b) betroffen wird.

Die erste Störung (B 4) verursacht im Gebiet zwischen (SE) Le Châtelat und SE Asuel eine Doppelung im Callovien. Das Callovien E der Störung ist auf dasjenige W davon aufgeschoben. Die zweite Störung B 4a bewirkt bei Asuel eine Doppelung im Haupttrogenstein. Im W der Störung B 4a ändern der Haupttrogenstein und das Callovien die Streichrichtung von NNE–SSW nach N–S (vgl. Tafel I).

Die Störung B 4 durchsetzt die Vorbourg-Antiklinale senkrecht zum Streichen. Nachher verläuft sie, infolge des Abschnenkens der Mont-Terri-Antiklinale nach NNE, im Streichen des Dogger-Südschenkels. Bei Les Malettes, in der Südflanke der Vorbourg-Antiklinale, fällt die Bruchfläche steil nach E ein. Das gleiche Einfallen ist wahrscheinlich SE von Asuel vorhanden. Wenn die Störung B 4 schon vor der Faltung aufgerissen wurde, so hat an der Stelle, wo die Verwerfung im Streichen der Mont-Terri-Antiklinale verläuft, später eine Aufschiebung entlang der alten Bruchfläche stattgefunden.

Auf den ersten Blick scheint hier ein ähnlicher Fall vorzuliegen wie bei Cornol, wo entlang der Bruchfläche B 10 Überschiebung stattfand. Die Verhältnisse bei Asuel sind aber anderer Art. Der Bruch B 4 wurde nicht verfaltet, trotzdem er im Streichen des Schenkels der Mont-Terri-Antiklinale verläuft. Die Bruchfläche zeigt nämlich NE Les Malettes und SE Asuel keine wesentlichen Verbiegungen, weder im Streichen noch im Fallen. Sehr wahrscheinlich verhindert das starke Abtauchen der Mont-Terri-Antiklinale im Gebiet von Asuel und die damit verbundene Verschmälerung des Gewölbes die Verfaltung des Bruches. Die Aufschiebung entlang der Bruchfläche erfolgte vermutlich, um diese Einengung teilweise zu kompensieren.

Ob die Überschiebung B 4a ebenfalls in direktem Zusammenhang mit einer alten Verwerfung steht, kann nicht entschieden werden. Die Störung lässt sich nämlich nicht nach NE ins Gebiet von La Vigne und nach SW ins Gebiet N Le Châtelat verfolgen. Auffallend ist hingegen die grosse Mächtigkeit der Opalinustone N Le Châtelat und der Oxfordtone S La Vigne, die mit einer Doppelung erklärt werden könnte.

Bis jetzt haben wir den Dogger-Südschenkel bis ins Gebiet von Asuel verfolgt. NE davon, bei La Vigne, bildet der Dogger den Kern der Mont-Terri-Antiklinale. Im Doggermantel können hier kleinere Verbiegungen festgestellt werden. Die nördlichste Falte ist im Haupttrogenstein E La Côte am Einfallen der Schichten leicht erkennbar. SE La Côte weist der breite Ausbiss des nur 20 m mächtigen Calcaire roux auf eine sekundäre Verbiegung hin, ebenso die Dalle nacrée (Prof. 24, 25, Tafel II). Ferner hat das Oxfordien S La Vigne, wie schon oben erwähnt, eine zu grosse Mächtigkeit (150–200 m). Diese könnte entweder durch leichte Verbiegungen des Doggers in der Tiefe bedingt sein oder aber durch eine Doppelung in den Oxfordtonen durch Überschiebung.

Der Doggerkern von La Vigne, La Côte und Bois Juré wird im N und S von je einer Längsstörung begrenzt, welche annähernd im Streichen des Gewölbes verlaufen. Es sind dies steil gegen S fallende Aufschiebungen. Die südliche Störung (Prof. 23) erkennt man an der Verstellung des unteren Doggers und die nördliche (Prof. 24, 25, 26) am Gegeneinanderstossen von Calcaire roux und unterem Haupttrogenstein. Die nördliche Aufschiebung hat das Callovien N Bois Juré entlang dem W-Flügel der Störung B 4b nach N verschoben. Diese Überschiebung bewirkt also, dass der sichtbare Verstellungsbetrag im Callovien E und W der Störung B 4b praktisch Null wird. Um die wirkliche Verstellung zu erfassen, müssen wir den nicht überschobenen Callovienschenkel unter der Überschiebung bis an die Störung B 4b verlängern.

Die Störung B 4b, welche wir bereits im Malm N der Mont-Terri-Antiklinale kennen gelernt haben (vgl. p. 29), findet bei Bois Juré im Doggerkern der Mont-Terri-Antiklinale ihr S-Ende. Sie zeigt hier noch eine kleine Komplikation, die am Weg (S Bois Juré) nach Rière Pleujouse aufgeschlossen ist. Die Scher-



flächen dieser Störungszone am Weg fallen mit rund 45° nach NW ein, weshalb wir annehmen dürfen, dass der untere Haupttrogenstein auf Callovien aufgeschoben ist. Diese Aufschiebung lässt sich nur rund 100 m weit nach SW verfolgen. Weiter im SW fällt der obere Haupttrogenstein normal mit 27° unter das Callovien ein.

Die Aufschiebung und die Verbiegung im Doggerkern der Mont-Terri-Antiklinale bei La Vigne sind wohl bedingt durch das immer stärker werdende Axialgefälle nach NE zu.

W La Côte entwickelt sich nach SW aus dem Doggerkern ein selbständiger Dogger-Nordschenkel, der sich bis ins Gebiet von Malcôte verfolgen lässt. Er geht von normalem, aber steilem N-Fallen von La Côte gegen SW zu in überkippte Lagerung über.

Eine grössere Störung – die Überschiebung W und NW von Asuel kompliziert den Aufbau des Schenkels. Entlang einer Überschiebungsfläche, welche – nach dem Verlauf der Ausbisslinie zu urteilen – mit 35° nach SE einfällt, ist Haupttrogenstein auf Oxfordien überschoben. Ein Zusammenhang dieser Überschiebung mit denjenigen bei La Côte liess sich nicht nachweisen; hingegen besteht die Möglichkeit, dass die Überschiebung W Asuel in die Verwerfung von Pleujouse (B 5) übergeht (vgl. Tafel I).

Die Störung B 5 verläuft S Pleujouse spitzwinklig gegen den Nordschenkel der Mont-Terri-Antiklinale. Sollte die Verwerfung den Schenkel durchschneiden, so kann sie mit in die Faltung einbezogen worden sein. Da die Überschiebung W und NW von Asuel in die direkte südliche Verlängerung der Störung von Pleujouse (B 5) fällt, besteht die Möglichkeit, dass die Überschiebung und die Verwerfung B 5 direkten Zusammenhang aufweisen. An der Stelle, wo die Störung von Pleujouse annähernd im Streichen des Schenkels verläuft, würde die Bruchfläche nach WNW zu flacherem Einfallen abgelenkt und als Gleitbahn für eine Überschiebung benutzt. Bei dieser Gelegenheit könnte auch der Doggerschenkel E des Baches von Asuel mitgerissen worden sein, und dadurch wäre die kleinere Überschiebung N La Côte entstanden.

#### *Der Malm-Nordschenkel*

Er steigt NE La Malcôte, unmittelbar E der Störung B 6, N 70° E. Der Malmschenkel liegt hier verkehrt und fällt mit 55° nach SSE ein. Das Rauracien bildet einen Felskamm und lässt sich rund 500 m nach E verfolgen, wo es dann unvermittelt auf Oxfordien stösst und SSW Essert Valtet längs einer kleinen Störung um rund 100 m nach N versetzt wird. Diese Störung kann nur im Malm erkannt werden und besitzt keine Fortsetzung im S angrenzenden Dogger-Nordschenkel. Sie setzt dort ein, wo die Mont-Terri-Antiklinale nach NE bis NNE abschwengt. Es dürfte sich deshalb um eine junge Transversalverschiebung im Malm handeln, welche während der Auffaltung gebildet wurde.

Das Rauracien E der zuletzt erwähnten Störung lässt sich als Felskamm nach NE bis zur Störung B 5 verfolgen, wo es in anomalem Kontakt mit Callovien steht. Der Malm-Nordschenkel ist längs der gleichen Störung B 5 rund 300 m nach N verschoben und setzt erst wieder bei Pleujouse ein; dieser anschliessende Teil wurde bereits im Abschnitt über die Mulde von Kiffis beschrieben (p. 29).

#### *Der Lias-Keuper-Kern der Mont-Terri-Antiklinale östlich B 6*

Die Schichtfolge des Kerns östlich der Störung B 6 ist sehr schlecht aufgeschlossen. Der nördliche und südliche Liasschenkel ist nicht durchgehend zu verfolgen, sondern nur in Teilstücken. Ein sicherer Keuper-Aufschluss tritt nur S Les Vies, ungefähr 15 m oberhalb der Strasse Asuel–La Malcôte zutage. Kelterborn kannte diesen Aufschluss und nahm an, der Keuper ende gegen W zu entlang einer Verwerfung, welche den N-Schenkel der Mont-Terri-Antiklinale 300 m W Asuel gradlinig durchsetzt. Wir haben aber oben gezeigt, dass in der Fortsetzung der Störung B 5 die Überschiebung W Asuel liegt. Sie streicht wahrscheinlich bei Les Vies in den Kern und nimmt hier eventuell wieder den Charakter einer Verwerfung an. Ob W dieser Störung im Gebiet von La Malcôte ebenfalls noch Keuper unter einer dünnen Schuttdecke verborgen liegt, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Möglicherweise ist der Antiklinalkern da und dort bis auf den Keuper abgetragen.

Der Lias-Keuper-Kern zwischen B 6 im W und Asuel im E zeigt besonders schön das starke Abtauchen der Mont-Terri-Antiklinale nach NE. Der Kern bei Asuel liegt topographisch ungefähr 130 m tiefer als S La Malcôte. Das axiale Gefälle nach NE beträgt somit ungefähr 10°.

## 5. Vorbourg-Antiklinale

Im letzten Abschnitt ist schon auf die Vorbourg-Antiklinale als Abzweigung der Mont-Terri-Kette hingewiesen worden. Gleich wie diese liegt auch die Vorbourg-Antiklinale auf Kartenblatt Miécourt im Osten der Verwerfung B 6, d. h. im Bereich des Bruchsystems, welches vom Pfirter Jura herkommt. Während aber die Störungen in der Mont-Terri-Antiklinale annähernd parallel zu den Faltenachsen verlaufen, durchsetzen sie die Vorbourg-Antiklinale mehr oder weniger senkrecht zum Streichen. Das Gewölbe zeigt deshalb keine Überschiebungen, welche in Verwerfungen übergehen, wie dies für den Fall der Mont-Terri-Antiklinale beschrieben wurde; wohl aber finden längs den alten Bruchflächen Transversalverschiebungen statt, wie wir im folgenden sehen werden.

Das Gewölbe ist im W, wenig östlich P. 912,4 (NW Les Malettes) erstmals nachweisbar. Die relativ schmale Falte hat hier im unteren Dogger eine Breite von nur 200 m. Die Achse streicht ESE und fällt bis zur Störung von Les Malettes (B 4) mit ca. 15° nach der gleichen Richtung ein (vgl. Tafel III). E dieser Störung haben wir es mit einer Kofferfalte zu tun, welche W–E streicht und kein axiales Gefälle mehr aufweist. Weiter im E ist die Antiklinale infolge einer Transversalverschiebung entlang der Störung von Le Gy (B 3)<sup>1)</sup> ungefähr 250 m nach NE versetzt, wo sie als breite Kofferfalte in ESE-Richtung bis zur St.-Peters-Verwerfung (B 1a) streicht. Zwei Brüche B 2 und B 1c, ohne grössere tektonische Bedeutung, durchsetzen das Gewölbe in diesem Gebiet. E der St.-Peters-Verwerfung taucht die Vorbourg-Antiklinale nach ESE ab und verlässt E Les Ordonos unser Untersuchungsgebiet.

### a) Der Malm-Südschenkel

Wie bereits beim Malm-Südschenkel der Mont-Terri-Antiklinale erwähnt wurde, beginnt der entsprechende Schenkel der Vorbourg-Antiklinale E der Störung B 5 im Gebiet von Côte du Frêne (Siegfriedblatt St-Ursanne). Entlang der Störung B 4 wird er dann weiter im E rund 200 m nach S versetzt und verläuft zunächst ganz auf Kartengebiet St-Ursanne. Erst durch den Querbruch von Le Gy (B 3) wird der Malm-Südschenkel wieder in unser Untersuchungsgebiet verschoben. Hier ist er nach E auf einer Strecke von 800 m bis zur Störung B 1c aufgeschlossen. Das mittlere und obere Rauracien bildet eine Felskante, welche parallel zur Strasse Les Malettes–Les Rangiers verläuft. Die Fallwerte in den plattigen Kalken schwanken zwischen 40° und 50° S. Die Felskante ist 650 m E der Störung von Le Gy durch die Verwerfung B 2 leicht nach S versetzt. E dieses Bruches fallen die Rauracienbänke mit 70–80° nach S.

Östlich der Störung B 1c und B 1a kann auf Kartengebiet Miécourt kein Malm mehr nachgewiesen werden. Auf Kartenblatt St-Ursanne streicht der Malm-Südschenkel ungefähr parallel zur Strasse Les Rangiers–Develier. Hier konnte LAUBSCHER eine kleine Überschiebung des Malm nach S nachweisen. Wir vermuten, dass sie sich auch im Dogger bemerkbar macht (vgl. Tafel I).

### b) Der Dogger-Süd- und Dogger-Nordschenkel

Wie bereits oben bemerkt, entwickelt sich der Doggerkern der Vorbourg-Antiklinale aus dem S-Schenkel der Mont-Terri-Antiklinale bei (P. 912,4). Die Nordflanke steht annähernd senkrecht; die Südflanke fällt NW Les Malettes mit rund 50° nach SSW ein, zeigt dann aber eine intensive, stark nach SSW abtauchende Quereinbiegung, welche besonders schön bei der spitzwinkligen Kurve der Strasse Les Malettes–St-Ursanne, ca. 600 m W Les Malettes, aufgeschlossen ist. Die Bänke des oberen Hauptrogensteins biegen hier innerhalb weniger Meter von WE-, über NW- zu NNE-Streichen um. Ganz analog verhalten sich die Hauptrogensteinbänke an einem Weganriss, 150 m weiter im NNE. Diese intensiven Streichänderungen sind durch ein schmales, rasch nach SSW abtauchendes Quergewölbe bedingt; unmittelbar E davon verläuft eine schmale Quermulde parallel dazu.

Entlang der Störung von Les Malettes (B 4) wird die Dogger-Südflanke nach S versetzt und lässt sich E der Störung bis zur Transversalverschiebung B 3 verfolgen. E dieser Verschiebung wird der Dogger-Südschenkel von drei Brüchen (B 2, B 1c und B 1a) durchsetzt. Von diesen drei Störungen ist B 1a von be-

<sup>1)</sup> Die Rolle der Störung B 3 als Transversalverschiebung ist bereits von LAUBSCHER (p. 21) festgestellt worden.

sonderer Bedeutung, da E davon der Dogger nach S überkippt. Diese Überkippfung ist keine lokale Erscheinung, sie lässt sich vielmehr bis W Delsberg verfolgen (LINIGER, p. 61) und ist auf die stauende Wirkung des fast ungefalteten Untergrundes des Delsberger Tertiärbeckens zurückzuführen. Ein ähnliches Verhalten haben wir bereits bei der Morimont-Antiklinale kennengelernt, wo der S-Schenkel ebenfalls nach S überkippt. Bei der Vorbourg-Antiklinale endet die Überkippfung im W an der Störung B 1a, da im S das Tertiärbecken an der Caquerelle-Kette endet und die stauende Wirkung nicht mehr vorhanden ist. Als Begleiterscheinung dieser Überkippfung betrachten wir die Überschiebung im Malm auf Siegfriedblatt St-Ursanne, welche vermutlich, wie schon bemerkt, auch im Dogger noch vorhanden ist.

Im Gebiet von Les Ortons besitzt die Vorbourg-Antiklinale einen geschlossenen Hauptrogenstein-Mantel. Zwischen den Störungen B 1a und B 2 ist das Gewölbe – verglichen mit der Breite bei Les Ortons – etwas eingeengt (vgl. Prof. 25–27). Der Dogger-Nordschenkel wird durch einen schroff heraustretenden Felskamm im unteren Hauptrogenstein gebildet, der durch die Störung B 1c leicht verstellt ist. Im wesentlichen Abschnitt ist der Schenkel nach N überkippt. Zwischen B 2 und B 3 ist ein 50 m breites Band von verkehrt liegendem Callovien und Hauptrogenstein des Nordschenkels eingeklemmt.

Der Dogger-Nordschenkel E der Störung von Le Gy (B 3) liegt – im Vergleich zu demjenigen W davon (Montbréji) – rund 250 m zu weit im N. Dies ist auf ein Verschieben der ganzen Vorbourg-Antiklinale E der Störung B 3 um rund 250 m nach N zurückzuführen. Die geologischen Aufschlüsse entlang B 3 im Tal zwischen Le Gy und Montbréji liefern für die Beurteilung des Charakters der Störung wertvolle Anhaltspunkte. Sie sind auf der Detailkarte (Fig. 9) dargestellt.

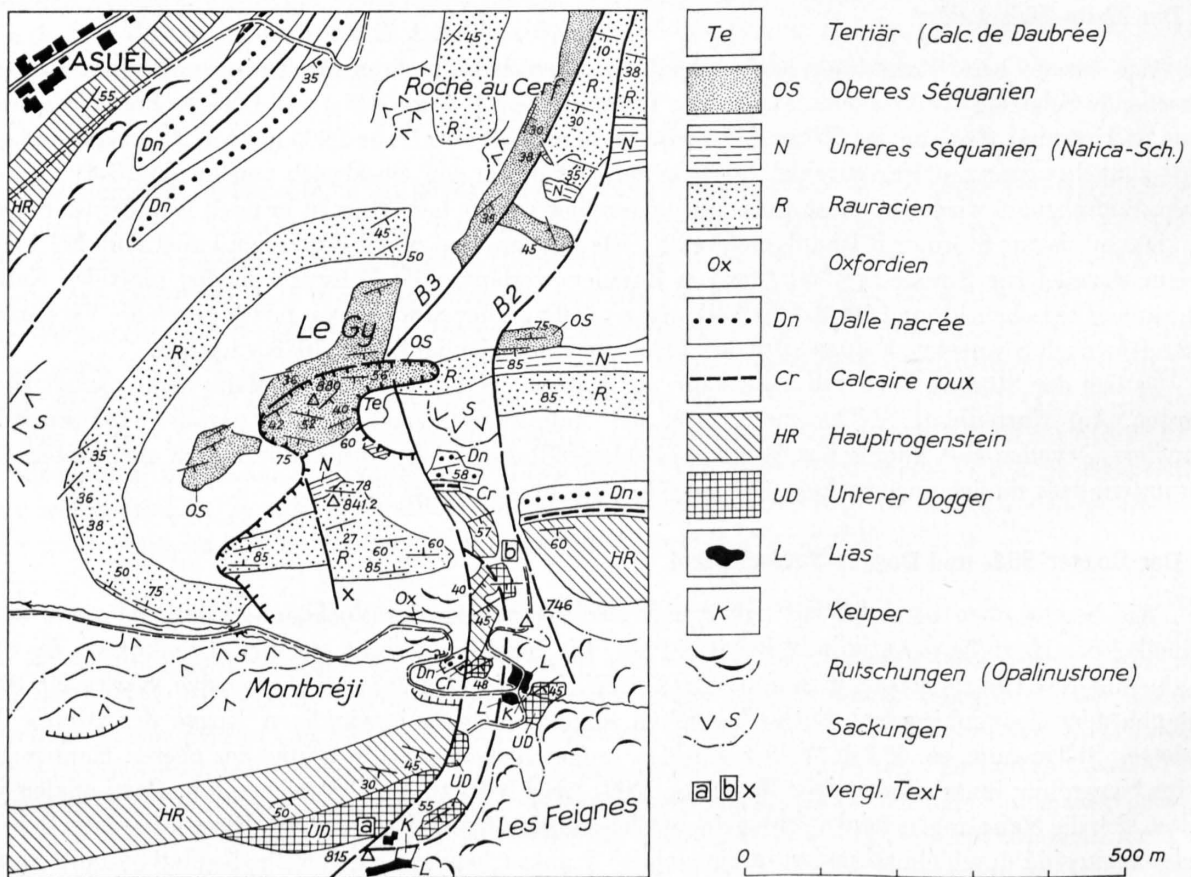


Fig. 9. Geologische Kartenskizze des Gebietes von Le Gy

Der tektonisch interessanteste Aufschluss befindet sich E Montbréji im Abschnitt des Baches, welcher zwischen den beiden Kurven der Waldstrasse liegt (siehe Fig. 9). Hier ist besonders schön der Ausbiss der Störung von Le Gy (B 3) blossgelegt. Callovien des Schenkels von Montbréji, steil und in ver-



kehrter Lagerung, grenzt an einer deutlichen Bruchfläche gegen  $45^\circ$  nach S einfallenden Haupttrogenstein. Die Bruchfläche bildet eine  $N 13^\circ E$  streichende Fläche welche mit  $62^\circ$  nach E einfällt. Entlang der Störung ist der Haupttrogenstein stark zerklüftet und kalzitisiert.

E der Störung von Le Gy liegt zwischen *a* und *b* (vgl. Fig. 9) ein rund 400 m langes und 50 m breites Paket von verkehrtliegendem Haupttrogenstein und unterem Dogger. Dieses Paket stellt einen Teil des Dogger-Nordschenkels dar, das während der Verschiebung der Vorbourg-Antiklinale nach N abgerissen und eingeklemmt wurde. Das starke NE- bis NNE-Streichen der Doggerbänke kann als Schleppung entlang der Störung B 3 gedeutet werden. Auch die Streichwerte im Keuperaufschluss E der Transversalverschiebung, im Bachbett, weisen auf eine Schleppung hin.

Das Paket zwischen *a* und *b* ist nach E durch eine Störung scharf begrenzt. Bei *b* steht Haupttrogenstein in anomalem Kontakt mit verkehrt liegendem unterem Dogger. Im Bach E Montbréji liegt unterer Dogger nahe am Lias und weiter im S bei *a* streicht unterer Dogger gegen Keuper.

W der Störung von Le Gy (B 3) setzt der Dogger-Nordschenkel im S von Montbréji wieder ein. Die unteren Haupttrogensteinbänke sind entlang der Störung stark überkippt und fallen mit  $30-45^\circ$  nach SSW ein. Diese Überkipfung wird gegen W schwächer und geht S Le Chêtelat in Steilstellung über. Im Gebiet von P. 912,4 stösst der Dogger-Nordschenkel gegen W zu am Bruch direkt auf den breiten S-Schenkel der Mont-Terri-Antiklinale.

### c) Der Malm-Nordschenkel

Der Malm-Nordschenkel setzt erst bei Le Gy ein und bildet hier, wie schon oben erwähnt (p. 51), eine enggepresste Synklinale, welche die Mont-Terri-Antiklinale von der Vorbourg-Antiklinale trennt. Der NE bis NNE streichende Rauracien-Südschenkel der Mont-Terri-Antiklinale NE Le Gy biegt nach E ab und wird NE Montbréji zum Nordschenkel der Vorbourg-Antiklinale, der in diesem Gebiet einige Komplikationen aufweist (vgl. Fig. 9).

Der Rauracienschenkel fällt mit rund  $80^\circ$  nach N ein und biegt nach oben zu überkippter Lagerung um. Dies ist besonders gut an den Fallwerten am Südhang von Le Gy zu erkennen. 170–180 m W der Störung von Le Gy ist das Felsband aus Rauracien längs einem kleinen Bruch ( $\times$  auf der Fig. 9) 50 m nach N versetzt. Die Verstellung des Felsbandes kann leicht von S her, von der gegenüberliegenden Talseite (Montbréji), erkannt werden. W des Bruches lässt sich das Rauracien ungefähr 150 m weit nach W verfolgen, dann wird es aber durch eine Störung abgeschnitten. Der Schenkel setzt ungefähr 200 m gegen SW zu und 50 m tiefer wieder ein und geht nach W ungestört in den Südschenkel der Mont-Terri-Antiklinale über. Bei der zuletzt erwähnten Störung handelt es sich um eine Überschiebungsfläche, entlang welcher das Rauracienband W der Störung von Le Gy ungefähr 50 m nach N verschoben wurde (siehe Kulissenprofil 21 a, Tafel II). Die gleiche Störung kappt den Berggipfel von Le Gy auf der N-Seite entlang Kote 850 und greift noch auf den E-Flügel der Störung von Le Gy über (vgl. Prof. 21 a und Fig. 9). Auf den plattigen Kalken (Rauracien) östlich P. 880 (höchster Punkt des Berges bei Le Gy) und E der Störung von Le Gy liegen nämlich Gesteine, die lithologisch ins obere Séquanien oder ins untere Kimmeridgien gehören und deshalb zu den Überschiebungsmassen W der Störung gerechnet werden.

Der überschobene Malm bei Le Gy ist stark gestört. Er verdeckt einen grösseren Teil des Tertiärkernes der Mulde von Le Gy. Das Tertiär ist nur ESE P. 880 aufgeschlossen, wo zur Hauptsache Daubréekalke zu sehen sind.

E der Störung von Le Gy streicht der Malmschenkel EW<sup>~</sup> und steht senkrecht. 600 m N Grangiéron (siehe Tafel I) wird er durch drei Brüche verworfen. Sie können an leichten Verstellungen des Rauracien erkannt werden. Weiter im E wird der Rauracien-Nordschenkel der Vorbourg-Antiklinale durch die St.-Peters-Verwerfung (B 1 a) abgeschnitten. E davon ist auf Kartenblatt Miécourt kein anstehender Malm mehr aufgeschlossen.

### d) Der Kern der Vorbourg-Antiklinale

Zwischen der Strasse Les Malettes-Cornol und der Transversalverschiebung B 3 von Le Gy sind im Kern des Gewölbes Opalinustone sichtbar. E dieser Störung tritt als Ältestes Lias und Keuper zutage,

welche zur Zeit im Bach von Grangiéron und SE des Stalles bei P. 815 aufgeschlossen sind (siehe Südrand von Fig. 9). NE P. 815 kann Keuper und Lias noch vereinzelt im Schutt festgestellt werden. Wahrscheinlich verhüllt die starke Schuttbedeckung in diesem Gebiet einen ansehnlichen Keuper-Liaskern.

Weiter im E, östlich B 2 und B 1c, sind oberflächlich nur noch Opalinustone feststellbar. Das ganze Gebiet der Combe von Grangiéron ist jedoch von ausgedehnten Rutschungen eingenommen, unter denen wohl noch Lias verborgen sein könnte.

## **6. Das Muldengebiet von Le Gy und Bellevue**

(= Mettemberg-Mulde auf Siegfriedblatt Movelier)

Die Mulde von Le Gy entsteht durch die Teilung der Mont-Terri-Kette östlich des Bruches B 6 in zwei Äste (Mont-Terri-Antiklinale und Vorbourg-Antiklinale); die Mulde taucht stark nach E ab und streicht annähernd E-W.

Im Westen, WSW von Le Gy, tritt im Muldenkern als Jüngstes Callovien zutage. Weiter im E verursacht die Störung von Les Malettes (B 4) eine Doppelung im Callovien des Mulden-Nordschenkels und eine leichte Verstellung des Gegenschenkels. In diesem Gebiet, bei Roche au Cerf, geht die Verwerfung B 4 vermutlich (vgl. p. 52) in eine Überschiebung über. Bei Le Gy liegt eine enggepresste Synklinale vor, in deren Kern, wie erwähnt, noch Tertiär zutage tritt. Der Mulden-Südschenkel ist über den Tertiärkern hinweg nach N überschoben worden (vgl. p. 53). Die Mulde von Le Gy öffnet sich nach NE und wird durch die Störung B 3 abgeschnitten. E davon ist die Mulde aufgeteilt in die Synklinale von Bellevue im S und von Grandes Roches im N. Dazwischen liegt die Antiklinale von Le Pirc, die nach E zur Bourrignon-Kette wird. Die Achse der Mulde von Le Gy ist entlang B 3 um 250 m nach N verschoben, genau wie der S anschließende Antiklinalkern der Vorbourg-Kette. Der Bau der Synklinale ist W und E der Störung von Le Gy verschieden. Im W bei Le Gy ist die Mulde enggepresst, im E bei Bellevue herrscht ein breiter, schlüsselförmiger Bau vor. Ferner liegt die Muldenachse E der Störung B 3 rund 100–135 m höher als W davon. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die Störung B 3 schon vor der Auffaltung den Malm verworfen hatte. Die 100–135 m können der alten Sprunghöhe vor der Auffaltung entsprechen.

Das Muldengebiet von Bellevue zwischen den Störungen B 3 und B 1b zeigt einen asymmetrischen Bau. Der S-Schenkel fällt steil nach N ein (75–90°) während der N-Schenkel (S Les Bruyères) bedeutend flacheres Südfallen aufweist (30°). Die Synklinale wird von den zwei Störungen (B 2 und B 1c) durchsetzt und in drei Teilstücke zerlegt. Das mittlere Teilstück liegt am tiefsten und bildet also einen Graben, während die randlichen Teilstücke als Horste zu bezeichnen sind.

Die Mulde von Bellevue verflacht östlich B 1b. Das Rauracien SE Bellevue und E der Verwerfung B 1b biegt von steilem NNE-Fallen zu horizontaler Lagerung um und kann nach N als horizontal liegende Rauracienplatte bis ins Gebiet von Le Pirc verfolgt werden. Im E wird die Malmplatte durch die St.-Peters-Verwerfung (B 1a) abgeschnitten. E davon ist der gleiche Bauplan im Callovien und Hauptrogenstein vorherrschend. Der Dogger-Südschenkel S Mont (ca. 900 m N Les Ordons) biegt ebenfalls zu horizontaler Lagerung um und lässt sich als horizontal liegende Platte nach N bis ins Gebiet von Cras de Vâ verfolgen. Hier biegen die Bänke flexurartig nach N ab, in den Nordschenkel der Bourrignon-Kette. Irgendwelche Anzeichen eines Mulden-Nordschenkels sind nicht mehr vorhanden.

Die flachliegende Doggerplatte lässt sich nach E auf Blatt Movelier weiterverfolgen und streicht in die Mulde von Mettemberg (LINIGER, 1925).

## **Le Pirc-Antiklinale und Mulde von Grandes Roches**

(= Bourrignon-Kette resp. Mulde von Pleigne-Moulin de Bourrignon, LINIGER, 1925)

Die Le Pirc-Antiklinale beginnt im W bei der Störung von Le Gy (B 3) und endet an der Verwerfung (B 1b). Sie streicht ENE und hat eine axiale Ausdehnung von nur 900 m. Das Gewölbe ist nur im Malm aufgeschlossen und besitzt im Rauracien eine Breite von ca. 300 m. Die maximale Aufwölbung liegt zwischen Les Bruyères und Le Pirc.

Im W des Gewölbes vereinigen sich die Störungen B 3 und B 2. Dadurch wird aus dem S-Schenkel und dem Kern ein schmaler Keil vom Rauracien herausgeschnitten.

Im Gebiet von Les Bruyères und Le Pirc ist das Gewölbe leicht zu erkennen. Der S-Schenkel fällt mit 30° nach S ein und bildet S Les Bruyères einen Felskamm aus mittlerem Rauracien. Bis 50 m E P. 869,1 streicht der Schenkel W-E und biegt dann zu NE-Richtung ab.

NW Les Bruyères tritt der N-Schenkel orographisch deutlich hervor. Wir finden auf dem SW-NE streichenden Höhenzug das obere Rauracien und die plattigen Kalke, welche mit 45–50° nach NW einfallen. Das obere Séquanien weiter im N liegt verkehrt. Der N-Schenkel überkippt also hier nach N und ist zugleich entlang der Bruchfläche B 3 (vgl. p. 48, ferner Prof. 25, Tafel II) nach N auf Tertiär aufgeschoben. Die Überkipfung hört im E bei der Verwerfung B 1c auf. Hier biegen die Rauracienbänke entlang der Bruchfläche stark nach N ab.

Der Höhenzug N Le Pirc und östlich B 1c erschliesst mittleres Rauracien, das senkrechte Lagerung aufweist. Eine Überkipfung ist hier nicht mehr festzustellen. In der Nähe der Verwerfung B 1b weiter im E fällt das Rauracien nur noch mit 30–35° nach N bis NNE ein. Das zugehörige Séquanien zeigt bedeutend steilere Lagerung (75° N-Fallen). Im Streichen biegt das obere Séquanien entlang der St-Peters-Verwerfung B 1a nach ESE ab.

Im Kern der Le Pirc-Antiklinale treten die Oxfordtone zutage und bilden eine schön ausgeprägte Combe.

Die Mulde trennt Le Pirc- und Mont-Terri-Antiklinale. Sie besitzt ein axiales Gefälle gegen NE. Infolgedessen treten nach NE immer jüngere Sedimente in ihr auf. Der Kern der Synklinale besteht ENE Cras de Vâ (vgl. Tafel I) aus Eocaen (Bolos). Bei dieser Mulde ist der S-Schenkel viel steiler gestellt als der N-Schenkel. Die Muldenachse verläuft S des Baches wenig N Cras de Vâ. Das ungewöhnlich starke Auftreten von Bolus-Ton im Rauracien des Mulden-Nordschenkels bei Grandes Roches wurde bereits im stratigraphischen Teil auf p. 13 erwähnt.



## C. Allgemeine Tektonik

In der tektonischen Detailbeschreibung des Siegfriedblattes Miécourt sind mehrere tektonische Phänomene erwähnt worden, die durch das Ineinandergreifen von alttertiären Verwerfungen und junger Faltung zustande kommen. Im folgenden fassen wir alle diese Resultate zusammen und versuchen, sie in den zeitlichen Verlauf der Faltung einzugliedern. Zu diesem Zweck muss aber zuerst noch das Problem der Faltungsphasen besprochen werden. Bereits ED. BRÜCKNER (1909), H. SUTER (1936) und E. SCHWABE (1938) haben nachgewiesen, dass grössere Gebiete des westlichen Jura eingeebnet und dass diese Einebnungsflächen (Peneplains) verbogen sind, weshalb der Jura mindestens in zwei Phasen aufgefaltet worden sein muss. Trotz dieser Erkenntnis drängt es sich auf, das Problem der Faltungsphasen erneut zu besprechen, da erstens in jüngster Zeit die Ansichten über das Alter der Phasen und Einebnungsflächen stark auseinander gehen und zweitens speziell in unserem Untersuchungsgebiet ausgedehnte Peneplains vorhanden sind, deren Alter mit Hilfe der Vogesenschotter bestimmt werden kann. Anschliessend wollen wir zuerst diese Einebnungsflächen auf Siegfriedblatt Miécourt kennen lernen und nachher auf das Alter der einzelnen Phasen eingehen. Erst am Schluss wird dann der Versuch unternommen, den zeitlichen Verlauf der Faltung und ihre Auswirkungen zu analysieren.

### 1. Reste alter Einebnungsflächen auf Siegfriedblatt Miécourt

Der topographische Nordhang der Mont-Terri-Kette bildet eine relativ ausgeglichene 10–20° nach N einfallende Fläche, die von jungen Tälern in konsequenter Richtung durchschnitten wird. Wir betrachten diese Fläche als eine alte Einebnungsfläche. Dies lässt sich recht gut auf einzelnen Profilen erkennen, trotzdem die Lage der Profile nicht mit Rücksicht auf die Peneplains gewählt wurde (Prof. 2, 3, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 17 und 18).

Die Peneplain taucht im Gebiet von Sous Plainmont mit rund 20° aus der Ajoie empor und geht in die annähernd horizontal liegende Einebnungsfläche von Vacherie Mouillard (auf Blatt Porrentruy) über (vgl. Prof. 2 und 3). Die Peneplain ist also verbogen.

Zwischen Courtemaury und Fregiécourt ist der Kern der Mont-Terri-Kette infolge junger Erosion bis auf den Keuper erodiert. Dies hatte die Zerstörung eines beträchtlichen Teiles der alten Peneplain zur Folge. Sie ist im N noch erkennbar bei Mont Terri (Prof. 12 und 13), dann wieder E des Tales von Cornol, wo sie von Essert Derrière-Sous l'Alêtre im N bis Chaumont im S reicht (Prof. 17 und 18). S des durch junge Erosion entblösten Keuperkernes finden wir wieder Spuren der Einebnungsfläche S Sous les Roches und Montgremay <sup>1)</sup>. Hier fällt sie nach S ein und schneidet spitzwinklig zum Fallen und Streichen Callovien und Hauptrogenstein ab. Diese Verhältnisse sprechen ebenfalls für eine Verbiegung der Peneplain.

Nicht nur die Mont-Terri-Kette, sondern auch die Morimont-Antiklinale zeigt dort, wo sie aus der Ajoie emportaucht, eine noch zum grössten Teil erhaltene alte Peneplain. Betrachtet man die Antiklinale von Fregiécourt aus, so scheint sie mit nur rund 8° nach W abzutauchen, während in Wirklichkeit das axiale Gefälle 15–18° beträgt. Sehr wahrscheinlich entspricht das morphologisch beobachtete Abtauchen von 8° dem Abtauchen einer alten verbogenen Einebnungsfläche.

Schliesslich sei noch auf die Reste alter Einebnungsflächen E der Störung von Pleujouse (B 5) bei Combe Quelore und S Mont Lucelle und E der Störung von Le Gy (B 3) in der Mulde von Bellevue hingewiesen, auf denen ebenfalls wie bei Montgremay Quarzitgerölle auflagern (Prof. 22 und 24). Die Pene-

<sup>1)</sup> Auf der Peneplain von Montgremay hat THURMANN nach den Angaben von J.B. GREPPIN (1855, p. 18) Quarzitgerölle gefunden.

plains bei Bellevue und Montgremay gehen vermutlich nach S in die von LAUBSCHER auf Siegfriedblatt St-Ursanne beschriebene Einebnungsfläche bei La Caquerelle über (vgl. Prof. 21). Auch dort konnten verstreute Quarzitgerölle festgestellt werden.

Die in unserem Untersuchungsgebiet beobachteten verbogenen Einebnungsflächen schneiden die bereits stark gefalteten Strukturen und Störungen und bestätigen dadurch die alte Auffassung, dass zwei Faltungsphasen, eine vor und eine nach der Einebnung, unterschieden werden müssen.

Die Bestimmung der Alters der Faltungsphasen wurde bis jetzt im westlichen Jura immer mit Hilfe von Einebnungsflächen versucht. Eine wichtige Rolle spielen dabei die pontischen Vogesenschotter und -sande von Charmoille und Bois de Raube (W Delsberger Becken), welche nach LINIGER (1925) nach der Bildung der zuletzt beschriebenen Einebnungsflächen und vor deren Verbiegung abgelagert wurden. Es werden aber in der Literatur über die Faltungsphasen noch andere Ansichten vertreten, die wir im folgenden zusammengestellt haben.

## 2. Historisches über die Frage der Faltungsphasen <sup>1)</sup>

Am Ende des 19. Jahrhunderts war noch die Ansicht vorherrschend, dass der Jura zur Hauptsache während einer einzigen postmiocaenen erfolgten Faltung aufgewölbt wurde (GREPPIN, 1870, p. 290/291; ROLLIER, 1891, p. 166). Wohl kannte man bereits Transgressionen der oligocaenen Sedimente und der damals ins obere Miocaen oder untere Pliocaen gestellten Dinotheriensande, doch glaubte man nur an kleinere, unbedeutende gebirgsbildende Vorgänge vor Ablagerung der letzteren (ROLLIER, 1898, p. 163). Die bedeutendste Auffaltung des Jura soll erst nachher im Postmiocaen erfolgt sein.

Im Jahre 1905 nimmt ED. BRÜCKNER (1909, p. 474–478) zum erstenmal zwei Faltungsphasen an. Er erkannte als erster die verbogene Einebnungsfläche der Freiberge und unterscheidet deshalb eine prä-miocaene Faltungsphase vor, und eine jungpliocaene, nach der Einebnungsperiode.

Im Jahre 1911 beschreibt KEMMERLING auf den Höhen der Ketten von Vellerat und Moutier typische, in Lehm eingebettete Vogesengerölle (Quarzite, Granite und Porphyre), welche auf Rauracien und Oxfordien liegen. KEMMERLING glaubt, dass vor der Faltung des Juragebirges im Alttertiär starke Erosion stattgefunden hat, welche im Gebiet der heutigen Falten bis auf das Rauracien hinabgriff. Die Erosionsprodukte wären in flachen Mulden während des älteren Tertiärs abgelagert worden. Nachdem die Mulden aufgefüllt waren, wurden die terrigenen Dinotheriensande und Vogesengerölle als allgemeine Decke abgelagert. Nachher erfolgte die Jurafaltung von SE her. KEMMERLING übernimmt die Idee von ROLLIER, nach der die Vogesengerölle, Quarzitgerölle und Lehme auf den Höhen der Juraketten noch Relikte der Dinotheriensande und einer Vogesengerölldecke seien.

KEMMERLING nimmt also zwei Faltungsphasen an, eine sehr unbedeutende vor Ablagerung der Vogesengerölle und eine spätere, welche er als Hauptfaltung bezeichnet. Eine Einebnung nach einer ersten Faltungsphase und nochmaliger Aufwölbung der Ketten in einer zweiten Phase, wie dies BRÜCKNER in den Freibergen beobachtet hat, wird nicht erwähnt.

Inzwischen konnte HUMMEL (1914) das Alter der Vogesensande bei Charmoille mit Hilfe von Säugetierresten dem Pontien zuweisen. Diese Erkenntnis belebte von neuem die Diskussion über das Alter der Jurafaltung. Im Jahre 1920 diskutieren A. BUXTORF und R. KOCH in einer gemeinsamen Arbeit die Frage der Faltungsphasen und das Alter der auf den Juraketten gefundenen Lehme und Vogesengerölle (sog. Höhenschotter und -lehme). Sie weisen darauf hin, dass die Höhenschotter entweder als Relikte der pontischen Vogesenschotter und -sande betrachtet werden können, oder aber sie seien jünger als die pontischen Ablagerungen.

Was die Jurafaltung anbetrifft, nehmen die Autoren an, dass sich diese nicht in langsamer Kontinuität vollzogen hat, sondern dass einzelne Faltungsphasen unterschieden werden müssen. A. BUXTORF und R. KOCH stellen folgende Alternative zur Diskussion <sup>2)</sup>:

<sup>1)</sup> Wir beschränken uns im folgenden auf die nähere Umgebung unseres Untersuchungsgebietes.

<sup>2)</sup> Die dritte Möglichkeit, dass die Schotter zur obermiocaenen Juranagelfluh gehören, wird von den beiden Autoren abgelehnt.

## 1. Die Höhenschotter sind pontisch

Da die Vogesengerölle in den Tertiärbecken auf Oligocaen, Malm und im Kern der heutigen Ketten auf Dogger liegen, muss präpontisch eine erste, recht intensive Auffaltung mit darauffolgender starker Abtragung stattgefunden haben. Über die Fastebenen hätten sich dann die Vogesensande und -schotter abgelagert. Nachher erfolgte eine postpontische (wohl mittelpliocaene) Faltungsphase, welche die Schotter in ihre heutige Höhenlage brachte.

## 2. Die Höhenschotter sind postpontisch

Die erste intensive Faltungsphase erfolgte in sofortigem Anschluss an die Ablagerung der pontischen Bildungen. Nachher fand eine Einebnung und darauf Sedimentation der Lehme und Quarzite statt, welche bei einer zweiten Faltungsphase wieder emporgehoben wurden.

A. BUXTORF und R. KOCH lassen die Frage noch unbeantwortet, ob zwischen der von ihnen angenommenen Fastebene und derjenigen von BRÜCKNER eine direkte Beziehung bestehe.

Einige Jahre später (1925) bespricht LINIGER in seiner Dissertation ebenfalls das Problem der Faltungsphasen. Die Schotter von Bois de Raube, Charmoille und die Höhenschotter wurden von ihm genau untersucht und miteinander verglichen.

Er unterscheidet im Bois de Raube Dinotheriensande, welche dem Tortonien zuzuweisen wären, und Vogesenschotter und -sande, welche zum Pontien gehören würden wie die entsprechenden Ablagerungen in Charmoille. LINIGER versucht zu beweisen, dass die Höhenschotter Relikte einer ausgedehnten Vogesenschotterdecke darstellen.

Was die Faltungsphasen anbetrifft, kommt LINIGER zu folgendem Ergebnis: In einer ersten präpontischen Phase wurde der Jura intensiv gefaltet und dann wieder eingeebnet. Über diese präpontische Peneplain flossen die Vogesenflüsse von N nach S und lagerten eine ausgedehnte Decke von Vogesenschottern und -sanden ab. Nachher erfolgte eine schwächere, postpontische Faltungsphase. Die Peneplain der Freiberge und diejenige der Ajoie sollen ebenfalls präpontisch sein.

H. SUTER (1936) erkennt in seinem Untersuchungsgebiet von Les Bois und St-Imier die Schiefstellung einer alten Einebnungsfläche und kann ebenfalls zwei Faltungsphasen unterscheiden. An Hand von zwei Profilen durch das Juragebiet zwischen Doubs und Bielersee zeigt H. SUTER, dass die erste Faltungsphase eine bedeutend stärkere Verkürzung verursachte als die zweite.

Im Jahre 1938 versucht E. SCHWABE, das genaue Alter der Peneplain der Freiberge auf dem Weg eines morphologischen Vergleiches zwischen der Einebnungsfläche der Freiberge und derjenigen von Ornans (Franche-Comté) zu bestimmen. Der Autor stützt sich zur Datierung auf die Publikation von G. CHABOT (1927), in welcher das Alter der Einebnungsfläche von Ornans diskutiert wird.

G. CHABOT unterscheidet im zentralen französischen Jura zwei verschiedenartige Faltensysteme. Die älteren Falten verlaufen N-S und die jüngeren NE-SW. Die N-S streichenden Gewölbe werden von einer pontischen Einebnungsfläche gekappt. Da nun die jüngeren, postpontischen NE-SW verlaufenden Antiklinalen sich in diejenigen der Freiberge fortsetzen, glaubt E. SCHWABE, dass die Peneplain der Freiberge postpontisch ist. Im Delsberger Becken sollen über den Schottern von Bois de Raube ebenfalls noch Reste einer postpontischen Einebnungsfläche vorhanden sein.

Nach Aufschüttung der pontischen Vogesenschotter erfolgte nach E. SCHWABE die wichtigste Auffaltung. Nachher Bildung der postpontischen Peneplain (Freiberge, Clos du Doubs, Caquerelle und Delsberger Becken etc.), und später setzte die letzte Phase ein, welche nur zu einer allgemeinen Hebung des gefalteten Berner Jura führte. (Wir werden unten, p. 59, auf diese Deutung zurückkommen.)

E. ERZINGER (1943) untersuchte die Oberflächenform der Ajoie und kommt, was die Faltungsphasen anbetrifft, zu folgendem Ergebnis:

In einer präpontischen bis pontischen Phase sollen die Gewölbe der Caquerelle rund 200 m gehoben sein. Die Bildung der Peneplain erfolgte im südlichen Teil der Ajoie vor der Ablagerung der Vogesengerölle und zur Zeit der Aufschüttung derselben. Nachher fand eine bedeutend intensivere, postpontische Faltung statt, welche die alten Gewölbe 400–500 m hob.



LAUBSCHER (1948) vertritt – unter Vorbehalt – ebenfalls wie SCHWABE die Ansicht einer postpontischen Hauptfaltungsphase. Er stützt seine Auffassung auf eine Beobachtung bei Le Pichoux (E Montavon, im westlichen Delsberger Becken). Hier soll die Auflagerungsfläche der Vogesenschotter zugleich mit dem S-Schenkel der Vorbourg-Kette überkippt worden sein. LAUBSCHER schliesst daraus, dass die Hauptfaltung erst nach der Ablagerung der Vogesenschotter erfolgt sei. (Im nächsten Abschnitt werden wir diese Argumente noch näher besprechen.)

Zum Schluss sei noch auf eine Arbeit von L. GLANGEAUD (1949) hingewiesen. Der Autor diskutiert hier (auf p. 676) morphotektonische Methoden sehr kurz und gibt dann eine Tabelle, worin die Faltungsphasen zeitlich eingegliedert sind. Im Berner Jura soll eine pontische und präpontische Peneplain vorhanden sein, die erstere zwischen Vogesenschotter und Dinotheriensanden, und die letztere soll der Einebnungsfläche der Freiberge entsprechen. Er schliesst sich also an SCHWABE an. Leider werden aber in der Tabelle die Vogesenschotter, welche für das Alter der Phasen von besonderer Wichtigkeit sind, irrtümlicherweise (vgl. Fussnote p. 20) ins Tortonien gestellt. Wie aber HUMMEL gezeigt hat, haben die Vogesensande, im Liegen den der Vogesenschotter, pontisches Alter, weshalb die Vogesenschotter nicht dem Tortonien zugeschrieben werden dürfen.

### 3. Diskussion einiger Arbeiten, welche das Alter der Faltungsphasen berühren

Die im letzten Abschnitt zusammengestellte Literatur über das Problem der Faltungsphasen lässt erkennen, dass in jüngster Zeit zur Hauptsache die Frage diskutiert wird, ob der Berner Jura schon vor oder erst nach der Ablagerung der pontischen Vogesengerölle zum erstenmal intensiv gefaltet worden sei. Dabei stehen die Ansichten von E. SCHWABE und H. LAUBSCHER derjenigen von LINIGER gegenüber. Im folgenden soll gezeigt werden, dass die Beobachtungen von LINIGER und die unsrigen auf Siegfriedblatt Miécourt am besten mit einer präpontischen Hauptfaltung erklärt werden können und dass die Argumente von E. SCHWABE und H. LAUBSCHER nicht in allen Punkten überzeugend sind.

Die detaillierten Untersuchungen der Vogesenschotter von Charmoille und Bois de Raube (im W Delsberger Becken) haben ergeben, dass Malmkalk- und Hauptrogenstein-Gerölle in den Schottern vorkommen und gegen S an Häufigkeit zunehmen. Es müssen also vor der Ablagerung der pontischen Vogesenschotter zwischen Charmoille und Bois de Raube, ferner im Pfirter Jura Ketten bestanden haben, welche bis auf den Doggerkern erodiert waren, denn nur so konnten die Vogesenflüsse, welche von N nach S flossen, Doggergerölle aufnehmen und sie dann bei Charmoille und Bois de Raube ablagern. Damit aber Hauptrogenstein der Erosion zugänglich wird, muss eine Faltungsamplitude der Ketten von rund 450–500 m angenommen werden. Der Ablagerung der pontischen Vogesenschotter ist also eine recht intensive Faltung vorangegangen.

In unserem Untersuchungsgebiet taucht die Peneplain der Mont-Terri-Kette unter die Vogesenschotter und -sande von Charmoille. Dies ist besonders bei Fregécourt und Pleujouse zu erkennen, wo Schotter auf den eingeebneten Falten I und II und im Becken von Charmotte auf dem überkippten Malm-schenkel der Mont-Terri-Kette liegen (vgl. Tafel I; Prof. 22 und 24, Tafel II). Ferner lassen sich auf der eingeebneten Morimont-Antiklinale Vogesenschotter und -sande nachweisen, weshalb dieses Gewölbe, wie auch die Mont-Terri-Kette, schon vor Ablagerung der pontischen Sedimente bestanden haben müssen. Nach den zuletzt angeführten Beobachtungen ist die erste intensive Faltung des Jura also präpontisch.

E. SCHWABE hingegen ist der Ansicht, dass die erste Hauptfaltung des Berner Jura postpontisch sei. Der Autor stützt sich zur Hauptsache auf die Arbeit von G. CHABOT, in welcher die NE–SW verlaufenden Falten im Gebiet von Ornans postpontisches Alter haben sollen. Diese Ketten gehen nach SCHWABE in diejenigen des Berner Jura über, weshalb auch diese Auffaltung und anschliessende Einebnung postpontisch wären. Dies braucht aber nicht der Fall zu sein, wie aus zwei neueren Arbeiten von L. GLANGEAUD (1944 und 1949) hervorgeht. In beiden Arbeiten wird die Auffassung vertreten, die Hauptfaltungsphasen seien pontisch oder präpontisch. Welche Ansicht nun die richtige ist, diejenige von G. CHABOT oder L. GLANGEAUD, kann von hier aus nicht entschieden werden. Bevor die Altersfrage in der Franche-Comté nicht restlos geklärt ist, können die für jenes Gebiet aufgestellten Hypothesen nicht für den Beweis des Alters der Hauptfaltung im Berner Jura herangezogen werden.

E. SCHWABE versucht, auch im Delsberger Becken postpontische Einebnungsflächen nachzuweisen. Eine solche glaubt er bei Develier dessus gefunden zu haben. Dort liegt die Molasse alsacienne auf gleicher Höhe wie die Vogesenschotter. Diese Verhältnisse sollen entweder einer postpontischen Querverbiegung der präpontischen Peneplain um ca. 100 m oder einer postpontischen Einebnungsfläche entsprechen. E. SCHWABE hält eine Quereinbiegung der präpontischen Peneplain um rund 100 m für ausserordentlich unwahrscheinlich. LINIGER (1925, p. 45/46) betrachtet hingegen die Linie Develier dessus—Les neufs Champs, wo Alttertiär direkt neben Vogesenschottern liegt, als Ostrand einer pontischen Talrinne. Eine postpontische Querverbiegung der Peneplain oder eine postpontische Einebnungsfläche ist also gar nicht notwendig. Übrigens könnte der Ostrand dieser Talrinne im Bois de Raube die S-Fortsetzung des Ostrandes der pontinischen Depression in unserem Untersuchungsgebiet bei Charmoille sein (vgl. p. 21).

ERZINGER nimmt für die Auffaltung des Kettenjura eine präpontische bis pontische und eine postpontische Phase an. Die Gewölbe in der Ajoie aber sollen nur spätpliocaenes Alter haben und nach der Entstehung des modernen Entwässerungssystems gebildet worden sein (ERZINGER, p. 42/43). Das Banné-Gewölbe zum Beispiel wird nach ERZINGER bei Perche zwischen Pruntrut und Courgenay an einer tektonisch hohen Stelle von der Allaine durchschnitten. Mit der Hebung des Gewölbes im Spätpliocaen (Sundgauschotter) soll sich der Fluss immer tiefer eingesägt haben. Dazu ist aber zu sagen, dass die Antiklinale bei Perche durch eine verbogene Peneplain abgeschnitten wird. Dies ist besonders schön auf einer Photographie des Gewölbes in der Publikation von ERZINGER (Abb. 4) zu erkennen. Auf der Einebnungsfläche liegen Gerölle der Vogesenschotter; es dürfte sich also hier um die präpontische Einebnungsfläche handeln, welche durch die postpontische Phase wieder verbogen und gehoben wurde. Erst mit dieser letzten Hebung hat sich dann die Allaine in die Banné-Aufwölbung eingeschnitten.

Die Auffassung von LAUBSCHER, dass eine postpontische Hauptfaltung vorliege, stützt sich zur Hauptsache auf das Gebiet von Le Pichoux (E Montavon). Er nimmt dort eine Überkipfung der Auflagerungsfläche der Vogesenschotter an <sup>1)</sup>. Dies braucht nicht unbedingt notwendig zu sein, da ja der S-Schenkel der Vorbourg-Antiklinale, wie in unserem Gebiet die Ränder des kleinen Beckens von Charmoille (vgl. p. 21), als Härtinge aus der präpontischen Einebnungsfläche herausragen konnten. Bei der letzten Faltungsphase wurde die Vorbourg-Antiklinale nochmals gefaltet und gehoben; die Anlagerung der Schotter an den S-Schenkel täuscht dann bei Le Pichoux ein Mitfalten der Vogesenschotter vor.

Die Argumente von SCHWABE und LAUBSCHER können also eine erste, intensive, postpontische Faltung nicht einwandfrei beweisen. Dies veranlasst uns, gestützt auf unsere eigenen Beobachtungen noch an der alten Auffassung von LINIGER, welcher eine präpontische Hauptfaltung annimmt, festzuhalten.

Wir möchten aber die Möglichkeit, dass die Höhenschotter zwischen Charmoille und Bois de Raube postpontisches Alter haben, wie dies BUXTORF und KOCH vermuteten, nicht von der Hand weisen. In diesem Falle müssten mindestens drei Faltungsphasen angenommen werden. Die erste intensive Auffaltung wäre aber – entgegen der Ansicht von SCHWABE – trotzdem präpontisch, da die Doggergerölle in den Vogesenschottern darauf hinweisen. Mit dieser Auffaltung oder kurz darauf erfolgte die Bildung der präpontischen Peneplain. Nach der Ablagerung der Vogesenschotter beginnt die zweite Phase begleitet von Einebnung; dann wurden die Höhenschotter abgelagert. Die verschiedene Höhenlage dieser Schotter kam dann durch eine nochmalige dritte Verbiegung zustande. Wir müssten also, wie dies auch SCHWABE vermutete, zwei Einebnungsflächen annehmen, die zeitlich und räumlich sehr nahe kommen und nicht leicht voneinander zu trennen wären. Es ist auch möglich, dass die postpontische Einebnung durch tieferes Einschneiden die präpontische Peneplain zum Teil zerstört hat. So könnte die Peneplain der Mont-Terri-Kette postpontisch sein und mit der präpontischen Einebnungsfläche zusammenfallen oder tiefer als letztere liegen. Eine intensive Auffaltung vor dem Pontien (Vogesenschotter) bleibt aber auch in diesem Falle bestehen. Ferner möchten wir nochmals darauf hinweisen, dass weder in unserem Untersuchungsgebiet noch in andern Teilen des Berner Jura Überschiebungen auf die Vogesenschotter festgestellt werden konnten.

---

<sup>1)</sup> Man vergleiche hierzu Blatt 92–95 Movelier-Courrendlin des Geol. Atlas der Schweiz 1:25000.

#### 4. Der zeitliche Verlauf der Faltung und ihre Auswirkungen im Gebiet des Siegfriedblattes Miécourt und Zusammenfassung der wichtigsten Resultate

In der tektonischen Beschreibung ist der detaillierte Aufbau der Falten unseres Untersuchungsgebietes besprochen worden. Wir wissen auch, dass die Auffaltung in einzelnen Phasen erfolgt ist. Im folgenden soll versucht werden, den Verlauf der Faltung – speziell im Gebiet des Siegfriedblattes Miécourt – zu analysieren und für die heute sichtbaren tektonischen Phänomene eine Erklärung zu finden. Die wichtigsten tektonischen Resultate sollen also zusammengefasst und zeitlich gegliedert werden.

Nach GRAHMANN und SCHNEEGANS sind die Verwerfungen im Pfirter Jura rheintalisch und schon vor dem Stampien angelegt worden. Das Gebiet des heutigen Siegfriedblattes Miécourt war also im unteren Oligocaen durch N–S bis NNE–SSW verlaufende, rhenanische Störungen in tektonisch verschieden hoch liegende Streifen zerlegt. L. VONDERSCHMITT (1942) vermutet, dass diese Streifen, welche – wie Bohrungen zeigen – zum Teil bis ins Kristallin reichen, auf den alpinen S–N-Druck in präoligocaener und oligocaener Zeit verschieden reagiert haben. Differentielle Bewegungen im tieferen Untergrund führten im Oligocaen zur Aufwölbung von SSW streichenden Querfalten, welche fiederig, en échelon, zueinander angelegt wurden (z. B. Westende der Blochmont- und Bürgerwald-Kette, Caquerelle-Kette, Querfalten von Develier und Vicques im Delsberger Becken (LINIGER, 1926), Westende der Landskron-Kette (BITTERLI, 1946) etc., Querfalten im E Jura (vgl. VONDERSCHMITT, 1942, p. 95).

Bevor also die eigentliche Jurafaltung einsetzte, können in unserem Untersuchungsgebiet in präoligocaener und oligocaener Zeit tektonische Höhenunterschiede bestanden haben, welche einerseits durch Verwerfungen und andererseits durch SSW streichende Querfalten verursacht wurden. Rhenanische Störungen haben wir bereits kennengelernt, ob aber auch Querfalten vorhanden waren, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Auffallend ist jedoch das NNE–SSW-Streichen der Mont-Terri-Antiklinale bei Asuel und des kleinen Gewölbes bei Fregiécourt. Diese Streichrichtung kann aber auch als eine Folge der Transversalverschiebung entlang der Störung von Le Gy (B 3) gedeutet werden. Während die Vorbourg-Antiklinale entlang B 3 rund 250 m nach N verschoben wurde, hat sich diese Bewegung bei der Mont-Terri-Antiklinale von Asuel in einer starken Verbiegung der Gewölbeachse ausgewirkt.

Es ist möglich, dass der alpine S–N-Druck in oligocaener und präoligocaener Zeit bereits auch zur Bildung von nur schwach ausgeprägten W–E-Falten führte, wie dies bereits LINIGER für die Gegend N und S des Delsberger Beckens angenommen hat. Ferner schreibt R. KOCH (1923, p. 7), dass die Blauen- wie auch die Landskron-Antiklinale schon im untersten Stampien als flache Bodenwellen in Erscheinung traten. Auch in unserem Gebiet sprechen die Auflagerungsverhältnisse der oligocaenen Sedimente für das Vorhandensein einer W–E streichenden Bodenwelle im Rupélien (vgl. p. 19/20). Diese soeben geschilderten Verhältnisse veranlassen uns, mit der Möglichkeit zu rechnen, dass bereits in präoligocaener Zeit W–E streichende breite Wellen vorhanden waren, die jedoch nicht überall, wie zum Beispiel in unserem Untersuchungsgebiet, als präoligocaene Anlagen der heutigen Juraketten gedeutet werden müssen.

Zur Zeit des Miocaens (vermutlich im Obermiocaen) fand dann die erste intensive Auffaltung der Mont-Terri-Kette und Überschiebung auf das Tafelland der Ajoie statt. Die Überschiebung muss, entgegen der Annahme von ERZINGER (1943, p. 110 und 111), präpontisches Alter haben, da sie von der Penepplain, auf welcher pontische Vogesengerölle liegen, abgeschnitten wird.

Der Gang der Faltung wurde in dieser ersten intensiven Auffaltung wesentlich durch die alten Störungen beeinflusst. So erfolgte die Überschiebung der Mont-Terri-Kette nach N nur im Abschnitte zwischen den Verwerfungen B 12 und B 6. Da die Kette schräg zwischen diesen beiden Störungen liegt, wurden während der Faltung, infolge der Überkipfung des Nordschenkels, die Bruchflächen schräg gestellt. Dies ist auch der Fall bei den Störungen der Mont-Terri-Antiklinale östlich B 6 und der Vorbourg-Antiklinale. So kann bei B 6, B 4, B 5, B 3 und B 2 am topographischen Verlauf der Ausbisslinie ein Einfallen nach E beobachtet werden. Bei B 3 ist 60° E-Einfallen direkt nachweisbar (vgl. p. 52/53). Es ist auch zu vermuten, dass B 12 und B 11a nach E einfallen.

Der Überschiebungsbetrag der Mont-Terri-Kette nach N kann mit Hilfe der Resultate der Bohrung Koehli auf 1200 m geschätzt werden. Während der Überschiebung der Mont-Terri-Kette zwischen B 12 und B 6 wurde der NE streichende Malm-Nordschenkel zwischen Essert Derrière und Essert Valtet infolge



einer grösseren Schleppung entlang B 6 nach E abgebogen. Dies verursachte eine starke Verminderung des Überschiebungsbetrages in diesem Gebiet. Der Malm-Nordschenkel W der Störung B 6 ist nämlich nur 200–300 m nach N versetzt.

Die Störung B 10, im überschobenen Teil der Mont-Terri-Kette, beeinflusste wesentlich den Bau des N-Teiles der Kette. Da sie annähernd im Streichen verläuft, wurde sie verfaltet. Ihre Bruchfläche diente, in dem Moment, da sie sich infolge ihrer Verfaltung annähernd in horizontaler Lage befand, als Gleitbahn für eine Überschiebung. Später, aber noch in der präpontischen Faltungsphase, wurde die als Überschiebung dienende Bruchfläche weiter verfaltet. Die Störungslinien im Gebiet von Cornol sind demnach die Ausbisslinien einer gewölbeartig verbogenen Überschiebungsfläche, die aus einem älteren Bruch hervorgegangen ist. Die Überschiebung entlang der Bruchfläche B 10 endet im E an der Störung B 10', welche gleichzeitig mit der Überschiebung aufgerissen wurde.

E der Störung B 6 sind auf Siegfriedblatt Miécourt keine grösseren Überschiebungen mehr zu beobachten. Auch hier, wie westlich B 6 verursachen die alten Brüche tektonische Komplikationen, die erst während der Faltung entstanden.

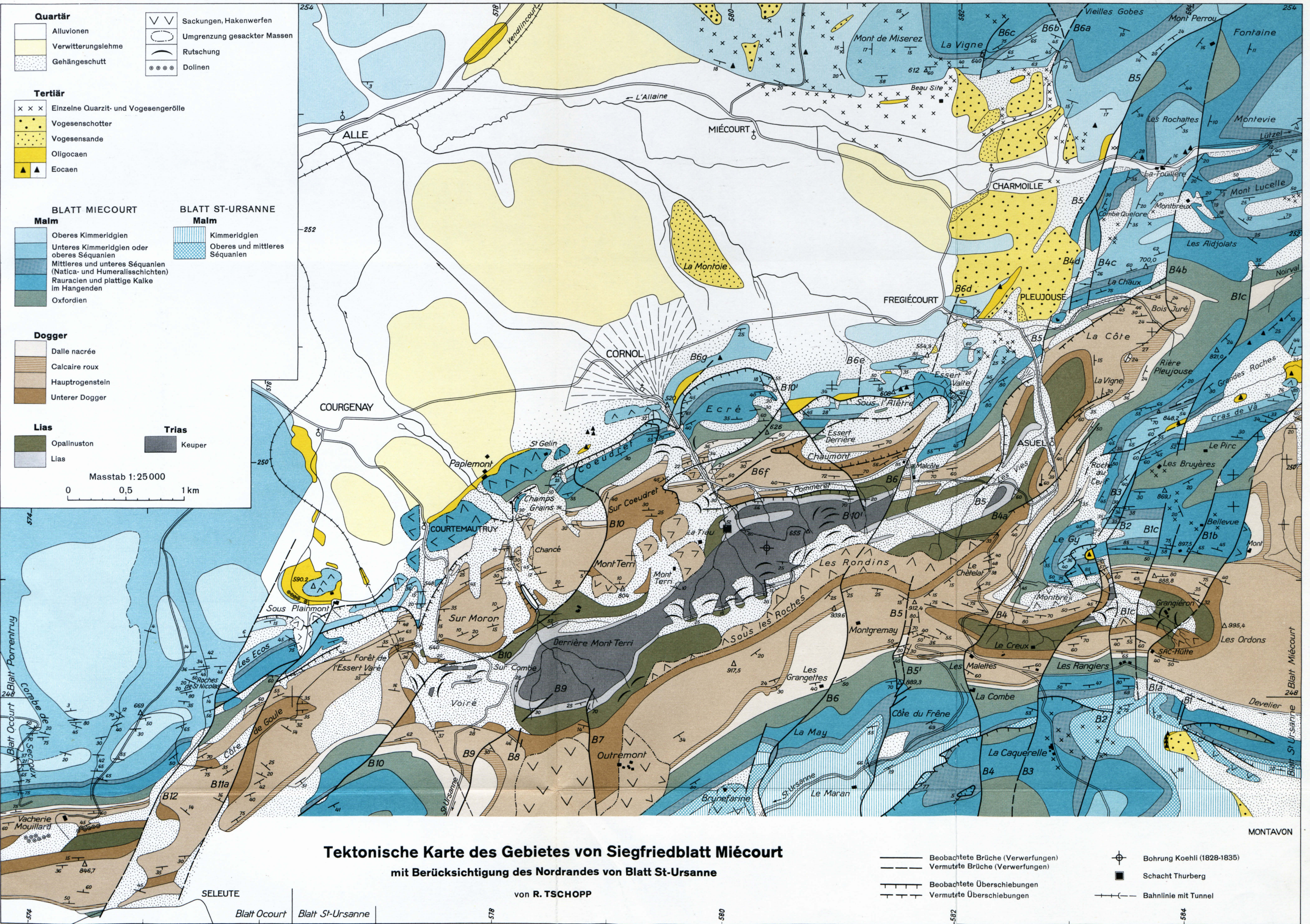
Die Störungen von Pleujouse (B 5) und von Montbreux (B 4b) haben N der Mont-Terri-Antiklinale die Rolle einer tektonischen Trennungslinie übernommen. So zeigt die Mulde von Kiffis im Gebiete E und W der Brüche jeweils einen ganz verschiedenartigen Bau. W der Störung von Pleujouse herrscht eine breite, beckenartige Mulde (kleines Becken von Charmoille) vor, E davon ist die Mulde eng gepresst und öffnet sich nach NE. Sie wird dann von der Störung von Montbreux (B 4b) abgeschnitten und E davon ist die Mulde von Kiffis durch ein kleines Gewölbe in ein N und S Synklinalgebiet zerlegt. Ein ganz ähnlicher Fall ist S der Mont-Terri-Antiklinale bei Le Gy zu beobachten. Die Mulde von Le Gy ist enggepresst und öffnet sich nach NE. Sie wird dann von der Störung von Le Gy (B 3) abgeschnitten, und E davon ist die Mulde durch die Le Pirc-Antiklinale in ein nördliches und südliches Synklinalgebiet unterteilt (im N die Mulde von Grandes Roches und im S die Mulde von Bellevue).

Die zuletzt erwähnte Störung von Le Gy (B 3) ändert gegen S ihren Charakter. Im Gebiet der Vorbourg-Antiklinale findet entlang der Verwerfung eine Transversalverschiebung statt. Hier ist der Kern des Gewölbes rund 250 m nach N verschoben.

Schliesslich sei noch auf die Überschiebung NW Asuel und E Asuel sowie B 4a hingewiesen. Diese Überschiebungen gehen in Verwerfungen über. Bei der Überschiebung NW Asuel handelt es sich um die Störung von Pleujouse (B 5), welche SSE Pleujouse im Streichen des Dogger-Nordschenkels verläuft. Die Bruchfläche wird infolge der Auffaltung der Mont-Terri-Antiklinale verbogen und dient als Gleitbahn für Überschiebungen. Die Störung mit Überschiebungscharakter NE Roche au Cerf geht in die Verwerfung von Les Malettes (B 4) über. Auch hier ist die alte Bruchfläche für Überschiebungen benutzt worden.

Die meisten tektonischen Komplikationen auf Siegfriedblatt Miécourt sind also infolge der alten Verwerfungen entstanden, und zwar – zeitlich gesehen – in der präpontischen Faltungsphase. In der postpontischen Phase wurde das heutige Faltungsgebiet nur leicht verbogen, aber dafür trat eine intensive, allgemeine Hebung ein. Bedeutende tektonische Komplikationen entstanden in dieser Phase auf Siegfriedblatt Miécourt keine mehr. Während also unser Untersuchungsgebiet in der ersten Phase eine starke Verkürzung durch Zusammenschub erlitt, ist es in der zweiten Phase weniger verkürzt, dafür aber intensiv gehoben worden. Der Charakter der beiden Phasen ist also vollkommen verschieden.











Tafel III  
**Strukturkarte der Gegend von Miécourt**

von  
**R. TSCHOPP**

Masstab 1:25 000

