

Briefliche Mittheilungen an die Redaction.

Das tektonische Problem der Provence.

Bericht über die XX. Exkursion des internationalen Geologen-Congresses zu Paris.

Von G. Steinmann.

Mit 1 Figur.

Es kann wohl ohne Uebertreibung behauptet werden, dass die unter der Führung von MARCEL BERTRAND, ZÜRCHER und VASSEUR ausgeführten Exkursionen in der Basse-Provence in allgemein geologischer, speciell in tektonischer Beziehung mehr Bemerkenswerthes boten, als die übrigen ähnlichen Veranstaltungen des Congresses. Hierzu stand die Zahl der Theilnehmer freilich nicht im richtigen Verhältniss, denn diese reichte kaum jemals an das Dutzend heran. Mochte es auch für unsere Führer bedauert werden, dass ihre Mühen nicht für einen grösseren Kreis von Fachgenossen fruchtbar gemacht wurden, für uns Lernende, zumal für diejenigen unter uns, welche von dem geselligen Leben der vorausgegangenen Exkursionen übersättigt waren, erwachsen daraus nur Vortheile und Annehmlichkeiten.

Wer sich über den allgemeinen Charakter des Reliefs der Basse-Provence und über die Natur der tektonischen Probleme, welche für seine Erklärung in Frage kommen, einen rasch orientirenden Ueberblick verschaffen will, der nehme BERTRAND'S Schrift »La Basse Provence« (siehe Literaturverzeichnis im Anhang) zur Hand. Hier können nur einige wichtige Bemerkungen darüber Platz finden.

Basse-Provence heisst der ausseralpine Theil der alten Landschaft, der in klimatischer, geologischer und ethnographischer Beziehung die eigentlich mediterrane Region derselben begreift. Zwischen dem Rhonethal, dem Mittelmeer, dem Massif des Maures und den Alpen dehnt sich ein Gebirgsland aus, das man seinem allgemeinen Charakter nach mit dem Juragebirge oder den Vorketten der Westalpen vergleichen könnte, ein vorwiegend aus Jura und Kreide (neben

etwas Trias und Tertiär) bestehendes Bergland, das sich in der Kette von Sainte-Baume und Sainte-Victoire zu Höhen von über 1000 Meter erhebt. Aber während die im N. des Durance-Thals verlaufenden Ketten des Mt. Lébéron und der Montagnes de Lure relativ einfach gebaute und regelmässig O.—W. streichende Gewölbe von jurassischem Typus bilden, weisen die Bergzüge der Basse-Provence einen abweichenden und fremdartigen Charakter auf, wie schon eine topographische oder geologische Uebersichtskarte, noch besser aber die geologische Specialkarte 1 : 80000 zeigt: aus der herrschenden ostwestlichen Streichrichtung der Höhenzüge und der einzelnen Formationsglieder isoliren sich eine Anzahl »Massive« von elliptischer Gestalt, die theils durch breite Kreidebecken oder schmälere Tertiärbecken von einander getrennt sind, theils hart an einander stossen oder gar durch schräg gegen die allgemeine Streichrichtung (SW.—NO.) ziehende Triaszonen geschieden werden. Die »hyerischen Kalkalpen«, wie man die Gebirgszüge der Basse-Provence nennen könnte, werden von dem vorpermischen Massif des Maures durch eine geschlängelte Depression (*Dépression permienne de Cuers*) abgegrenzt, welche an der Küste W. von Toulon beginnt und in NO.-Richtung über Cuers in die Gegend von Draguignan zieht. Aus dieser Depression tauchen die Kalkketten ganz unvermittelt auf, sie laufen ihr nicht parallel (mit Ausnahme der südwestlichsten), sondern zweigen unter Winkeln von 45° — 90° von ihr ab, um in schwach fächerförmiger Verbreiterung in W.- und WNW.-Richtung weiter streichend gegen das Rhonethal hin zu verschwinden. Eine zweite Depression, sigmoid und der ersteren annähernd parallel verlaufend, theilt die Ketten (oder Massive) in eine östliche Gruppe (Massif de Salerns et d'Aups, M. de Bras und M. de la Ste.-Baume sowie das südlich daran schliessende Becken von Le Beausset) und in eine westliche (M. de Ste.-Victoire, des Beckens von Fuveau, M. de l'Olympe, M. de l'Étoile und de la Nerthe und M. d'Aflauch). Die Depression beginnt an der Küste bei Marseille, folgt dem Laufe der Huveune und zieht gegen Barjols. Eine dritte, weniger deutliche Depression zieht vom Etang de Berre durch das Tertiärbecken von Aix und grenzt die westliche Gruppe der genannten Massive von den niederen Ketten ab, die sich im S. des Durance-Thals ausdehnen. Als vierte Depression kann die Gegend des Rhonethals selbst betrachtet werden. Mit diesen Querbändern, welche die Faltenzüge der Provence schräg durchschneiden, fällt auch die Richtung der hauptsächlichsten Abflüsse zusammen, welche sich am Ende der Eocänzeit nach der Herausbildung des tektonischen Reliefs einstellten. Denn in diesen Niederungen, wenigstens in den drei westlichsten, liegen buchtenartig die Absätze der Oligocänzeit, welche mancherorts direct über Trias transgrediren.

Somit erscheinen die Faltenzüge der Provence in eine Anzahl isolirter und umschriebener, rosenkranzartig angeordneter Falten-

stücke von elliptischem Umriss aufgelöst. Aber nur ein kleiner Theil derselben besitzt den Bau einfacher, domartiger Gewölbe, die an ihren Enden in normaler Weise untertauchen. Der grössere Theil ist von viel complexerem Bau. Schon die Umrandung der normalen Gewölbe und ihre Verknüpfung mit den umgebenden Gebirgstheilen zeigt Erscheinungen, die auf einen ungewöhnlich hohen Grad von Dislocation hindeuten. Liegende Falten umgeben die Gewölbe und scheinen von allen Seiten gegen ihre Mitte gerichtet zu sein. Ständen die Falten mit den Gewölben in genetischer Verbindung, so müsste man erwarten, dass sie dort verschwinden, wo die Gewölbe austönen. Wäre die Faltung wirklich von allen Seiten gegen die Mitte der Gewölbe erfolgt, so müsste ein »Kampf um den Platz« eingetreten sein. Aber nichts von alledem ist zu sehen.

Dazu gesellt sich eine andere sehr bemerkenswerthe Erscheinung. Dass in überstürzten oder liegenden Falten der verkehrt gelagerte Mittelschenkel ausgewalzt und dadurch die Schichtfolge lückenhaft erscheint, ist u. a. durch das klassische Beispiel der Glarner Doppelfalte hinreichend bekannt; dass aber auch die normal gelagerte Schichtfolge eines Hangendschenkels in gleicher Weise beeinflusst wird, ist eine Erkenntniss neueren Datums. In der Bündner Aufbruchzone habe ich selbst diese Erscheinung registriert und neuerdings hat HARKER (Proc. Geol. Ass. 12, August 1900) für Ueberschiebungen, deren tiefere Theile vorwärts bewegt worden sind, während die höheren mehr oder weniger zurückgeblieben sind, die Bezeichnung »lag faults« (»Zerrungsschübe« könnte man zu deutsch sagen) vorgeschlagen. In der Basse-Provence wird diese Erscheinung im hangenden Schenkel der liegenden Falten geradezu zum Gesetz, derart, dass es völlig unmöglich erscheint, in diesen Theilen die vollständige Schichtfolge mit Sicherheit zu ermitteln. Man erhält stellenweise den Eindruck, als sei das hangende Schichtpaket wie eine breiartige Masse zerflossen, obwohl sich an seiner Zusammensetzung vorwiegend harte, kalkige Gesteine theiligen. Und dabei kann doch der Druck mächtiger darauf lastender Schichtmassen nicht wohl in Frage kommen.

Obgleich nun die mannigfaltige Gliederung der Schichtfolge, besonders die charakteristische, meist durch reichliche Fossilführung ausgezeichnete Natur der einzelnen Glieder die Ermittlung der thatsächlichen Lagerungsverhältnisse ausserordentlich erleichtert, so ist doch bisher zumeist nur eine Einigung über die Lagerung in den einzelnen Profilen erzielt worden. Ueber die Auffassung der Tektonik im Grossen und Ganzen gehen die Meinungen noch sehr weit auseinander und darin liegt wohl der sichere Hinweis, dass hier ungewöhnliche und besonders verwickelte Verhältnisse vorliegen.

MARCEL BERTRAND, der seit Anfang der achtziger Jahre mit der Kartirung und geologischen Erforschung des Gebiets beschäftigt ist, ist im Laufe seiner Untersuchungen immer entschiedener zu

der Ueberzeugung gelangt, dass eine zureichende Erklärung all' jener Erscheinungen nur durch die Annahme ungeheuer ausgedehnter Ueberdeckungen gegeben werden könne. Den Verlauf der Ereignisse denkt er sich folgendermaassen.

Auf dem gefalteten und abgehobelten Untergrunde vorpermischer Gesteine, wie sie im Massif des Maures zu Tage treten, hat sich bis gegen Ende der Eocänzeit eine im Wesentlichen concordante Schichtfolge abgesetzt, deren wichtigste und bekannteste Glieder die fossilreichen obercretacischen Sedimente der Provence bilden. Vor Beginn oder zu Eintritt der Oligocänzeit sind von S., d. h. vom Massif des Maures her sehr bedeutende horizontale Ueberschiebungen erfolgt, die bis an den Südrand des Beckens von Aix vordrangen, deren Ausmaass senkrecht zum Streichen gemessen auf mindestens 30 km zu veranschlagen ist. Diese Ueberschiebungen erfolgten über eine nur wenig undulirte, jedenfalls noch nicht gefaltete Unterlage. Später wurde die Unterlage sammt der Ueberschiebungsdecke gefaltet, hier und dort auch durch Brüche zerstückelt. Ferner führte die Auslaugung der leicht löslichen salinaren Gesteine (bes. Gyps) in der Trias der Ueberschiebungsdecke örtlich zu steiler und verworrener Schichtstellung.

Durch den Ueberschiebungsprocess entstanden folgende tektonische Elemente (vergl. Fig. 1):

- a) Der normal gelagerte Hangendschenkel der Ueberschiebungsdecke, der die grösste oberflächliche Ausdehnung besitzt. Die Schichtfolge desselben weist die oben schon erwähnte, örtlich rasch wechselnde und daher jedenfalls nicht primäre Lückenhaftigkeit der Schichtfolge auf, deren Entstehung wir uns nur schwervorstellen vermögen.— *Nappe supérieure* (Fig. 1, IV).
- b) der vielfach ausgewalzte, aber stellenweise, so besonders am Stirnrande der Ueberschiebungsdecke, aufgestaute Mittelschenkel mit verkehrter Schichtfolge. — *Nappe renversée* (Fig. 1, III).
- c) die von den höchsten Theilen der Unterlage durch die Ueberschiebung abgehobelten und unter der Ueberschiebungsdecke bis gegen die Stirn mitgeschleppten Massen, die eine Wiederhebung des oberen Theils der normalen Schichtfolge des Untergrundes hervorrufen. Geschleppte Scholle — *Lame de charriage* (Fig. 1, II).
- d) die Aufschürzung der Unterlage, die dort erfolgte, wo die sich hinüberbewegende Ueberschiebungsmasse einen Widerstand fand, dessen höchste Lagen aufgeschürzt, d. h. zu einer nach vorn geöffneten liegenden Mulde übergeklappt wurden. Das Wesen dieses tektonischen Elements besteht darin, dass die Schichten der nach N. geöffneten Mulde nicht wieder nach S. zurückbiegen. Die Erscheinung tritt stufenartig auf: vor der geschleppten Scholle, wo eine einfache Aufstauchung beobachtet wird (x am Nordende des Profils) und hinter der-

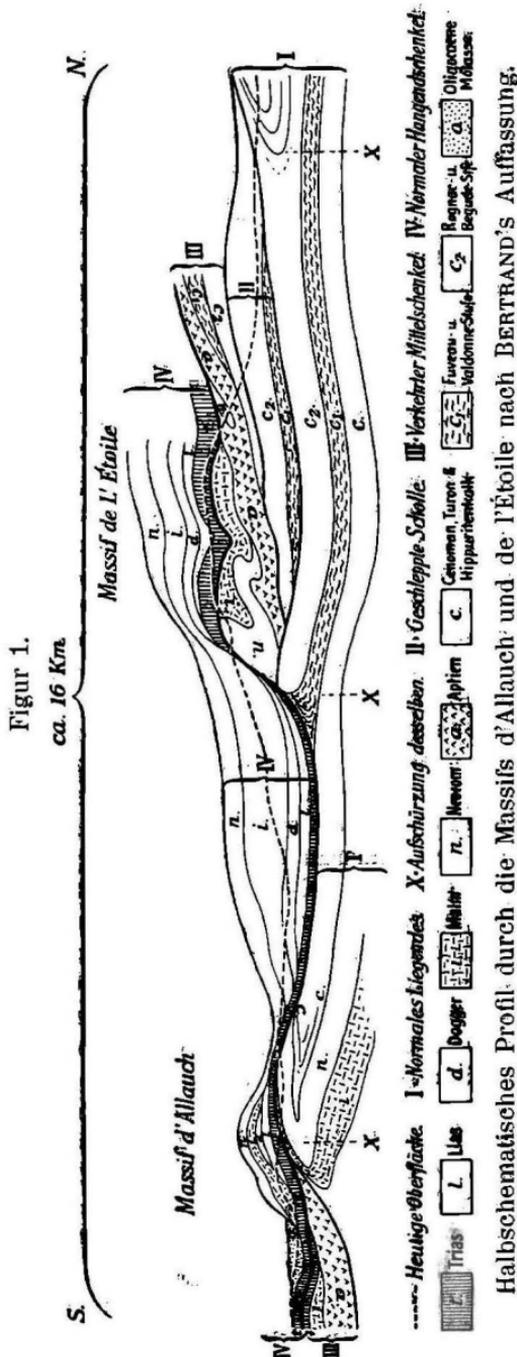
selben, wo sie sich an der bereits abgehobelten Unterlage vollzogen hat und wo dann die übergelegte Falte durch die Ueberschiebungsdecke abgeschnitten erscheint (x in der Mitte und am Südeude des Profils). —

Retrousement (Fig. 1, x).

- e) das normale, meist nur schwach gefaltete Liegende (Fig. 1, I).

Das für eine gefaltete Region auffallend unregelmässig gestaltete Relief der Basse-Provence wird nach BERTRAND nun dadurch bedingt, dass der gefaltete Untergrund nur vereinzelt in der Form einfacher Gewölbe (dômes) zu Tage tritt, die höchsten und ausgedehntesten Erhebungen aber, wie das Massif de l'Étoile und de la Ste.-Baume nur Bergmassen darstellen, die durch die Erosion aus der Ueberschiebungsdecke herausgeschnitten, die also wurzellos sind.

An der Ueberlagerung der jüngsten Glieder der normalen Kreideserie durch viel ältere Schichtkomplexe bis zum Muschelkalk hinab, die theils in sich verkehrt, vorwiegend aber normal gelagert sind, besteht



nun heutzutage kaum noch ein Zweifel mehr; die frühere Auffassung, wonach die älteren Gesteine, die oft inselförmig inmitten der jungen auftreten, von diesen nur umlagert seien, ist wohl allseitig endgültig verlassen. Aber in anderer Beziehung bestehen Meinungsverschiedenheiten. Nach BERTRAND'S Auffassung muss der Ausgangspunkt all' der auf den jüngsten Kreideschichten auflagernden älteren Sedimente weit zurück im S. am Rande des Massiv des Maures oder in diesem selbst gesucht werden, weil er getrennte Ausgangsstellen für die Ueberdeckungsschollen innerhalb des Kalkgebirges nicht zu entdecken vermag.

Im Gegensatz hierzu hält FOURNIER die Mehrzahl der Ketten (oder Massive) für an Ort und Stelle aufgefaltet und vorwiegend nach N. schwach übergelegt. Dort, wo eine einfache Auffaltung zur Erklärung der Lagerungsverhältnisse nicht ausreicht, wie am Südrande des Beckens von Le Beausset, giebt er Ueberdeckung in ganz beschränktem Maasstabe (etwa 2—3 km) zu, deutet aber z. B. die Triasinsel von Vieux-Beausset nicht wie BERTRAND den als von einer ausgedehnten Ueberdeckung übrig gebliebenen Erosionsrest, sondern denkt sie sich als eine schlotartige Auffaltung, die sich pilzartig über die Umgebung übergelegt hat, obgleich ihr Südrand auch nur 2,5 km vom südlich anstehenden Muschelkalk entfernt ist. Er verwirft die Annahme einer ausgedehnten Ueberdeckung, weil sie seiner Auffassung nach bei der Specialdurchforschung auf unüberwindliche Schwierigkeiten stösst und einen horizontalen Dislocationsbetrag von 70 km zur Voraussetzung hätte. Weiterhin denkt sich FOURNIER, dass die liegenden Falten, welche die normalen Gewölbe umgürten, sich um diese herumgeschmiegt hätten, man müsste schon sagen, um diese herum geflossen sind bis zur Wiedervereinigung der beiden Enden. TOUCAS und neuerdings REPELIN greifen in ihren Erklärungen der Lagerungsverhältnisse ebenfalls nicht auf eine grössere Ueberdeckung zurück. Letzterer hat das westlichste der fraglichen Massive, die Chaine de la Nerthe neuerdings eingehend untersucht und ist zu dem Ergebniss gelangt, dass dort Ueberschiebungen in allgemein regelmässig gelagerten Schichten vorkommen und eine Zertheilung von Falten (wie sie FOURNIER annehmen muss) nicht zur Erklärung der Lagerungsverhältnisse herbeigezogen werden könne. Andererseits nimmt er an, dass Ueberschiebungen unter beliebigem Winkel zur Streichrichtung der Schichten auftreten, und dass die Ueberschiebungen nicht einseitig gerichtet, sondern auch von N. nach S., bzw. von NO. nach SO. erfolgt sind. Auf diese Weise glaubt er der Annahme ausgedehnter Ueberdeckungen im Sinne BERTRAND'S überhoben zu sein.

Bei einer derartigen Stellung der Probleme und Divergenz der Deutungen durften die Theilnehmer der Exkursion mit Recht gespannt sein, auf das, was ihrer wartete.

Toulon war als Ausgangspunkt für die Exkursion vorgezeichnet, weil wir hier gleich Gelegenheit hatten, die Schichtfolge

der almesozoischen Sedimente in ihrer typischen Ausbildung kennen zu lernen. Unter der Führung des sach- und ortskundigen Herrn ZÜRCHER sahen wir das discordant über den Phylliten des Massif des Maures lagernde Rothliegende (die kleinen Vorkommnisse von pflanzenführendem Carbon sind von untergeordneter Bedeutung) und den gering entwickelten Buntsandstein. Letzterer beginnt stellenweise mit einem mehrere Meter mächtigen Hauptconglomerat und ähnelt in seiner Ausbildung und Mächtigkeit auffallend der Entwicklung im südlichen Schwarzwalde, wo nur die obere Abtheilung zum Absatz gelangt ist. Von unterem und mittlerem Muschelkalk hat man bis jetzt keine Spuren gefunden, dagegen tritt der Hauptmuschelkalk in ausgesprochen germanischer Facies auf und führt stellenweise massenhaft *Terebratula vulgaris*. Es folgen Keuper in der Form wenig mächtiger bunter Mergel mit Rauchwacken und das Rhät als Mergel mit Muschelbänken voll leitender Formen, unterer Lias als fossilfreier Dolomit, mittlerer und oberer mit leitenden Fossilien, Kalke mit Kieselknollen des Bajocien und hellgraue, zerfallende Mergelkalke der Bath-Stufe.

Das Interesse dieser Exkursion concentrirte sich aber naturgemäss auf die Lagerungsverhältnisse des Küstenstrichs im O. von Toulon. Ein mehrfach durch Phyllitvorkommnisse getheiltes Band von Muschelkalk, welches normal auf Buntsandstein ruht, bildet den Steilabsturz der Küste im O. von Cap Brun; an mehreren Stellen sieht man es deutlich unter die Phyllite untertauchen und kleine, stark dislocirte Schollen von Phyllit und Rothliegendem, inselartige Denudationsreste der einst weit verbreiteten Ueberschiebungsdecke, wurden uns gezeigt. Sie dringen als synklinale Einspitzungen von oben in den Muschelkalk ein und bezeugen dadurch, dass die grossen Ueberschiebungen von Faltungen gefolgt waren. Während der Nachmittagsfahrt auf einem Schleppdampfer konnten wir die vorher besuchten Punkte im Zusammenhang übersehen und ein einheitliches und überzeugendes Bild gewinnen. Gegen Abend führte uns der Dampfer noch gegen Cap Sicié hinaus, wo, gerade noch in der Abenddämmerung erkennbar, die gegen N. geöffnet liegende Synklinale von Rothliegendem und Buntsandstein betrachtet wurde, die von der Phyllitmasse des Cap Sicié überdeckt ist.

So festigte sich in uns schon am ersten Tage mit Hülfe der ausserordentlich instruktiven Profile die Ueberzeugung, dass wir uns in einer Gegend befänden, wo durch nachträgliche Bewegung stellenweise stark gefaltete Ueberschiebungen zu den gesetzmässigen Erscheinungen gehören, wo die flach liegenden Schichten diejenigen zu sein pflegen, die die stärkste Dislokation erfahren haben (BERTRAND'sches Gesetz), und wo man von keiner Bergmasse ohne Beweis des Gegentheils annehmen darf, dass sie auch in der Tiefe wurzelt.

Die nächsten drei Tage waren dem Studium des klassischen Gebiets von Le Beausset unter der Führung von M. BERTRAND

gewidmet. Hier war zunächst Gelegenheit geboten, die Entwicklung der Kreide mit ihren überaus reichen Fundstellen für Rudisten u. s. w. kennen zu lernen und einen Einblick in die Detailgliederung der jüngeren Kreideschichten zu gewinnen, deren Kenntniss für die Deutung der Lagerungsverhältnisse unerlässlich ist. Diese schon lange gut gekannte und oft studirte Schichtfolge hier wiederzugeben, erscheint mir überflüssig; ich beschränke mich auf die Bemerkung, dass gerade die jüngsten Kreidehorizonte, die sich im Contact mit der Bedeckungsmasse älterer Gesteine insbesondere der Trias zu finden pflegen, infolge der allmählichen Aussüssung des Kreidemeeres so bezeichnende Fossilien führen, dass man jederorts ohne Schwierigkeit den vorliegenden Horizont bestimmen kann. Da nun auch die älteren Sedimente der Bedeckungsmasse, insbesondere Muschelkalk, Keuper und Rhät, selbst in den kleinsten Vorkommnissen mit Leichtigkeit als solche erkannt werden, so gestaltet sich das Becken von Le Beausset zu einem der geeignetsten Demonstrationsobjekte nicht nur für das Gesamtbild einer grossen Ueberschiebung, sondern auch für die Einzelheiten dieser Erscheinung.

In der Trockenschlucht von Ollioules (halbwegs zwischen Toulon und Le Beausset) sieht man die südliche Wurzel der Ueberschiebungen von Le Beausset. Muschelkalk grenzt mit einer steilen Schubfläche an die Dolomite des oberen Jura. Damit sind wir in die normale Schichtfolge eingetreten. Wir durchqueren in der Schlucht die hangenden Glieder bis zum oberen Turon und folgen den flach liegenden Senonschichten bis an den Petit Canadeau. Während die Abhänge dieses Berges aus den höchsten Kreideschichten bestehen, wird die bewaldete Kuppe aus Trias gebildet. Contorta-Schichten, rothe Keupermergel und Muschelkalk treten in verkehrter Schichtfolge auf und zwischen diese und die normal gelagerte Senon-Basis schiebt sich, namentlich beim Landhause des Petit Canadeau recht deutlich aufgeschlossen, eine stark verdrückte und gewellte Lage ebenfalls verkehrt gelagerter Kreidehorizonte ein, die deutlich die einzelnen, meist fossilführenden Horizonte des Senons und Turons erkennen lässt. Hier ist also der Mittelschenkel mit umgekehrter Schichtfolge vorhanden, doch fehlen darin fast der ganze Jura und die ältere Kreide. Dass sich hier auf der Kreide eine liegende Falte befindet, ist unbestreitbar.

Wir verfolgen die Triasdecke, unter welcher hier und dort verkehrt liegendes Senon sichtbar wird, bis zu der bekannten Muschelkalk-Localität La Mame, wo wir ausser den häufigen *Terebr. vulgaris*, *Lima striata* und *Gerr. socialis* auch *Ceratites nodosus* und *Nautilus bidorsatus* finden. Der Abstieg zum Ravin du Rouve bringt uns durch Keuper in die fossilreichen Schichten des Senon mit *Lima ovata* in normaler Lagerung, aber von der verkehrt liegenden Kreide des Mittelschenkels ist jetzt nichts mehr zu sehen. Der Hügel von Vieux-Beausset, der gegen Abend erstiegen wird, zeigt uns über der Kreide nur noch Keuper, bedeckt von Cortorta-

Schichten. Der Muschelkalk, der den Kern der liegenden Falte bis hierher bildete, hat sich jetzt ausgekeilt. Von hier schweift der Blick über das Becken von Le Beausset bis zur Bai von La Ciobat; wir überblicken den einfach beckenartigen Aufbau des Untergrundes und die fremdartig darüber ausgebreiteten Reste der Ueberschiebungsdecke — ein in hohem Maasse belehrendes Bild!

Die nächsten zwei Tage wurden theils zum Sammeln in den überreichen Aufschlüssen der Hippuriten-Kreide von Le Castellet-La Cadière, theils zur Besichtigung einiger tektonisch interessanter Punkte verwendet.

Zu letzteren zählen einmal die kleinen, gänzlich isolirten Hütchen von Trias auf normal gelagerter, aber verschieden tief »abgehobelter« Kreide bei Le Castellet, besonders aber die Vorkommnisse bei Fontenieu, SW. Le Beausset.

Auf eine Wiedergabe der Einzelheiten dieser hochinteressanten Localität muss ich verzichten, da sie nur mit Hülfe von Profilen und Kartenskizzen verständlich sein würde. Wohl aber möchte ich hervorheben, dass man gerade hier, wo die Muschelkalkdecke sich von der Wurzel der Ueberschiebung an in der Form einer Halbinsel mit hufeisenförmigem seitlichem Ausschnitt über der Kreide ausbreitet, wo man durch ein kleines Loch in dieser Decke den jungcretacischen Untergrund sieht, sich auch am leichtesten davon überzeugen kann, dass eine ursprünglich zusammenhängende Ueberschiebung vorliegt und nicht einzelne, mechanisch unverständliche pilzartige Aufbrüche, die für die kleinen Triashütchen von Le Castellet in der That zur mechanischen Unmöglichkeit werden. In dieser Beziehung stellt sich die Gegend von Fontenieu der klassischen Klippe des Schien bei Iberg ebenbürtig zur Seite. Wer mit ähnlichen Verhältnissen aus der Schweizer Klippenregion vertraut ist, wird in der auf 6—7 km weit verfolgten Ueberschiebung von Le Beausset nichts ungewöhnliches finden, und unser Führer war fast unwillig darüber, dass er uns nur ein instruktives Beispiel mehr, kein halbes Problem vorführen konnte. Nun wandten wir uns nach N. und durchfuhren den flachen Nordflügel des Beckens von Le Beausset, der nichts abnormes in den Lagerungsverhältnissen vermuthen lässt, bis wir zu den kleinen »Becken« von Chibron gelangten. Hier tritt mitten zwischen Neocom, bezw. oberem Malm ein Stückchen obere Kreide zu Tage; während es früher als trichterförmiger Einsturz aufgefasst wurde, wird es nun als der Untergrund des Nordflügels des Beckens von Le Beausset erklärt mit der Reserve, dass der strikte Beweis dafür an dieser Stelle nicht zu führen sei. Aber das Problem ist gestellt, und ernstlich zweifelnd fragen wir: soll das ruhig gelagerte Becken von Le Beausset selbst eine Ueberdeckung sein und seine Juraunterlage auf Kreide ruhen?

Bei Chibron kann, wie unser Führer selbst hervorhebt, die Frage nicht entschieden werden. Nun wenden wir uns nordwärts

der viel diskutirten Ste.-Baume-Kette zu, wir durchqueren im Thale von Latail die normal nach S. fallende Serie jurassischer und triadischer Gesteine bis zum bunten Keuper, wobei jedoch zwischen Malm-Dolomit und Rhät-Dolomit bemerkenswerther Weise die meisten Juraglieder plötzlich aussetzen. Hinter dem Keuper kommt die jurassische Schichtfolge in verkehrter Lagerung, schwach nach S. geneigt, bis wir zu einer zirkusartigen, von steil abstürzenden Juradolomit-Wänden umrandeten Erweiterung gelangen. In dieser Lücke der Juratafel erscheint als Unterlage Hippuritenkalk. Hier kann ein Zweifel an der Unterlegung um so weniger aufkommen, als beim Aufstieg zur Höhe der »Kette« die Decke der verkehrten Jura-Schichtenfolge immer mehr zerrissen erscheint und schliesslich nur einige Erosionsinseln derselben auf dem normal gelagerten Senon-Untergrunde schwimmen. Die Ste.-Baume-Kette bietet ein ausgezeichnetes Beispiel für die ungleichartige Ausgestaltung des verkehrt liegenden Mittelschenkels. Während dieser am Südabhang nur aus Jura besteht, der der normalen Kreideserie direkt auflagert, sehen wir auf der Höhe unter demselben ein mächtiges Schichtpaket von Neocom und Schrattenkalk herausquellen. Dieses bildet den steilen Nordabfall der Ketten oberhalb der Hochfläche des Plan d'Aups, die aus normal liegendem, fossilreichen Senon besteht. Klar tritt hier heraus, dass der Neocom-Urgon-Aufsatz der Ste.-Baume-Kette wurzellos und der Unterlage fremd sein muss. Denn im Untergrunde folgt unter dem Hippuritenkalk meist sofort oberer Jura, stellenweise mit Einschaltung einer Bauxit-Lage, mit anderen Worten die Ueberschiebungsdecke besitzt eine andere, vollständigere Schichtfolge als die normale liegende Serie; zwei verschiedene, ursprünglich offenbar weit von einander entfernte Schichtfolgen sind über einander gebracht.

Ich lasse die Schilderung der merkwürdigen, aber zugleich sehr lehrreichen Lagerungsverhältnisse am Westende der Ste.-Baume-Kette bei Seite und erwähne nur, dass man dort unter steilgestellten Schuppen aus Malm und Neocom die mächtige Schrattenkalk-Masse — die mit jenen zusammen die Ueberdeckungsscholle bildet — sich plötzlich zu einer Bank von 1 m Mächtigkeit ausdünnen sieht, während unter der Ueberschiebungsdecke senkrecht stehende Falten der obercretacischen Unterlage sichtbar werden.

Wendet man sich vom Plan d'Aups, wo die Unterlage aus oberer Kreide ansteht, nach N. gegen La Taulère und dann NO. gegen Nans zu, so erscheint die Ueberschiebungsdecke aus verkehrt gelagertem Jura von Neuem. Mehrorts beobachtet man deutlich, wie die Kreide unter der Decke älterer Gesteine verschwindet, ja ein schmales Querthälchen zwischen La Taulère und Les Haumèdes zeigt eine ganze Strecke lang in der Tiefe die Kreideunterlage, an den Seiten und auf den einfassenden Bergen die Juradecke, woraus resultirt, dass letztere wirklich auf der Kreide schwimmt und nicht etwa nur randlich über sie fortgreift.

Jetzt haben wir die Bedeckungsmasse von Chibron aus gemessen 10 km, oder wenn wir erst von dem klar liegenden Aufschluss von La Tail rechnen, 7,5 km weit senkrecht zum Streichen der Schichten verfolgt und uns überzeugt, dass die Krönung der Ste.-Baume ein Theil dieser wurzellosen Masse ist.

Eine domartige Aufwölbung von normalem Liegenden (Jura und Kreide), das Massif de la Lare, trennt die durchreiste Bedeckungszone La Taulère-Nans von der NW gelegenen Zone von St.-Zacharie, wo eine ausgedehnte Jura-Triasdecke beginnt, die in SW-Richtung dem Laufe des Huveaune-Thals folgend sich trennend zwischen die Massifs de la Ste.-Baume und d'Allauch einschiebt. Auch hier sieht man wieder, dass die obere Kreide des Massif de la Lare unter der Decke alter Gesteine ansteht. Aber noch überzeugender wirken die Aufschlüsse zwischen Auridol und Ste.-Croix. Hier wird die Trias von oberem Jura bedeckt, der sich den Hügel von Ste.-Croix hinaufzieht. Oben stehen aber unter dem Jurakalk rothe, zu Töpfereizwecken ausgebeutete Thone der oberen Kreide und unter diesen die brackischen Schichten mit Cyrenen an. Die Trias ist fast ganz verschwunden, aber zwischen Kreide und Jura wird vereinzelt noch eine ausgedünnte Lage bemerkbar. Hier haben wir ein typisches Beispiel für die Auseinanderzerrung der überschobenen, normal gelagerten Schichtfolge. BERTAND möchte das wechselnde Anschwellen und Aussetzen der basalen Lagen der Ueberdeckung, in diesem Falle der Trias, darauf zurückführen, dass die vor der Ueberschiebung vorhandenen Mulden der Unterlage mit den basalen Schichten der Ueberschiebungsdecke ausgefüllt wurden, während die höheren Schichten (Jura) sich auf der geebneten Fläche ausdehnten, also bald auf Trias, bald auf die Kreideunterlage direkt zu liegen kamen. Ich möchte den Leser nicht länger mit den Schilderungen von Einzelheiten dieser Excursionen ermüden, die uns auf Schritt und Tritt überraschende Aufschlüsse boten. Nur der Massifs de l'Etoile und d'Allauch, welche wir am letzten Tage kursorisch besichtigten, möge noch mit einigen Worten gedacht werden.

Während das Massif d'Allauch als eine Aufwölbung des Untergrundes erscheint, die ringsum von der abgesenkten Bedeckungsscholle in normaler Schichtfolge umgeben wird, fasst BERTRAND das Massif de l'Etoile als Bedeckungsscholle selbst auf, unter welcher die obere Kreide des Beckens von Fuveau fortsetzt. Diese Auffassung wird von FOURNIER, wie überhaupt der ganze Erklärungsversuch BERTRAND's, bestritten. Ein endgiltiger Entscheid darüber wird in kurzer Zeit fallen.

Die Société des Charbonnages des Bouches-du-Rhône hat zum Zwecke der Entwässerung der Kohlenlager von Fuveau einen 14.7 km langen Stollen auszuführen begonnen, der unter dem Massif de l'Etoile hindurch gegen Marseille führt und zwar ziemlich genau an der Stelle, wo oberflächlich die Triasschichten am breitesten sind. Schweben letztere nur auf der Kreide, so wird der Stollen durch

letztere hindurch gehen und keine Trias antreffen. Wurzelt die Trias in der Tiefe, wie FOURNIER meint, so wird sie geschnitten werden müssen. So darf man mit Spannung der Vollendung dieser Arbeit entgensehen, die in wenigen Jahren gethan sein wird.

Es ist natürlich nicht möglich, in der kurzen Zeit von 8 Tagen sich ein abschliessendes Urtheil über all' die Probleme einer so complicirt gebauten Gegend zu bilden. Aber wenn es mir erlaubt ist, den Eindruck wiederzugeben von dem, was ich in dieser Zeit gesehen habe, so möchte ich folgendes sagen: Ich glaube mich davon überzeugt zu haben, dass in den provençalischen Gebirgen ausgedehnte Ueberschiebungen vorliegen, und dass wurzellose Bergmassen sich über grosse Strecken verbreiten. Vom Cap Sicié bei Toulon bis in die Gegend von Nans-St.-Zacharie möchte ich schuppenartig hintereinander gereihte Ueberschiebungen annehmen; die erste beginnt an der Mittelmeerküste, die zweite im S. des Beckens von Le Beausset, die dritte am Südfusse der Ste.-Baume-Kette. Ich habe keine Thatsachen gesehen, welche sich nicht mit der Existenz von Ueberschiebungen im Betrage von 12—15 km vereinen liessen und die Analogieen mit anderen Ueberschiebungsgebieten, wie mit der nordschweizer Klippenregion, sind evident. Andererseits kann ich BERTRAND'S Aussprüche »il ny a que le premier kilomètre qui coûte« nicht ganz beipflichten; vielmehr möchte ich in Anbetracht der Schwierigkeit, welche mir die Vorstellung von noch viel weiter ausgedehnten Ueberschiebungen selbst bei einer poussée au vide macht, in einem gewissen Gegensatz dazu sagen, »ce sont les derniers kilomètres, qui coûtent«.

Dankbar aber werden wir Theilnehmer der Tage unter dem schönen Himmel der Provence gedenken, an denen uns unsere Führer in unermüdlicher, aufopfernder Thätigkeit und mit unversieglichem, erfrischenden Humor in das Verständniss der schwierigen Probleme einführten.

Ich glaube dem Leser einen Dienst zu erweisen, wenn ich die wichtigste neue Literatur über die hochinteressante Gegend hier zusammenstelle. Die angeführten Blätter der geologischen Specialkarte geben zwar einen guten Ueberblick über die geologischen Verhältnisse des Gebiets; das französische Kriegsministerium würde aber der Wissenschaft einen wichtigen Dienst erweisen, wenn es in weitherziger Regung die Publication von Karten mit Höhengurven gestattete, die in derart verwickelt gebauten Gebieten allein den Anforderungen genügen, und deren Herstellung wesentlich zur Klärung der noch umstrittenen Verhältnisse beitragen würde.

BERTRAND, M.

— Coupes de la chaîne de la Sainte-Baume (Provence)

B. S. G. F. (3) 13. 1884. 115—130 pl. 6,7.

— Ilot triasique du Beausset (Var)

B. S. G. F. (3) 15. 1887 667—702 pl. 23,24.

- Nouvelles études sur la Chaîne de la Sainte-Baume. Allure sineuse des plis de la Provence
B. S. G. F. (3) **16**. 1888. 748—778. 12 Fig. pl. 26,27.
- Plis couchés de la Région de Draguignan
B. S. G. F. (3) **17**. 1889. 234—246. 8 Fig.
- Le Massif d'Allauch
B. S. C. G. F. (3) **19**. 1891. Nr. 24. p. 1—53, pl. 1,2.
- COLLOT etc. Réunion extraordinaire de la S. G. F. en Provence
B. S. G. F. (3) **19**. 1891. 1037—1201.
- Réponse au sujet des dômes à déversement périphérique
B. S. G. F. (3) **24**. 1896. 763—765.
- La-Basse-Provence
Ann. d. Geogr. **6**. 1897. 212—229. pl. 6
7. 1898. 14—33. pl. 1.
- La Nappe de recouvrement des environs de Marseille. Lame de charriage et rapprochement avec le Bassin houiller de Silésie
B. S. G. F. (3) **26**. 1898. 632—652. 6 Fig.
- Le Bassin crétacé de Fuveau et le Bassin houiller du Nord
Ann. d. min. (9) **14**. 1898. 85 p. 23 Fig., 3 pl.
- Observations à propos des notes de M. E. Fournier
B. S. G. F. (3) **26**. 1898. 48—54.
- La Nappe de recouvrement des environs de Marseille. Lame de charriage et rapprochement avec le Bassin houiller de Silésie
B. S. G. F. (3) **26**. 1898. 632—652, 6 Fig.
- La grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence
B. S. C. G. F. **10**. 1899. 71 p. 42 Eig. 3 cart.
- Observations sur la note de M. Repelin
B. S. G. F. (3) **28**. 1900. 264—267.
- VASSEUR et ZÜRCHER
Basse-Provence. Livret-Guide publ. p. l. Comité d'organisation du VIII. Congrès geol. intern. 1900 Nr. XX. 56 p. 35 Fig. 1 pl.

BRESSON, A.

- Observations sur la structure du massif de St.-Julien près Marseille
B. S. G. F. (3) **26**. 1898. 340—346.

COLLOT.

- Description géologique des environs d'Aix-en-Provence. Montpellier 1880.
- Terrains crétacés de la Basse-Provence
B. S. G. F. (3) **18**. 1889. 46—102, 4 Fig.
B. S. G. F. (3) **19**. 1898. 39—92, 7 Fig.

FOURNIER, E.

- Esquisse géologique des environs de Marseille. Achard. 1890.
- Etudes stratigraphiques sur la chaîne de la Nerthe près Marseille.
Feuil. Jeun. Natur. **25**. 1894. 36—38, 52—53. 69—70, 84—90.

- Compte rendu des excursions géologiques faites en Provence par les élèves des Facultés de Provence etc. October 1894. Ann. Fac. Sc. Marseille. 1895. 47 p.
- Etudes stratigraphiques sur le Massif d'Allauch. B. S. G. F. (3.) **23**. 1895. 508—545. 43 Fig.
- La tectonique de la Basse-Provence. Feuil. Jeun. Natur. **26**. 1895. 228—229. **27**. 1896. 9—14, 21—29, 47—51, 75—77.
- Sur l'interprétation du Massif du Beausset-Vieux. B. S. G. Fr. (3.) **24**. 1896. 709—711.
- Le Pli de la Sainte-Baume et son raccord avec le pli péri-phérique d'Allauch. B. S. G. F. (3.) **24**. 1896. 663—708. 57 Fig. t. 24.
- Nouvelles observations sur la tectonique de la Basse-Provence. B. S. G. F. (3.) **25**. 1897. 35—38.
- Observations sur quelques points de la Géologie du Caucase et de la Basse-Provence. B. S. G. F. (3.) **26**. 1898. 372—376.
- Observations sur la tectonique de la bordure méridionale du Bassin crétacé de Fuveau. B. S. G. F. (3.) **26**. 1898. 613—631. 15 Fig.
- Les chaînes de la Bordure septentrionale du Bassin de Marseille. B. S. G. F. (3.) **27**. 1899. 336—343. 2 Fig.

GOLFIER, J.

Essai d'explication de la tectonique du Massif d'Allauch du Bassin d'Aix et des chaînes, qui l'entourent.

B. S. G. F. (3.) **25**. 1897. 171—193. 35 Fig.

OPPERMANN.

Mémoire sur le bassin de Fuveau.

Bull. indr. minér. **6**. 1892. 3. livr. 833—876.

REPELIN, J.

- Sur le jurassique de la Chaîne de la Nerthe et de l'Étoile.

B. S. G. F. (3.) **26**. 1898. 517—531.

- Nouvelles observations sur la tectonique de la Chaîne de la Nerthe.

B. S. G. F. (3.) **28**. 1900. 236—263. 29 Fig. 1 Karte.

TOUCAS.

Révision de la Craie à Hippurites.

B. S. G. F. (3.) **24**. 1896. 602—645. 14 Fig.

VILLOT.

Etude sur le Bassin de Fuveau et sur un grand travail à exécuter.

Ann. d. mines. (8.) **4**. 1883. 5—66. pl. 1—4.

ZÜRCHER, Ph.

Note sur les phénomènes de recouvrement des environs de Toulon.

B. S. G. F. (3.) **21**. 1893. 65—77. pl. 1 et 2.

Carte géologique détaillée de France 1 : 80000.

Feuille 235 Aix 1889 p. COLLOT.

„ 247 Marseille 1890 p. BERTRAND et DEPÉRET.

„ 248 Toulon 1887 p. BERTRAND.
