8. Untersuchungen über den geologischen Bau und die Trias in der Provinz Valencia.

Von Herrn Rudolf Ewald.

Hierzu 8 Textfiguren.

Inhalt.

Seite

Einleitung 374
Topographische Übersicht 375
1. Orographie 375
2. Hydrographie 376
Geologischer Teil 378
I. Allgemeine Übersicht 378
II. Stratigraphie 378
1. Palaeozoicum 378
2. Trias 380
a) Allgemeines 380
α) Facies 380
β) Gliederung 381
γ) Namengebung 382
δ) Verbreitung 383
b) Buntsandstein 383
α) Gesteinsbeschaffenheit 384
β) Gliederung 384
γ) Paläontologisches 389
δ) Facies 389
c) Muschelkalk 390
α) Gesteinsbeschaffenheit 390
β) Gliederung 390
γ) Paläontologisches 391
δ) Facies 393
d) Gipsstufe 393
α) Gesteinsbeschaffenheit 394
β) Gliederung 395
γ) Genesis 398
δ) Mineralführung 399
e) Carnjolas 400
α) Gesteinsbeschaffenheit 401
β) Gliederung 401
Anhang: Ophite 403
3. Jüngere Schichtglieder 404
III. Geologischer Bau 405
Morphologischer Teil 412

Literaturverzeichnis.

1. Cortazar, D. de: Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Cuenca. Memorias de la comision del mapa geológico de España. 1875.
2. — Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel. Boletin de la comision del mapa geológico de España. Tomo XII. 1885.
3. — y Pato Manuel: Descripción física geológica y agrológica de la provincia de Valencia. Memorias de la comision del mapa geológico de España. 1882.
4. Klipstein, A. von: Beiträge zur Kenntnis der östlichen Alpen. Mitteilungen aus dem Gebiete der Geologie und Paläontologie I. 1875.
5. Lang, R.: Über die Lagerung und Entstehung des mittleren Keupers im südlichen Württemberg. Centralbl. f. Min. 1909. S. 41.
6. — Der mittlere Keuper im südlichen Württemberg. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde. Jahrg. **65** u. **66**. 1909 u. 1910.
7. Laube, G. C.: Die Fauna der Schichten von St. Cassian. Denkschr. der k. k. Akad. der Wiss. Naturw.-math. Kl. Bd. XXIV, zweite Abteilung.
8. Lethaea geognostica, herausgegeben von F. Frech. II. Teil: Das Mesozoicum. 1. Band: Die Trias.
9. Mallada, L.: Reconocimiento geológico y geográfico de la provincia de Tarragona. Boletin de la comision del mapa geológico de España. Tomo XVI. 1890.
10. — Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España: Terreno mesozoico. Sistema triasico. Boletin de la comision del mapa geológico de España. Tomo VII. 1880.
11. Philippi, E: Über die Bildungsweise der buntgefärbten klastischen Gesteine der kontinentalen Trias. Centralbl. f. Min. 1901. S. 463.
12. Rühl, A.: Geomorphologische Studien aus Catalonien. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin. Jahrg. 1909. Nr. 4 u. 5.
13. Salomon, W.: Die Adamellogruppe. I. Teil. Abhandl. d. k. k. Geol. Reichsanst. Bd. XXI. Heft 1.
14. Spitz, W.: Über jungdiluviale Erdbebenspalten im Neckarschuttkegel bei Heidelberg. Verhandl. d. naturhist.-medizin. Ver. zu Heidelberg. N. F. Bd. IX. H. 2 u. 3.
15. Strasser, R.: Über Scheinkrystalle aus dem Buntsandstein bei Heidelberg. Verhandl. der naturhist.-medizin. Ver. zu Heidelberg. N. F. Bd. VIII. H. 3.
16. Tornquist, A.: Das Vorkommen von nodosen Ceratiten auf Sardinien und über die Beziehungen der mediterranen zu den deutschen Nodosen. Centralbl. f. Min. 1901. S. 385.
17. — Über die außeralpine Trias auf den Balearen und in Catalonien. Sitzber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Juli 1909. XXXVI. S. 902.
18. — Alpen und Apennin auf Sardinien und Corsica. Geol. Rundschau Bd. I. H. 1.

Einleitung.

Im Jahre 1908 unternahm ich eine etwa viermonatlich Reise nach Spanien. Ich wollte dort vor allem die Trias studieren und richtete mein Hauptaugenmerk auf die Entwicklung dieser Formation in der Provinz Valencia.

Vorher hatte ich mir die Entwicklung der Trias in Catalonien angesehen, und zwar gemeinsam mit meinem Freunde Adolf Wurm. Die Schichten der Trias sind nämlich hier am besten durchgearbeitet und kartiert und bieten so den Schlüssel für die Ausbildung im übrigen Spanien. Auch mit Herrn Dr. A. Rühl aus Marburg, der schon im Jahre 1907 in Spanien morphologisch gearbeitet hatte, machten wir einige gemeinsame Ausflüge.

Ich habe dann in der Provinz Valencia $2^1/_2$ Monate Exkursionen und Aufnahmen gemacht. Leider fand ich indessen dort nur sehr wenig paläontologisches Material, während ich auf Grund des Studiums der Literatur das Gegenteil erwartet hatte. Die spanischen Geologen geben nämlich von mehreren Punkten der Provinz Fossilien aus Muschelkalkschichten an. Aber, wie mir Herr Professor Bosca, der Vertreter der Naturwissenschaften an der Universität in Valencia, mitteilte, beruhen einige dieser Angaben auf sehr optimistischen Deutungen von wahrscheinlich konkretionären Gebilden, andere auf ganz gelegentlichen Funden. Nur an zwei Punkten scheinen früher wirklich Versteinerungen in reicherem Maße gefunden worden zu sein. Der eine war ein großer Gipssteinbruch in der Nähe von Alfarp, an dessen Basis die fossilführende Bank lag; der Bruch ist jetzt zugeschüttet, und in der Umgebung ist die Trias meist von jüngeren Flußablagerungen bedeckt. Der andere Punkt, in der Nähe von Cofrentes, war der mangelhaften Ortsangabe und der schlechten topographischen Karten halber nicht aufzufinden. Besonders da hier in Spanien ein Mittel, das sonst zuweilen hilft, gänzlich versagt, nämlich das, die Bevölkerung zu fragen. Aber hier in Spanien achtet niemand auf das Gestein, und der Begriff Versteinerung ist gänzlich unbekannt. Mehrfach habe ich es versucht, durch genaue Beschreibung und durch Vorzeigen eigens mitgebrachter deutscher Muschelkalkfossilien die Leute zum Suchen anzuleiten, aber stets ohne Erfolg. Nur einmal brachte mir ein Mann einige Versteinerungen, leider waren sie nicht aus triadischen Schichten.

Daher muß ich mich darauf beschränken, in dieser Arbeit nur eine stratigraphische und geologische Beschreibung der

dortigen Triasgebirge zu geben, und kann nur von einem einzigen Punkte einige unbedeutende organische Reste beschreiben. Doch hatte ich vorher zusammen mit A. Wurm und im folgenden Jahre bei Mora de Ebro ein recht beträchtliches Versteinerungsmaterial gesammelt, dessen Bearbeitung ich mir im Einverständnisse mit Herrn Professor Tornquist, der gleichfalls in Catalonien gesammelt hat, vorbehalten möchte.

Als wichtigstes Werk habe ich sowohl für meine Exkursionen als auch bei der Ausarbeitung die „descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valencia“ von Daniel de Cortazar und Manuel Pato (Memorias de la comision del mapa geológico de España, Jahrgang 1882) benützt. Auf die übrige Literatur werde ich an anderer Stelle verweisen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle allen denen meinen ergebensten Dank auszusprechen, die mich zur Förderung dieser Arbeit mit Rat und Tat unterstützt haben. Vor allem schulde ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. W. Salomon für seine so wertvollen Anregungen sowie für seine zahlreichen Ratschläge, womit er meine Arbeiten gefördert hat, meinen aufrichtigsten Dank.

Dem deutschen Generalkonsulat in Barcelona und dem deutschen Konsul in Valencia, Herrn Buch, danke ich für ihre Empfehlungen und zahlreichen Bemühungen. Außerdem schulde ich den Herren Professor E. Bosca und Chemiker G. Becker in Valencia für ihre freundlichen Ratschläge und zum Teil wertvollen Angaben herzlichen Dank. Auch Herrn Dr. A. Rühl in Marburg verdanke ich manchen wertvollen Rat.

Topographische Übersicht.

Vgl. Karte auf S. 377 (a. d. K. = außerhalb der Karte).

Die Provinz Valencia liegt etwa in der Mitte der spanischen Ostküste. Von den drei Provinzen des ehemaligen Königreiches Valencia ist sie die mittlere. Von den beiden andern schließt sich im Norden Castellón de la Plana, im Süden Alicante an. Auf der Landseite wird sie von drei Provinzen umschlossen, nämlich im Norden von der Provinz Teruel, einem Teil des aragonesischen Hochlandes, im Westen von zwei Provinzen des „la Mancha“ genannten Hochplateaus. Die nördlichere dieser beiden ist Cuenca, das zur Landschaft Neucastilien, die andre Albacete, das zur Landschaft Murcia gehört.

1. Orographie. Der größte Teil des Landes ist gebirgig. Am Meere legt sich eine ziemlich breite Küstenebene an, die

entsprechend den beiden Hauptflüssen ziemlich weit in das Gebirgsland eingreift. Sie besteht aus den Alluvionen der Flüsse, und nur einzelne Berge ragen noch inselartig aus ihr hervor. Sie ist durch ihre hervorragende Fruchtbarkeit ausgezeichnet, die noch durch ein mustergültiges Bewässerungssystem erhöht wird. Sie bildet die bekannte „Huerta de Valencia".

Der gebirgige Teil des Landes besteht aus einer Anzahl von Gebirgszügen, zwischen denen zum Teil Hochflächen sich einschalten. Das ganze Gebirge wird von einer Reihe von Tälern, die unter sich parallel in ziemlich gerader Richtung der Küste zustreben, in eine Anzahl von Gebirgsstreifen von Westnordwest—Ostsüdost-Verlauf zerlegt. Diese Gebirgszüge sind von Norden nach Süden:

I. Die östlichen Ausläufer der Sierra de Javalambre (A. d. K.), auf deren äußerstem Ende die Feste von Sagunt (K. C. 1) steht.

II. Sierra de Atalaya und Sierra de Cabrillas (K. A 1—B 2).

III. Sierra de Martes, Sierra del Ave, Sierra de Colaita (K. A 2—B 2).

IV. Südlich davon breitet sich ein Gebirgsland aus, das viel reicher gegliedert ist und sich schwerer in einzelne Ketten zerlegen läßt.

Im morphologischen Kapitel soll von diesen Gebirgen noch eingehender die Rede sein.

2. Hydrographie. Die Haupttäler, die zwischen den Gebirgen verlaufen, kommen im wesentlichen vom spanischen Zentralplateau und strömen annähernd senkrecht auf die Küste zu. Es sind das:

1. ganz im Norden der Rio Palancia, der nur mit seinem untersten Laufe der Provinz angehört (K. B C 1). Er erreicht bei Sagunt das Meer.
2. der Rio Turia (Guadalaviar). Er mündet bei der Hauptstadt Valencia, und seinem Systeme gehört der Rio de Chelva als wichtigster Nebenfluß an (K. A 1—C 2).
3. der Rio Magro, der beim Eintritt in die Küstenebene dem folgenden Flusse zuströmt, nämlich:
4. dem Rio Jucar, der nur mit seinem Mittellaufe dem angegebenen Systeme angehört. Oberhalb Cofrentes (K. A 2) entspricht der Rio Cabriel der gleichen Talung, während der Oberlauf des Jucar ein fünftes derartiges Paralleltal bildet.

Das Gebirge südlich des Jucar, das im wesentlichen aus Westsüdwest—Ostnordost gerichteten Ketten besteht, wird

durch Täler in dieser Richtung entwässert, die fast alle Seitentäler des Jucar sind.

Die sämtlichen Flüsse sind in steilwandigen Schluchten in die Gebirge und auch in die Hochflächen eingeschnitten. Daher

Fig. 1.

Übersichtskarte der Provinz Valencia.

können die Hauptstraßen des Landes die Täler meist nur auf ganz kurze Strecken benutzen und müssen fast stets über das Gebirge führen.

Die Hauptorte, die in dieser Arbeit erwähnt werden, sind im Nordosten der Provinz, in den Gebirgen von Sagunt: außer dieser Stadt selbst Serra und Náquera (K. B 1). Im Nordwesten: Chelva, Calles (K. A 1) und Domeño (K. B 1); südlich von Valencia: Alfarp (K. B 2) bei Carlet am Rio Magro. Im Südwesten endlich: Cofrentes, Jalance und Jarafuel (K. A 2,), außerdem noch Ayora (K. 3).

Geologischer Teil.

I. Allgemeine Übersicht.

Die Gebirge der Provinz Valencia sind fast ausschließlich aus mesozoischen Sedimenten aufgebaut. Nur an einer einzigen eng umgrenzten Stelle treten paläozoische Schichten zutage, und zwar als Sattelkern einer großen stehenden Falte. Darüber liegen mit scharfer Diskordanz zunächst die Schichten der Trias und über ihnen, wenigstens im Norden der Provinz, die des Jura. Im Süden fehlt der Jura vollständig, während Kreideschichten wieder in der ganzen Provinz entwickelt sind.

Während der ganzen mesozoischen Zeit scheinen fortwährend erhebliche tektonische Bewegungen stattgefunden zu haben, die nicht unbedeutende Faltungen und verschiedene Diskordanzen in der Schichtfolge verursacht haben.

Die Schichten des Tertiärs dagegen sind im wesentlichen nahezu horizontal gelagert und überdecken die Gebirge nirgends. Sie sind überall nur in die Mulden oder in weite vortertiäre Talungen eingelagert. Während der Tertiärzeit haben dann nur noch vertikale Schollenbewegungen und allgemeine Hebungen des Landes stattgefunden, die vielleicht noch bis in die diluviale Zeit fortgedauert haben.

In den höheren Teilen des Landes haben sich wohl infolge der vermehrten Niederschläge zur Eiszeit größere Wasseransammlungen gebildet, die erst in jüngster Zeit angezapft und nach dem Meere zu entleert worden sind. Spuren ehemaliger Vergletscherung konnte ich nirgends beobachten.

II. Stratigraphie.

1. Palaeozoicum.

An der einzigen Stelle, wo die Gesteine der Trias bis an ihre Basis aufgeschlossen sind, werden sie von einer Serie paläozoischer Gesteine diskordant unterlagert. Das Palaeozoicum tritt hier als Sattelkern zutage und ist durch ein Bachbett aufgeschlossen; es bedeckt kaum einen Quadratkilometer Landes. Diese Stelle liegt im Barranco de Alcotas wenige Kilometer östlich von Chelva im Nordwesten der Provinz. (K. A B 2.)

Gesteinsbeschaffenheit. Das Gestein ist der Hauptsache nach ein grauer, dünnschiefriger, etwas glimmerführender Tonschiefer. Außer Muscovit führt er etwas Pyrit, der in unfrischen Partien zu Eisenocker zersetzt ist. Zwischen den Tonschiefern

finden sich schwarze Kieselschiefer, die vollständig als Probierstein entwickelt sind. Dieser Schieferkomplex wird nach allen Richtungen von Quarzadern durchschwärmt, die sich zuweilen erweitern und mitunter Quarzdrusen enthalten. An einzelnen Stellen verwittert das Gestein zu einem hellgrauen Bauxitähnlichen Material, das auch früher abgebaut worden sein soll, wie dies jetzt noch an einigen Stellen der Nachbarprovinz Cuenca der Fall ist.

Lagerung. Diese Schichten sind im höchsten Grade gefältelt und zerrüttet und wahrscheinlich mehr als einmal durch die tektonischen Bewegungen transversal geschiefert, so daß ihre ursprüngliche Lagerung kaum mehr festzustellen ist. CORTAZAR[1]) gibt ihr Streichen als gleichlaufend mit dem der Trias an. Da aber die Trias selbst sehr stark gefaltet ist, so glaube ich annehmen zu müssen, daß die mit der Trias gefalteten Schiefer aufs neue geschiefert wurden, und daß diese Schieferung, die sich deutlich beobachten läßt, von CORTAZAR gemessen wurde.

Es finden sich nämlich in diesem Schichtkomplex gewisse anders gefärbte Zonen, die in ihrem Streichen dem einer noch ziemlich unverdrückten Kieselschieferlinse entsprechen. Da ein großer Teil der Quarzadern ebenfalls diesem Streichen zu folgen scheint, so läßt sich die Annahme nicht von der Hand weisen, daß die Klüfte, die nachher von Quarz erfüllt wurden, durch die erste (carbonische) Faltung bedingt worden sind, was auch daraus hervorgeht, daß sie alle an der Trias abschneiden. Aus den angegebenen Gründen glaube ich ein ursprüngliches Streichen von N 94° W annehmen zu können, was mit dem Streichen der Trias hier einen spitzen Winkel bildet. Im tektonischen Teile soll hierauf noch näher eingegangen werden.

Alter. Das genaue Alter dieser Schichten läßt sich nicht so ohne weiteres angeben. Ganz sicher sind sie paläozoisch. Das beweist schon der Umstand, daß sie diskordant von den untersten Schichten des Mesozoicums, nämlich dem untersten Buntsandstein überlagert werden. Zweitens sind sie vor Absatz der Trias energisch gefaltet worden; da nun über ganz Spanien die carbonische Faltung sich nachweisen läßt und eine permische Faltung dort unbekannt ist, so müssen sie altcarbonisch oder älter sein. Ihr petrographischer Charakter stimmt nach CORTAZAR mit dem des Silur aus andern Provinzen überein. Die Fossilien, die bisher gelegentlich gefunden wurden, sind wenig beweisend. Nach CORTAZAR[2]) sind es „schlecht erhaltene Stücke, die nicht

---

[1]) Valencia, S. 136.
[2]) Valencia, S. 135.

spezifisch zu bestimmen waren. Sie gehören zu den Genera *Orthis* und *Leptaena*; außerdem fanden sich einzelne Gasteropoden und Zoophyten". Auch ein Trilobitenrest, den ich dort fand, ist zu schlecht erhalten, als daß er eine genauere Bestimmung zuließe.

Herr Dr. F. Drevermann, der mir auf meine Anfrage bereitwilligst Auskunft erteilte, kommt zu folgendem Resultat: Wahrscheinlich seien diese Schichten silurischen Alters, obwohl sie in ihrem Habitus von den silurischen Schichten Südspaniens erheblich abweichen. Der Trilobitenrest, ein Fragment der rechten Rumpfseite, lasse auf ein altpaläozoisches Alter schließen, etwa Cambrium oder Silur. Wenn die Bestimmung von *Leptaena* (Cortazar, S. 135) richtig sei, so sei ein höheres Alter als silurisches kaum anzunehmen.

Cortazar nimmt auf Grund des petrographischen Charakters ebenfalls ein silurisches Alter an. Ehe also ein günstigerer Fund gemacht wird, läßt sich über das genaue Alter nichts Bestimmtes aussagen. Für den geotektonischen Aufbau der Provinz ist das spezielle Alter ja auch weniger bedeutsam. Wichtig ist nur, daß die Schichten älter als die carbonische Faltung sind.

2. Trias.

a) Allgemeines.

In paläozoischer Zeit hatten starke Krustenbewegungen von offenbar sehr großem Ausmaße stattgefunden. Das Gebirge wurde dann abgetragen und stark eingeebnet, und zwar schon vor Beginn der mesozoischen Ära. Wir finden am Anfang der Triasperiode eine Zeit verhältnismäßiger Ruhe, in der sich die Schichten dieser Formation absetzen konnten.

α) Facies. In der Provinz Valencia ist die Trias in der Facies entwickelt, die Frech und Philippi [1]) als nördliche kontinentale bezeichnet haben. Sie ist ausgezeichnet durch mächtige Ablagerungen von Konglomeraten und Sandsteinen sowie durch einen bedeutenden Komplex bunter Mergel mit Gips. Während des Verlaufes der Triaszeit fand eine Überflutung durch das Meer statt, und zwar wohl durch dasjenige Meer, das den deutschen Muschelkalk abgesetzt hat. Wir finden nämlich über dem Buntsandstein kalkige Ablagerungen mit einer marinen Fauna, die mit der des deutschen Muschelkalkes große Ähnlichkeit hat. Zu Ende der Triasperiode wohl kurz, vor Beginn der rhätischen Zeit, fand eine zweite allgemeine

[1]) Lethaea geognostica, Teil II, 1, S. 7.

Transgression statt. Da Fossilien vollständig fehlen, lassen sich diese Absätze nicht direkt deuten. Sie wurden von spanischer Seite schon für Süßwasser- oder brackische Bildungen erklärt, auf Grund von Fossilien, die in andern Teilen der Halbinsel gefunden wurden; dann müßte es sich um ein abgeschlossenes Becken handeln. Tornquist [1]) sieht in diesen Bildungen ein Äquivalent des alpinen Hauptdolomits; danach würde es sich um eine marine Überflutung in großem Maßstabe handeln.

Während des Verlaufes der Triasperiode fanden außer allgemeinen Hebungen und Senkungen anscheinend keine bedeutenden tektonischen Bewegungen statt. Gegen Ende der Triasformation dürften aber lebhaftere Bewegungen eingesetzt haben, die dann während der ganzen Juraformation andauerten, und die anscheinend in einer recht bedeutenden Faltung zum Ausdruck kommen.

Ob vulkanische Tätigkeit während der Triasperiode anzunehmen ist, steht dahin. Die spanischen Geologen setzen die Eruption der Ophite in die Zeit vor Absatz der obertriadischen Carbonatgesteine. Tatsache ist, daß die Ophite die Gipsmergel durchsetzen und metamorphosiert haben, während wenigstens in der Provinz Valencia nirgends jüngere Schichten mit ihnen in Kontakt stehen. Ob dies in andern Teilen der Halbinsel der Fall ist, kann ich aus der Literatur nicht ersehen, es scheint jedoch auch nicht anders zu sein. Danach könnten diese Gesteine wohl triadisches Alter haben.

β) Gliederung. Obwohl die Trias der Provinz Valencia im allgemeinen der germanischen in ihrer Entwicklung ähnlich ist, so läßt sich doch eine direkte Parallelisierung nicht vornehmen. An Stelle der deutschen Dreiteilung muß eine Vierteilung treten, wie dies die spanischen Geologen schon lange durchgeführt haben. Diese vier Gruppen, die ziemlich die gleiche stratigraphische Selbständigkeit aufweisen, lassen sich sehr gut in zwei parallele Hauptgruppen zusammenfassen, die je in eine detritogene und eine organogene Schichtserie zerfallen.

I. Untertrias. Sie besteht:

1. aus einem basalen Konglomerat und einer Folge von weißen und roten Sandsteinen mit untergeordneten tonigen Lagen. Diese scheint unserm deutschen Buntsandstein direkt zu entsprechen und weist eine große Übereinstimmung damit auf;

---

[1]) Außeralpine Trias auf den Balearen und in Catalonien, S. 912 u. 917.

2. aus einer Serie grauer mariner Kalke, die zum Teil Fossilien führen und dem deutschen Muschelkalk oder doch wenigstens einem Teile dieser Formation entsprechen dürften.

II. Obertrias. Diese besteht:

1. aus einem sehr mächtigen Komplex von bunten Mergeln, in denen sich Gips und andre aus wäßriger Lösung auskrystallisierte Mineralien finden;

2. aus einer Serie von Rauchwacken, Kalken und Dolomiten, in denen mehr gelbliche und rötliche Töne vorherrschen.

γ) Namengebung. Cortazar belegt die beiden Hauptgruppen mit den Namen „tramo conchifero“ und „tramo salifero“. Der erste Name bezieht sich auf die Fossilführung einiger Schichten im Muschelkalk und ist wenigstens für die Provinz Valencia recht ungünstig gewählt. Denn der Buntsandstein übertrifft den Muschelkalk stets an Mächtigkeit, und dieser letztere selbst ist meist fossilfrei. Nur in den obersten Schichten finden sich zuweilen Versteinerungen. Der zweite Name ist gar nicht unangebracht und bezieht sich nicht nur auf den Gehalt an Steinsalz, der die bunten Mergel an vielen Stellen der Halbinsel auszeichnet, sondern überhaupt auf die Führung von mineralischen Salzen.

Ich ziehe in dieser Arbeit die neutralen Namen untere und obere Trias vor. Die beiden Stufen der unteren Trias lassen sich mit dem deutschen Buntsandstein und Muschelkalk so gut vergleichen, daß ich ihnen diese Namen, Buntsandstein und Muschelkalk, vorläufig lassen will. Die beiden Stufen der oberen Trias, die in Deutschland keine direkten Äquivalente haben, fasse ist nicht wie Cortazar als Keuper zusammen, sondern nenne sie Gipsstufe und Carnjolasstufe. Der Name Gipsstufe findet seine Berechtigung in dem großen Reichtum an Gips, der diese Gruppe auszeichnet und überall zu steinbruchmäßigem Abbau führt. Auch der Name „Gruppe der bunten Mergel“ wäre berechtigt. Cortazar gebraucht vielfach diesen Ausdruck („margas abigarradas“ oder „margas irisadas“). Die oberste Stufe nenne ich vorderhand Carnjolasstufe. Ich ziehe diese phonetische Schreibweise des spanischen „carñolas“ aus praktischen Gründen, speziell mit Rücksicht auf den Druck vor. Cortazar schreibt italienisch „cargnolas“, doch wird meines Wissens dieses Wort in der italienischen Literatur in diesem Sinne nicht gebraucht. Die spanischen Geologen verstehen unter „carñolas“ rötliche löcherige Kalke und Dolomite, die überall in dieser oberen Carbonatformation auftreten und zur Unterscheidung gegen den Muschelkalk unter Umständen recht wichtig sein können. (Cargneules der Franzosen.)

δ) Verbreitung. In der Provinz Valencia stehen die Gesteine der Trias hauptsächlich in drei großen Gebieten an, die für ihr Studium von besonderer Wichtigkeit sind. Das ist erstens das Gebiet der Amtsstadt Chelva (K. A 1) im Nordwesten der Provinz, im Flußgebiet des Turia. Nur hier ist das Profil bis ganz unten aufgeschlossen, und nur hier tritt das Liegende der Trias zutage. Zweitens kommt das Gebiet westlich von Sagunt (K. B C 1) bei Serra, Náquera usw. in Betracht im Nordosten der Provinz. Hier ist besonders der Buntsandstein gut entwickelt. Das dritte Gebiet, in dem die Trias eine größere oberflächliche Verbreitung hat, sind die Umgebung des Reconque und die Gebirge bei der Vereinigung von Jucar und Cabriel, also das Gebiet von Ayora (K. A 3) und Cofrentes (K. A 2) im Südwesten der Provinz. Es bietet besonders gute Aufschlüsse in der oberen Trias. Außer in diesen großen Gebieten steht die Trias noch an einer ganzen Anzahl enger begrenzter Gebiete an, die aber für die Erkenntnis der Trias nichts wesentlich Neues bieten. Nur der kleine Triasflecken von Alfarp am Rio Magro oberhalb Carlet (K. B 2) südlich von Valencia ist aus verschiedenen Gründen interessant.

Im allgemeinen bilden die Triasberge die höchsten Erhebungen des Landes, und die Berge der Kalk- und Dolomitstufen zeichnen sich durch schroffe Formen und nackte zerklüftete Felsen aus. Die Berge im Buntsandsteingebiet zeigen ebenfalls meist recht steile Formen, sind aber mehr gerundet und gewöhnlich mit spärlichem Kieferwald bestanden. Wo die bunten Mergel der Gipsstufe anstehen und eine größere horizontale Ausdehnung haben, da zeichnen sie sich meist durch relativ niederes reichgegliedertes Hügelland aus, sind aber gewöhnlich nur sehr spärlich mit Vegetation bedeckt.

b) Buntsandstein.

Die Schichten des Buntsandsteins sind hauptsächlich an zwei Stellen der Provinz gut aufgeschlossen. Im Norden, in den Gebirgen von Serra, Náquera usw. (K. A 1), bedecken sie ein großes Bodenareal und nehmen wesentlichen Anteil am Aufbau dieser Gebirge. Der Buntsandstein wird hier in großen Steinbrüchen abgebaut und ist als Baustein sehr geschätzt. Eine weit geringere horizontale Ausdehnung hat er im Gerichtsbezirke Chelva, im Nordwesten der Provinz (K. B 1). Aber die Aufschlüsse sind noch besser; außerdem ist hier der einzige Punkt, wo das ganze Schichtprofil bis unten zutage tritt, und wo die Auflagerung auf dem älteren Gebirge zu beobachten ist.

α) Gesteinsbeschaffenheit. Weitaus das vorherrschende Gestein sind mehr oder minder stark gebankte Quarzsandsteine von ziemlich gleichmäßigem feinem Korn. Die vorherrschenden Farben sind weiß und rot, ganz wie beim deutschen Buntsandstein; untergeordnet kommen auch gelbliche Partien vor.

Die untersten Lagen sind als Konglomerat entwickelt. Nur in dieser untersten Zone finden sich Gerölle, während sie dem ganzen übrigen Buntsandstein in der Provinz fehlen. Weiter im Norden dagegen, in Catalonien kommen an einzelnen Punkten Gerölle durch das ganze Profil vor.

Weiter fehlen in Valencia Kugelbildungen und Pseudomorphosensandsteine. Krystallsandsteine, wie sie im deutschen Buntsandstein auftreten, ließen sich nicht beobachten. Die Sandsteine sind besonders in den mittleren Lagen häufig sehr stark glimmerführend; überhaupt ist der Gehalt an Glimmer viel weitgehender als in Deutschland. Dieselben Lagen führen auch mitunter stark verkohlte Pflanzenreste. Neben Sandsteinen finden sich als charakteristisches Gestein Schiefertone von intensiv rotbrauner Farbe, teils den Sandsteinen als Tongallen eingelagert, teils schichtenförmig auftretend; besonders bilden sie im untern Buntsandstein einen ziemlich mächtigen Komplex.

Die Bankung ist teils vollkommen plattig und ziemlich dünn, teils sehr grob. Diagonalschichtung ist im Sandstein eine fast ständige Erscheinung.

β) Gliederung. Die Gesamtmächtigkeit beträgt bei Chelva etwas über 300 m. In der Sagunter Gegend dürfte sie ebenso groß oder doch nur wenig größer sein. Da hier jedoch die untersten Schichten nicht zutage treten, so läßt sich die genaue Mächtigkeit nicht angeben.

Eine Dreiteilung durch zwischengeschaltete Konglomeratbänke, wie im deutschen Buntsandstein, läßt sich, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, nicht durchführen. Trotzdem kann man an dem für das Profilstudium günstigsten Punkte, im Barranco de Alcotas bei Chelva (K. A B 1), recht gut eine Gliederung in drei Teile vornehmen. Wie weit aber diese drei Glieder denen des deutschen Buntsandsteins entsprechen, läßt sich nicht entscheiden.

Der untere Buntsandstein besteht aus einem 10 m mächtigen sehr festen Basalkonglomerat und aus einer Serie wenig fester, teils toniger, teils glimmeriger Sandsteine und Bröckelschiefer. Dazwischen treten einzelne festere Sandsteinbänke auf. Außer dem Konglomerat und den unmittelbar folgenden Schichten ist der ganze Komplex lebhaft braunrot gefärbt und zeigt (inkl. Konglomerat) eine Mächtigkeit von 66 $^1/_2$ m (im Barranco de Alcotas).

Das ganze Profil ist im Bachbett vorzüglich aufgeschlossen. Die Schichten stehen hier vollständig seiger, so daß die genaue Aufnahme sehr erleichtert ist.

Die Ausbildung des unteren Buntsandsteins entspricht, abgesehen von dem Basalkonglomerat, recht gut der des deutschen. Wir finden hier wie dort die gleichen Bröckelschiefer sowie die gleichen mürben lebhaft gefärbten Sandsteine. Ein Basalkonglomerat ist hier entwickelt, da offenbar die erodierenden Kräfte, die zur Einebnung des carbonischen Gebirges tätig waren, bis zum Beginn der Triaszeit fortgedauert haben und erst in der Trias die Akkumulation beginnt. Diese Konglomerate sind faciell also den Konglomeraten des Rotliegenden in Deutschland zu vergleichen. Sie sind aber vom Valencianer Buntsandstein nicht zu trennen, selbst wenn sie, was immerhin möglich wäre, noch in permische Zeit fallen sollten.

Der mittlere Buntsandstein besitzt eine Mächtigkeit von 137 m. Charakteristisch für seine Ausbildung ist das fast absolute Vorherrschen von weißen und grauen Sandsteinen mit viel Glimmer. Das gilt wenigstens für die Gegend von Chelva. Aber auch bei Serra zeigt der mittlere Buntsandstein durchweg hellere Farben als der obere. Härte und Bankung sind sehr wechselnd. Viele Lagen führen reichlich Muscovit. In einzelnen Schichten häufen sich die Glimmerschüppchen so sehr, daß das Gestein schiefrig wird; die Muscovitindividuen erreichen bis über 2 mm Durchmesser. Die glimmerärmeren Bänke sind meist diagonal geschichtet. Etwa in der Mitte des mittleren Buntsandsteins findet sich eine 2 m mächtige Folge von roten schiefrigen Sandsteinen. Sie liegen etwa 80 m über der Grenze gegen den unteren Buntsandstein und ähneln diesem sehr in

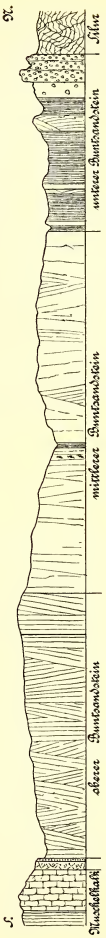

Fig. 2.
Buntsandsteinprofil im Barranco de Alcotas.

ihrer Ausbildung. Unmittelbar darüber sind die Sandsteine reich an stark verrollten kohligen Pflanzenresten, deren schlechte Erhaltung aber keine genaue Bestimmung zuläßt. Zum Teil scheinen sie nach den Bestimmungen von Herrn Privatdozent Dr. Gothan in Berlin dem Genus *Equisetites* anzugehören.

Diese mittlere Gruppe weicht recht erheblich von unserm deutschen mittleren Buntsandstein ab, vor allem durch die reichliche Glimmerführung.

Über diesen weißen Sandsteinen folgt der obere Buntsandstein mit etwa 100 m Mächtigkeit. Hier herrscht wieder die rote Farbe vor. Die Bänke sind ziemlich mächtig und sehr fest und bilden den eigentlichen Baustein. Petrographisch gleichen diese Schichten, abgesehen von dem Fehlen der Scheinkrystalle (Pseudomorphosen)[1], fast völlig dem typischen deutschen „Pseudomorphosensandstein". Aber auch sie enthalten fast stets etwas Glimmer. Sie sind deutlich diagonal geschichtet und verwittern in einzelnen Partien etwas löcherig, doch zeigen sie niemals wirkliche Scheinkrystalle. Die untersten 15 m dieses Komplexes zeichnen sich durch besondere Festigkeit aus.

Über dem Buntsandstein und unter den Muschelkalkschichten liegen als Grenzhorizont stark sandige Rauchwacken in einer Mächtigkeit von 3—5 m; durch ihren Carbonatgehalt leiten sie schon zum Muschelkalk über, wegen ihres Gehaltes an Quarzsand nehme ich sie noch zu den Buntsandsteinschichten. Man kann darüber streiten, zu welcher der beiden Abteilungen sie besser zu stellen sind, und es wäre denkbar, daß sie, ähnlich wie in Deutschland die dolomitischen Bänke, noch zum Röth gehören.

Das genaue Profil im Barranco de Alcotas zeigt von unten nach oben folgendes Bild. (Vgl. Fig. 2.)

Palaeozoicum.

Silurische, stark gefaltete Schiefer und Kieselschiefer. Darüber diskordant:

Basalkonglomerat.

1) 10 m Starke Konglomeratbänke von etwa 1 m Mächtigkeit von gelblicher Farbe. Die Gerölle sind etwa 2—3 cm große gut gerundete Quarzgerölle, daneben solche von Kieselschiefer und flache Schieferstückchen. Das Bindemittel ist Kieselsäure. Zwischen den Konglomeraten finden sich Linsen eines sehr festen weißen Sandsteines. Der Härte wegen ragen diese Konglomerate mauerartig über die umgebenden Gesteine hervor.
(Vgl. Fig. 3 und 4).

[1]) Strasser, Verh. d. naturhist.-med. Ver. Heidelberg N. F. VIII, 3.

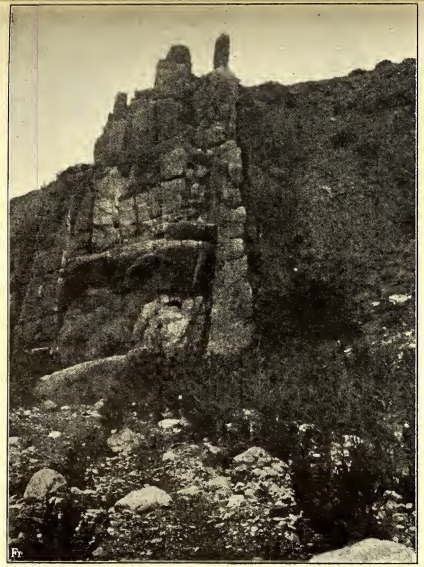

Fig. 3.
Basalkonglomerat im Barranco de Alcotas.

Fig. 4.
Basalkonglomerat im Barranco de Alcotas.

Unterer Buntsandstein.

2) 6 m gut gebankte graue und weiße Sandsteine mit wenig Geröllen, etwas diagonal geschichtet.
3) 1 m dunkelbraunrote bröcklige Sandsteine mit etwas Glimmer.
4) 5,5 m rotbraune Bröckelschiefer mit etwas Glimmer, nach oben in fast reinen Ton übergehend. Die Schichtung fehlt fast völlig.
5) 6 m dicke Bänke von rötlichgrauem sehr festen kieseligen Sandstein mit Kreuzschichtung und einzelnen Tongallen.
6) 20 m dünnbankige fast schiefrige rote sehr glimmerreiche Sandsteine mit Tonhäuten und einzelnen Glimmerlagen.
7) 2 m feste, in der Schichtung grau, gelb und rot gebänderte Sandsteine.
8) 2 m rötliche, gleichmäßig feinkörnige, sehr stark diskordant geschichtete Sandsteine.
9) 10 m wie 6).
10) 2 m feste rötliche feinkörnige Bänke.
11) 2 m wie 6).

Mittlerer Buntsandstein.

12) 80 m graue und weiße Sandsteine, sehr wechselnd in Bankung und Härte, zum Teil etwas glimmerig und in einzelnen Partien diagonal geschichtet, doch ohne durchgehende Horizonte.
13) 2 m dünnbankige, etwas schiefrige und zum Teil glimmrige rote Sandsteine.
14) 55 m wie 12).
aber unten einige stark glimmerführende Lagen mit verkohlten Pflanzenresten.

Oberer Buntsandstein.

15) 15 m hellrote sehr feste Sandsteine, diagonal geschichtet und zum Teil etwas löcherig verwitternd.
16) 86 m rote feste gut gebankte Sandsteine, sehr gleichmäßig in Korn und Farbe, etwas löcherig verwitternd und zum Teil diagonal geschichtet.

Übergangsschichten.

17) 1 m gelbgraue Rauchwacke, sehr sandig und löcherig.
18) 3 m graubraune Rauchwacke, sandig und kaum gebankt.

Muschelkalk.

graue gut geschichtete Kalke ohne Fossilien.

An einer andern Stelle im westlichen Verlauf desselben Sattels, an der Ermita del Remedio nördlich von Chelva ist ebenfalls die Grenze zwischen Buntsandstein und Muschelkalk gut aufgeschlossen. Hier liegen über normalem roten oberen Buntsandstein 4 m hellrote Sandsteine mit dunkleren roten Flecken, darüber folgen 5 m weiße Sandsteine, ebenfalls mit roten Flecken. Alle diese Sandsteine sind sehr stark diagonal

geschichtet. Über ihnen liegen dann 1 m braune sandige Rauchwacken, und darüber folgt der untere Muschelkalk mit dünnbankigen hellgrauen fossilleeren Kalken.

In den nördlichen Gebirgen, z. B. bei Serra, ist der Buntsandstein gleichfalls gut aufgeschlossen. Er ähnelt in seiner petrographischen Ausbildung fast noch mehr dem deutschen doch tritt hier nur der mittlere und obere Buntsandstein zutage und ist noch gleichmäßiger entwickelt als bei Chelva. Ein genaues Profil ließ sich nicht aufnehmen, da die Aufschlüsse nicht so günstig waren, da charakteristische Horizonte fehlen, und außerdem das Gebirge derart von Verwerfungen durchsetzt ist, daß es stellenweise kaum möglich ist, auch nur ein Handstück ohne Harnische herauszuschlagen. Diese Harnische sind meist weiß, spiegelglatt und von Quarz wie mit einer Glasur überzogen.

Im südlichen der drei Hauptgebiete tritt der Buntsandstein nicht zutage.

γ) Paläontologisches. Fossilien finden sich außer den schon erwähnten Pflanzenresten nicht. In den Bröckelschiefern scheinen mitunter Fährten vorzukommen. Die Schichten sind jedoch so bröckelig, daß die Stücke schon beim Auflesen zu Grus zerfallen, geschweige denn einen längeren Transport vertragen könnten. Die Eindrücke sind zu undeutlich und unregelmäßig, als daß man sie ohne sorgfältige Untersuchung als Fährten bezeichnen könnte, was der Zustand des Materials eben nicht erlaubt. Immerhin scheint es mir wahrscheinlich, daß es sich hier um Fährten handelt.

Wellenfurchen, Trockenrisse, Regentropfeneindrücke und sonstige Erscheinungen, die geeignet wären, auf die genetischen Verhältnisse einiges Licht zu werfen, ließen sich nicht beobachten.

δ) Facies. Die Gesamtmächtigkeit des Buntsandsteins wurde zu 300 m angegeben (vgl. S. 384), scheint aber nach Nordwesten anzuwachsen. Cortazar[1]) gibt von der Provinz Teruel eine Mächtigkeit von über 400 m an, von der Provinz Cuenca[2]) 300—400 m, mit dem Bemerken, daß sie nach Nordwesten anwachse. Er beobachtete zwar an einzelnen Punkten nur 100 und 150 m, doch scheint an diesen Stellen nicht die ganze Folge entblößt zu sein.

Im Nordosten, in der Provinz Tarragona ist die Mächtigkeit geringer. Am Berge südlich von Marsà bei Falset (a. d. K.) ist die Schichtfolge vom Granit bis zum Muschelkalk nur etwa

---

[1]) Teruel, S. 83.
[2]) Cuenca, S. 108 und 109.

80 m mächtig. Ebenso scheint der Buntsandstein in der Provinz Barcelona nicht sehr mächtig zu sein.

c) Muschelkalk.

Über den Ablagerungen des Buntsandsteins folgt eine Serie von Carbonatgesteinen. Die Überleitung bilden die im vorigen Abschnitt besprochenen sandigen Rauchwacken. Unter den Carbonatgesteinen herrschen Kalke bei weitem vor. An der Basis oder wenig über der unteren Grenze liegen mitunter einige dolomitische Bänkchen. Auf Grund von gelegentlichen Fossilfunden wird dieser Kalkkomplex dem Muschelkalk der germanischen Entwicklung gleichgestellt. Faciell ist er nicht mit ihm identisch.

α) Gesteinsbeschaffenheit. Wie schon hervorgehoben wurde, herrschen Kalksteine bei weitem vor. Es sind meist graue dichte Kalke, zum Teil ungebankt und hell gefärbt, zum Teil dunkel und gut gebankt. Diese letzteren halten in ihrem Habitus etwa die Mitte zwischen Nodosuskalk und den trochitenfreien Schichten des Trochitenkalkes im nördlichen Baden; doch fehlen die gelben tonig-lehmigen Zwischenlagen.

Die unteren Schichten sind häufig etwas mergelig. Im oberen Muschelkalk liegen bei Chelva zwei Bänke von abweichender Beschaffenheit, die aber nur lokal entwickelt zu sein scheinen. Die eine ist pseudooolithisch mit spätigen Querschnitten, die zum Teil zu Crinoideen gehören; die andre ist konglomeratisch entwickelt. In einer Grundmasse von feinem Kalkmehl stecken gerundete Stücke von dichtem grauen Kalk und gerundete helle Kalkspatstückchen. Beide Bänke konnten nicht auf eine größere Strecke verfolgt werden.

β) Gliederung. Die Mächtigkeit dieses Kalkkomplexes schwankt sehr, ist aber im allgemeinen bedeutend geringer als in Deutschland. Eine einheitliche Gliederung konnte ich nicht durchführen. Gewöhnlich sind die unteren Schichten dünnbankiger als die oberen, teilweise auch etwas mergelig entwickelt. Das gilt aber nicht durchweg. Vielfach ist der ganze Komplex von unten bis oben ganz gleichmäßig. Auch auf Grund des paläontologischen Charakters läßt sich noch kein Profil aufstellen, da Fossilien überhaupt sehr selten sind und meist nur lokal in einzelnen Nestern aufzutreten scheinen; auffallenderweise stets nur in den obersten Bänken.

Vor allem dürfte von einem Ineinandergreifen von kontinentaler und pelagischer Trias, wie dies in der Provinz Tarragona der Fall ist, keine Rede sein. Dort liegt, wie de Verneuil

zuerst nachwies, bei Mora de Ebro eine Bank in den Muschelkalkschichten, die ganz erfüllt ist von pelagischen Versteinerungen, namentlich *Protrachyceras*, *Hungarites* und zahlreichen Bivalven. Diese Bank fehlt nach meinen Erfahrungen in der Provinz Valencia völlig.

γ) Paläontologisches. In der Literatur werden aus der Provinz Valencia von mehreren Punkten Fossilien angegeben. Aber teils handelt es sich um ganz gelegentliche Funde, teils auch um mißgedeutete konkretionäre Gebilde. In der Valencianer Sammlung des Herrn Professor Bosca liegt ein von Cofrentes stammendes Stück mit der Bezeichnung *Myacites elongatus*. Es wurde ihm von einem der spanischen Geologen bestimmt. Die Erhaltung ist jedoch so schlecht, daß es kaum möglich ist, dieses Stück überhaupt mit Sicherheit als Fossil zu bezeichnen, und Herr Professor Bosca sagte mir, daß die Erhaltung stets so schlecht sei.

Nur ein Punkt scheint früher in größerer Menge Fossilien geliefert zu haben. Das war ein Gipssteinbruch in der Nähe der „Peña negra" bei Alfarp (K. B 2), einem Orte am Rio Magro nicht weit von der Amtsstadt Carlet. Der Bruch ging ziemlich in die Tiefe, und an seiner Sohle kam eine Kalkschicht zutage, die recht fossilreich gewesen zu sein scheint. Jetzt ist die Grube zugeschüttet und nicht mehr zugänglich. Die Kalkschicht steht in der Nachbarschaft nicht an, da die Trias hier stark mit diluvialen Flußschottern überdeckt ist.

Cortazar[1]) erwähnt von dieser Stelle:

„*Ostrea spondyloides* Schloth.
Myophoria Goldfussii Alb.
Mytilus eduliformis Schloth."

und zitiert nach d'Archiac:

„*Ostrea spondyloides* Schloth.
Myophoria deltoidea Alb.
Monotis Alberti Goldf.
Avicula antiqua Münst.
Gervillia socialis Alberti.
Mytilus eduliformis Schloth.
Modiola indet
Mactra trigonia Goldf. (sic!)
Myacites elongatus Goldf."

Ein weiterer Punkt, von dem auch mehrere Arten erwähnt werden, soll bei Cofrentes liegen. Aber die Ortsangabe ist so mangelhaft, die Karte von zu kleinem Maßstabe und der Name des Punktes bei der Bevölkerung unbekannt. Daher war es

[1]) Valencia, S. 163.

mir nicht möglich, ihn aufzufinden. Es handelt sich dabei um einen Gebirgsteil von wenigstens 16 qkm, in dem Muschelkalkschichten fast überall anstehen.

Von dieser Örtlichkeit werden bei Cortazar erwähnt:

„*Turbonilla gregaria* Schloth.
Myophoria Goldfussii Alb.
Myacites elongatus Goldf.“

Außerdem gibt Cortazar noch von einigen anderen nicht speziell genannten Punkten, an denen Verneuil gesammelt hat, folgende Arten an:

„eine kleine *Lima*
Avicula socialis
eine Bivalve kleiner als *Myacites elongatus*.“

Außerdem werden noch von verschiedenen Punkten der Provinz, aber auch ohne genaue Fundortsangabe,

„*Chondrites* sp.
Natica Gaillardoti Goldf.
Acroura prisca Goldf.“

erwähnt.

Diese Formen beweisen immerhin, daß der Kalkkomplex einen Absatz des gleichen Meeres darstellt, dem auch der deutsche Muschelkalk angehörte. Die Angaben sind aber außer denen von Alfarp zu ungenau, als daß man den genauen Horizont der Fossilien angeben könnte.

Was ich selbst an Fossilien fand, ist noch weniger für eine Horizontierung geeignet. Sie lagen in ziemlich hohen Schichten des Muschelkalkes. Das Lager ist ein hellgrauer, massiger, dichter Kalk mit etwas Eisenoxyd. An frischen Flächen zeigt er mitunter Querschnitte von Bivalven, die sich aber nicht herauspräparieren lassen. Dagegen wittern einige organische Reste gut heraus. Sie bestehen aus Kieselsäure und lassen sich mit Salzsäure leicht herausätzen. Die Stelle liegt wenig östlich von Chelva an dem Wege, der vom „Calvario“ nördlich vom „Torecillo“ vorbei nach dem Barranco de Alcotas führt, am Südhange eines östlichen Ausläufers des Pico de Chelva. Es sind kleine verkieselte Kolonien eines Pharetronen. Die Kolonien sind kugelig und zeigen mehr oder minder konzentrisch-schaligen Aufbau. Dadurch haben sie große Ähnlichkeit mit *Stromatofungia porosa* Klipst. sp. Der Aufbau ist aber etwas gröber und die einzelnen Schalen meist dicker als bei der von Klipstein[1]) und Laube[2]) beschriebenen Art.

[1]) Mittgn. a. d. Geb. d. Geol. u. Pal. I. S. 287. T. XIX. Fig. 18.
[2]) Denkschr. k. k. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Bd. 24. II. S. 244. T. II. Fig. 16.

Weiter oben liegen an der gleichen Stelle noch zwei Schichten, die organische Reste führen, nämlich die oben erwähnte pseudooolithische Bank und die Konglomeratbank. In der ersteren finden sich kleine Schalentrümmer von Brachiopoden, die perforiert sind und ihrem ganzen Habitus nach zu Spiriferina gehören dürften. Im Schliffe zeigen sich kleine Durchschnitte von Gasteropodenstückchen und spongitische Reste, um die der Kalk sich in kugeligen Partien abgesetzt hat. Makroskopisch erkennbare spätige mehr oder minder runde Durchschnitte könnten von Crinoideen herrühren, lassen sich aber mikroskopisch nicht als solche erkennen.

In der konglomeratischen Bank finden sich in einzelnen der Gerölle Durchschnitte von organischen Resten, die *Chaetetes*-ähnlich aussehen, deren ungenügende Erhaltung aber eine sichere Bestimmung nicht zuläßt.

δ) Facies. Faciell ist der Valencianer Muschelkalk dem deutschen recht wenig zu vergleichen. Immerhin steht er ihm näher als den äquivalenten Schichten der alpinen Trias. Seine schwankende, aber geringe Mächtigkeit und die ziemlich gleichmäßige Ausbildung von unten bis oben lassen erkennen, daß die vorangegangene Senkung keine ganz gleichmäßige war, und daß die Hebung wohl ziemlich bald wieder einsetzte. Ich glaube, daß die Sedimentation des Kalkes in der Provinz Valencia sicherlich kürzer angedauert hat als in Deutschland die Muschelkalkperiode. Ob aber die Buntsandsteinzeit etwas länger andauerte, oder ob die Hebung früher erfolgte, und die unteren Partien der Gipsstufe unserm obern Muschelkalk zeitlich gleichzustellen sind, ist vorderhand noch nicht zu entscheiden, obwohl die letztere Erklärung mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat.

d) Gipsstufe.

Über den Schichten des Muschelkalkes folgen, teils durch Vermittelung von Mergelkalken, teils direkt den Kalk überlagernd, die mächtigen Gesteinsserien der bunten Mergel und der Gipse. Mächtigkeit und facielle Ausbildung dieser Gruppe sind den größten Schwankungen unterworfen, und es gibt kaum zwei Stellen, die völlig übereinstimmendes Profil aufweisen. Die Unterschiede machen sich oft schon auf wenige Kilometer so bemerkbar, daß es nicht möglich ist, auch nur eine Schicht des einen Profils mit denen des andern zu identifizieren. Der Gips ist den Mergeln in Stöcken und Nestern eingeschaltet, bildet aber mitunter auch zusammenhängende Lagen von größerer Ausdehnung. Bald finden wir nur mächtige Mergelkomplexe

ohne jede Spur von Gips, bald ist nur eine starke Serie von Gipslagen entwickelt, die nur von dünnen Tonhäuten getrennt werden, und wieder an anderen Stellen wechseln Gips und Mergel in bunter Folge.

α) Gesteinsbeschaffenheit. Das wichtigste Gestein dieser Abteilung sind bunte Mergel von meist geringem Kalkgehalt, mitunter fast reine Tone. Die Farbe ist äußerst wechselnd, vom neutralen Grau durch alle Nuancen bis fast zum Ockergelb; dann die verschiedensten Graugrün und Grüngrau, rötlich, rot und violett. Mitunter sind mächtige Partien einheitlich gefärbt, an andern Stellen wechselt die Farbe alle paar Zentimeter. Zwischen den Mergeln stellen sich Steinmergelbänkchen ein, mitunter auch Kalk- und Dolomitschichten, während die für die Entwicklung des deutschen Keupers so charakteristischen Sandsteine vollständig fehlen.

Sehr häufig sind die Mergel und besonders die tonigen Partien reich an Gips. Teils schließen sie größere Krystalle ein, teils sind sie ganz fein mit Gips imprägniert und bilden so alle Übergänge bis zum reinen tonfreien Gips. Der Gips tritt in den verschiedensten Formen auf. Stellenweise sind es mächtige zusammenhängende Lagen von weißem zuckerkörnigen Gips; an andern Orten finden sich Nester von derbem weißen, rötlichen bis zinnoberroten Gips, zum Teil auch einzelne Krystalle eingeschlossen im Mergel. Die letzteren sind oft von solcher Größe, daß sich über kopfgroße Spaltstücke daraus schlagen lassen; mitunter auch sind es zierliche Rosetten oder kleinere Einzelkrystalle, die fast stets als Zwillinge ausgebildet sind, ähnlich den bekannten Gipsen von Montmartre, nur kleiner.

Die Gipse umschließen sehr oft noch andere Mineralien, die wohl erst später, vielleicht aus dem Wasser, das den Anhydrit zu Gips verwandelte, ausgeschieden wurden, aber häufig für die Ausbildung der Gipse recht bezeichnend sind. Es sind Quarzkrystalle, dann Aragonit und Teruelit. Die eingeschlossenen Mineralien sollen am Ende dieses Kapitels als Anhang beschrieben werden.

Der Gips ist wohl großenteils aus Anhydrit durch spätere Wasseraufnahme entstanden. Das beweist die vielfach gänzliche Zertrümmerung der darüber liegenden Schichten der Carnjolas, wenn diese den Gipsen unmittelbar aufliegen, oder die starke Fältelung der bunten Mergel, wenn die Gipse nicht bis oben hin reichen. Außerdem ist der Gips selbst an Stellen, wo das deckende Gebirge nicht nachgeben konnte, in sich selbst zu einer förmlichen Gipsbreccie zerpreßt.

Fossilien fand ich nirgends in der ganzen Abteilung; sie sind auch in der Literatur nicht erwähnt.

β) Gliederung. Bei den großen Schwankungen, denen die Mergel in ihrer petrographischen Ausbildung unterworfen sind, ist es nicht möglich, ein einheitliches Profil aufzustellen, da der Wechsel ebenso rasch in der horizontalen wie in der vertikalen Verteilung auftritt. Schon die Mächtigkeit der Gesamtgruppe ist nicht einheitlich anzugeben. An einigen Stellen beträgt sie nur wenige Meter. So liegen z. B. bei Chelva (K. A. 1) nördlich vom „Calvario" bei der „Mina de yeso" nur 3—5 m Gips zwischen Muschelkalk und den oberen Kalken. Man könnte hier an eine Auslaugungserscheinung denken, aber die darüberliegenden Schichten geben gar keinen Anhalt für diese Vermutung, da sie ganz ungestört den Gips überlagern.

An vielen Stellen haben aber sicher starke Auslaugungen stattgefunden. So finden wir an der Straße östlich von Domeño (K. B 1) die Mergel in einzelne Stücke aufgelöst, deren Schichtung erkennen läßt, daß sie regellos durcheinander geworfen sind; und dieses Haufwerk von Mergelblöcken wird kreuz und quer von Fasergipsadern durchzogen. Durch diese Auslaugungserscheinungen sowie durch die maßlose Zerrüttung und Zerstückelung der Mergel durch tektonische Vorgänge ist eine Bestimmung der ursprünglichen Mächtigkeit nicht mehr möglich, zumal, wie schon hervorgehoben wurde, eine Bestimmung aus Addition der Mächtigkeit in verschiedenen Teilprofilen wegen der Inkongruenz der einzelnen Profile nicht zu erreichen ist.

Da ein einheitliches Profil ausgeschlossen ist, der starke Facieswechsel auf engem Gebiet aber sehr großes Interesse für sich beansprucht, so erscheint es am zweckmäßigsten, möglichst viele lokale Daten und Einzelprofile zu geben.

Betrachten wir zunächst das Gebiet von Chelva (K. A 1), so sehen wir, daß hier der Gips nirgends ganz fehlt. Bei der Stadt selbst im „barranco del convento", wenige hundert Schritt vor seiner Einmündung in den Rio de Chelva, stehen rote Mergel an mit Nestern von rotem spätigen Gips, der zahlreiche Quarzkrystalle umschließt. Knapp zwei Kilometer weiter nordöstlich, bei der obenerwähnten „Mina de yeso", finden wir keine Mergel, sondern nur Bänke von weißem zuckerkörnigen Gips mit einzelnen rosa und gelblichen Partien. Zwischen den Bänken finden sich dünne grünliche Tonhäute. Gehen wir von hier aus nach Osten, nach dem „barranco de Alcotas" zu, so treffen wir nach einiger Zeit die Gipsstufe wieder an. Es sind hier graugrüne Mergel mit einzelnen Gipsrosetten darin;

dann folgen bräunliche Mergel mit Zwillingskrystallen. Wieder etwas weiter stehen in einem grünlichen Mergel einzelne Gipsbänke an von ziemlich grobkörnig krystallisiertem Gips. Durch seine durchsichtigen Krystallindividuen kann man ziemlich tief in diese von undurchsichtigem Mergel eingeschlossenen Bänke

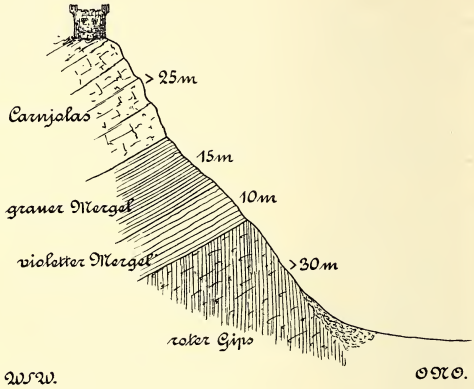

Fig. 5.
Profil am Castillo de Domeño.

sehen, so daß sie ein schwärzliches Aussehen erhalten. Der Weg wendet sich jetzt nach Norden. Nach wenigen Schritten finden wir einen grauen, fast plastischen Ton mit Fasergipsadern und großen Gipskrystallen, die sich durch besondere Reinheit auszeichnen; es lassen sich über fingerdicke Spaltstücke von absoluter Durchsichtigkeit davon abspalten. Nicht weit davon entfernt stehen rötliche bis violettrote Mergel an, die wieder zinnoberroten Gips mit Quarz enthalten.

Gehen wir von Chelva der Poststraße, die nach Liria führt, entlang, so treten wir hinter Calles in das Gebiet der Gipsstufe ein. Es ist ein ziemlich weites Bodenareal, das von rötlichen Mergeln bedeckt wird, in denen sich zahlreiche Fasergipsadern, aber auch einzelne Nester von weißem und rotem Gips, zum Teil mit Quarzkrystallen finden. Weiter östlich unter dem Kastell von Domeño (K. B 1) steht folgendes Profil an (vgl. Fig. 5):

über 30 m rote und rotbraune unreine Gipse, nicht bis an die Basis aufgeschlossen.
10 m violettgraue Mergel mit etwas Gips.
15 m gipsfreie Mergel von reiner grauer Farbe.

Diese werden dann überlagert von den Dolomiten der Carnjolasstufe. Etwa zwei Kilometer östlich davon an der Straßenkehre nach Verlassen des Haupttales findet sich folgendes Profil (vgl. Fig. 6):

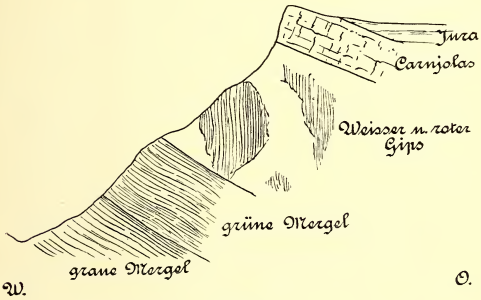

Fig. 6.
Profil östlich von Domeño.

über 20 m graue und grüne Mergel ohne Gips.
15—20 m weißer und roter Gips, der nesterweise miteinander wechselt und Quarzkrystalle, in den weißen Partien auch Teruelit führt.

Der Gips wird dann direkt von den Carnjolasschichten überlagert. Diese beiden Profile zeigen, daß der Gips ganz regellos bald oben, bald unten liegt.

Einen ähnlichen Wechsel, aber in etwas größerem Maßstabe zeigt das Gebiet von Ayora — Cofrentes (K. A 2,3). Hier läßt sich von Süden nach Norden der Poststraße folgend nachstehendes beobachten. Bei Ayora selbst finden wir unter den Carnjolasdolomiten, auf denen die Burg steht, eine Serie von weißen Gipsbänken. Die Mächtigkeit ist nicht festzustellen, da das Liegende nicht entblößt ist. Weiter nördlich zwischen Jarafuel und Jalance dehnt sich eine ganz eigenartige und charakteristische Landschaft aus. Die Gipsstufe ist hier rein mergelig entwickelt. Zwischen den Mergeln finden sich einzelne Steinmergelbänke und einige dünnplattige Lagen eines dichten schwarzen fossilleeren Kalkes. Die Mergel sind durch tek-

tonische Vorgänge steil aufgerichtet und bedecken ein großes Bodenareal, sind also sicher von großer Mächtigkeit In dem wenig widerstandsfähigen Material konnte die Erosion lebhaft arbeiten, und wir finden jetzt ein flachwelliges Hügelland mit sehr spärlicher Vegetation. Die Farbe wechselt in diesem Mergelkomplex ganz ungeheuer; alle 4—5 cm kommt eine anders gefärbte Schicht. Es finden sich folgende Farben: hellgrau, fast weiß, grünlich, ockergelb, braun, dunkelgrau, rötlich und violett, so daß die ganze Landschaft einen seltsam gestreiften unruhigen Eindruck macht. Nördlich von Jalance finden wir dann einen Komplex von bräunlichen Mergeln und Steinmergeln, und erst in Cofrentes selbst stellt sich der Gips wieder ein. Innerhalb des Fleckens stehen graue und violettgraue Tone und Mergel mit Einzelkrystallen und Rosetten von Gips an, am linken Ufer des Rio Cabriel wieder Nester von weißem und rotem Gips mit seinen Begleitmineralien, hier hauptsächlich Quarz und Aragonit. An dieser Stelle, und zwar unmittelbar bei der Brücke, die über den Rio Cabriel führt, steht auch die Gipsbreccie an, die oben erwähnt wurde. In einer dunkelgrauen Gipsmasse liegen einzelne eckige Bruchstücke von rotem und weißem Gips. Überhaupt ist diese Stelle am besten geeignet, die Entstehung des Gipses aus Anhydrit zu beweisen, denn über der Gipsbreccie liegen die Carnjolasschichten, hier rötliche löcherige etwas dolomitische Kalke, und deren unterste Schichten sind gleichfalls vollständig brecciös zertrümmert. Diese Zertrümmerung nimmt mit der Entfernung vom Gips mehr und mehr ab, so daß sie etwa 5 m über der Grenze die Carnjolasschichten wieder in ihrem normalen Verbande liegen.

Die Überleitung der Gipsstufe zur Carbonatstufe der Carnjolas bilden an anderen Stellen Rauchwacken, die zum Teil noch Gips führen, also wieder ein Zwischenglied von unsicherer Stellung bilden. Das Muttergestein, in dem die Gipse stecken — und zwar in jeden Hohlraum nur ein Krystallindividuum — ist fein brecciös, so daß wir also eine ähnliche Entstehungsweise annehmen können, wie für die Gipsbreccie, nämlich durch die Quellfaltung innerhalb der Gipse; vielleicht allerdings auch durch Auslaugungserscheinungen.

γ). Genesis. Aus dem starken faciellen Wechsel in horizontaler Ausdehnung sowie aus dem nesterweise auftretenden Gipse kann auf eine kontinentale Bildung geschlossen werden, und zwar ist es recht wahrscheinlich, daß wir es nicht nur mit einer Küstenbildung, sondern mit einer echten Landbildung zu tun haben. Der starke Wechsel im Auftreten der

Gipse weist auf eine sehr detaillierte Gliederung der Erdoberfläche hin, wobei aber größere Höhenunterschiede gefehlt haben dürften. Am besten wird man eine flachwellige Ebene annehmen können, in der größere Flüsse mit sehr geringem Gefälle strömten, so daß sie nur Schlick, aber keinen Sand mehr absetzen konnten. Nimmt man nun an, daß in abgeschnittenen Altwässern sich die Gipslösung sehr konzentrierte, so lassen sich die einzelnen Gipsnester, die bald da, bald dort auftreten, leicht erklären. Man könnte aber auch an eine jahreszeitliche Änderung der Wasserführung denken und so den starken Wechsel erklären. Daneben muß man allerdings auch einzelne größere Seebecken annehmen, um die ausgedehnteren Gipslager zu erklären.

Über die Mergel läßt sich streiten, ob sie als Absatz der Flüsse während der niederschlagsreichen Jahreszeit, vielleicht auch größerer Niederschlagsperioden, anzusehen sind, oder aber auch, ob sie in Seen abgesetzt wurden. Fossilien, die eventuell die Frage entscheiden könnten, fehlen vollständig.

Weiter könnte noch folgende Erklärungsmöglichkeit herangezogen werden. Die Gipse und gipsführenden Mergel sind vom Wasser abgesetzt, das ist wohl kaum anders auzunehmen. Denn sie sind mitunter rein tonig entwickelt und machen einen entschieden geschlämmten Eindruck. Dabei ist es nicht unmöglich, daß diese Gewässer bei dem starken Mineralgehalt, speziell an Sulfaten, steril gewesen sind. Aber die gipsfreien Mergel könnten sehr wohl auf dem festen Lande gebildet worden sein, wobei an laterit- und lößartige Bildungen gedacht werden kann.

δ) Mineralführung. Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch ein kurzer Blick auf die in den Gipsen eingeschlossenen Mineralien geworfen. Als weitaus wichtigstes erscheint der Quarz. Es sind stets schwebend ausgebildete Einzelkrystalle und morgensternartige Drusen. Die Farbe ist oft ein trübes Weiß. So finden wir sie im Cabrieltale bei Cofrentes (K. A 2), bei Chelva und Domeño (K. A B 1) an mehreren Punkten. Häufig finden wir aber auch lebhaft rot gefärbte Krystalle, die in der Literatur meist unter dem Namen Eisenkiesel (Hyacinthen) von Santiago de Compostela gehen[1]). Die spanischen Geologen nennen sie „jacinthos de Compostela“. Auffallend ist, daß die roten Krystalle nicht nur in den zinnoberroten Gipsen liegen, sondern an einer Stelle im Cabrieltale auch in einem weißen. Ich fand

[1]) Weil sie durch Wallfahrer dorthin gebracht und von dort weiter verbreitet werden.

diese Eisenkiesel an zwei Stellen in großer Masse, und es ist merkwürdig, daß von einem Punkte stets alle Krystalle gleiche Größe und gleiche Ausbildung haben. Bei Chelva (K. A 1) im „Barranco del convento“ lagen nur etwa 3—4 mm lange Kryställchen, die beide Rhomboeder und das gut ausgebildete Prisma zeigen. Im Cabrieltale bei Cofrentes (K. A 2) dagegen sind es dihexaedrische Krystalle von 3 mm Größe. Das Prisma fehlt auch hier nie ganz, ist aber stets nur als sehr schmales Band entwickelt.

Als zweites Mineral finden wir Aragonit. Ich fand ihn nur im Cabrieltale bei Cofrentes in kleinen etwa 10 mm langen sechsseitigen Säulchen von 3—4 mm Durchmesser. Die Basis zeigt die Drillingsstreifung meist recht deutlich, und die Säulchen erscheinen am Ende wie ausgefranst. Einzelne Gipsstücke stecken so voll, daß sie ein breccienförmiges Aussehen erhalten.

Drittens finden wir Teruelit. Das ist ein zusammengesetztes Carbonat mit etwa der Zusammensetzung des Dolomites. Ich habe ihn in einem verstürzten Gipsblocke in zahlreichen etwa zentimetergroßen Krystallen gefunden. Die Krystalle zeigen etwas korrodierte Rhomboederflächen und sind zum Teil als Zwillinge nach der Basis ausgebildet. Die Farbe ist dunkel schwarzbraun. Das Muttergestein ist zuckerkörnig und etwas grau gefärbt. Der Fundort liegt bei Domeño (K. B 1), und zwar etwas östlich am Abkürzungswege an der großen Straßenkehre. Der Block lag an der Stelle, wo der Weg die kleine Schlucht kreuzt, war also etwas transportiert. Seine Größe aber und seine fast scharfen Kanten zeigen, daß der Transport nicht weit gewesen sein kann.

An einer Stelle im Cabrieltale bei Cofrentes läßt sich beobachten, daß die eingeschlossenen Mineralien nicht ganz regellos im Gips liegen, sondern gesetzmäßig darin verteilt sind. Wir finden dort folgendes Profil:

Zuerst weiße krystalline Gipse mit sehr großen Gipsindividuen; darüber roter Gips mit roten Quarzkrystallen. Über diesem folgen violettgraue gipsreiche Mergel mit weißen Quarzkrystallen, worüber dann graue Gipsmergel mit Gipsrosetten und Aragonitkrystallen liegen. Die Folge schließt mit der schon erwähnten Gipsbreccie, die von den Carnjolasschichten überdeckt wird.

e) Carnjolas.

(Wie schon im allgemeinen Teile hervorgehoben, ziehe ich die lautliche Schreibweise „Carnjolas“ der spanischen Form „carñolas“ aus praktischen Gründen vor.)

Über den Gipsen lagert ein zweiter Komplex von Carbonatgesteinen. Von einigen Autoren wird er für rhätisch, von anderen für etwas älter gehalten. Mag auch der Beginn seiner Bildung schon in norische Zeit fallen, so ist er doch sicher auch ein Äquivalent der rhätischen Bildungen. Schon zur Zeit seines Absatzes scheinen tektonische Bewegungen eingesetzt zu haben, denn wir finden nirgends mehr sein Hangendes entwickelt; und der Lias, der ihn in Catalonien konkordant überdeckt, fehlt hier fast völlig. Die Lücke zwischen den jüngsten Triasbildungen und den sie bedeckenden Sedimenten wächst nach Süden an, so daß der Herd jener tektonischen Vorgänge weiter im Süden zu suchen ist.

α) Gesteinsbeschaffenheit. Das Vorherrschende in dieser Formationsabteilung sind Dolomite und dolomitische Kalke von grauer, bräunlicher und sehr häufig auch rötlicher Farbe. Die Bankung ist entweder sehr dickplattig oder fehlt fast völlig. In einzelnen Schichten finden sich Wellenfurchen von sehr großer Breite; die Entfernung der einzelnen Wellen voneinander beträgt über einen Dezimeter und stimmt ziemlich genau mit der Schichtmächtigkeit überein, eine Erscheinung, die sich auch an zahlreichen anderen Stellen beobachten läßt, ohne daß man einen andern Grund als den bloßen Zufall dafür angeben könnte. Das Gestein verwittert meist etwas löcherig, bildet aber vermöge seiner großen Widerstandskraft gewöhnlich sehr steile Hänge und schroffe unzugängliche Formen. Die Vegetation ist eine spärliche Gestrüppvegetation.

Fossilien fanden sich in der Provinz Valencia nicht, so daß die Frage nach dem genauen Alter der Schichten und der Faciesprovinz, der sie angehören, hier keine Beantwortung finden kann. An andern Stellen der Halbinsel[1]) sollen einige zweifelhafte Reste von „*Cerithium*, *Cypris* und *Planorbis* (?)“ gefunden worden sein, so daß dann die Carnjolas eventuell als die Bildung eines Binnensees aufzufassen wären, während Tornquist[2]) sie mit dem deutschen Steinmergelkeuper und dem alpinen Hauptdolomit in Parallele setzt. Eine nicht marine Entstehung scheint nach dem ganzen petrographischen Habitus so gut wie ausgeschlossen zu sein, so daß man sie wohl als marine Bildung ansprechen kann.

β) Gliederung. Über ihre Mächtigkeit läßt sich nichts Positives angeben, da sie überall von weitaus jüngeren Sedimenten diskordant überlagert werden; doch scheint die

[1]) Zitiert nach Lethaea geognostica.
[2]) Außeralpine Trias in Catalonien und Balearen. S. 912 u. 917.

Mächtigkeit an einzelnen Punkten 100 m zu übersteigen. An vielen Stellen sind die Carnjolässchichten aber schon vor Absatz der Kreide bis auf wenige Meter abgetragen worden.

Auch über das Profil läßt sich nur wenig aussagen. An einigen Stellen beobachtet man, daß unten mehr massige Dolomite lagern, oben etwas besser gebankte. Besonderes Interesse gewähren besonders zwei Profile, wo die Mächtigkeit ziemlich beträchtlich ist, das heißt, daß noch wenig davon abgetragen worden war. Das eine liegt am rechten Ufer des Rio de Chelva unterhalb Calles (K. B 1) (vergl. Fig. 7.) Hier liegen über den Gipsmergeln zunächst 20 m dunkle gut gebankte Kalke, darüber 4—5 m graue Mergel, die von dolomitischen Kalken überlagert werden; und zwar zu unterst mehr als 40 m ganz ungebankt und hellgrau, darüber gut gebankt und ebenfalls hellgrau in einer Mächtigkeit von über 80 m. Das Profil wird weiter westlich von einer Verwerfung abgeschnitten; wenig weiter östlich werden die Gipse nur noch von etwa 30 m Carnjolas überlagert (Figur 5, S. 396), und noch etwas weiter liegt schon auf 5 m Dolomit der obere Jura diskordant auf (Figur 6, S. 397).

Das andere Profil ist bei Cofrentes sehr schön zu sehen. Die untersten Schichten sind trefflich entblößt im Tale des Rio Cabriel, wo folgendes Profil ansteht:

	Gips, zum Teil brecciös entwickelt.
2 m	rote Breccie, unten sehr stark zertrümmert, aus dolomitischem Kalk bestehend.
3 m	rötlicher Kalk mit zelliger Struktur.
10 m	rötlicher Kalk in etwa 3 m starken Bänken mit breiten Wellenfurchen.
schwankend	bräunliche Dolomite und Kalke, an der Basis geschichtet, und oben massig werdend.

An der Poststraße von Jalance nach Jarafuel (K. A 2) werden die Gipse von einer mächtigen Serie von Dolomiten und Kalken überlagert, die keine Fossilien führen und im einzelnen von recht wechselnder Beschaffenheit sind; zum Teil sind sie wohlgeschichtet. Ihre Mächtigkeit scheint ca. 150 m zu betragen. Die Farbe wechselt zwischen hellgrau und braun, doch ist der ganz frische Bruch meist von einem dunklen Grau oder Braungrau.

Hier liegen gleichfalls unter dem ganzen geschlossenen Carbonatkomplex noch einmal in den Mergeln einzelne Lagen von feingeschichtetem dunkelgrauen Kalk, der aber wie bei Chelva keine Fossilien geliefert hat.

γ) Facies. Welchem Faciesgebiete diese Schichten angehören, ist sehr schwer zu sagen, da Fossilien bisher noch nicht

gefunden wurden. TORNQUIST[1]) vergleicht diese Schichten in den unteren Lagen auf Grund von *Myophoria vestita* ALB. mit dem deutschen Hauptsteinmergel und auf Grund ihres petrographischen Charakters mit dem alpinen Hauptdolomit. Danach könnten wir es mit einem Übergangsgebiet der beiden großen Faciesreiche zu tun haben. Eine Kommunikation der Flachseebildungen der germanischen Facies mit den ozeanischen Bildungen der alpinen ist auch deshalb nicht unwahrscheinlich, da ja in Catalonien auch schon zur oberen Muschelkalkzeit eine Kommunikation mit dem offenen Meere stattgefunden hatte. TORNQUIST[2]) glaubt auf Grund seiner Beobachtungen noch eine Gliederung in Hauptdolomit und Rhät vornehmen zu können. Meine Meinung ist es auch, daß in den Carnjolas das Rhät noch mit enthalten ist; wo aber die Grenze zu legen ist, traue ich mir für Valencia nicht anzugeben. In meinem Gebiete kann eine genaue Gliederung erst durch eine Spezialkartierung in großem Maßstabe erreicht werden.

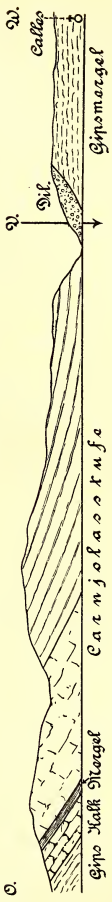

Fig. 7.
Profil zwischen Calles und Doneño.

Ophite.

Im Anschluß an die Triasformation ist noch ein Eruptivgestein zu besprechen. In der Provinz Valencia steht es heute nur an zwei Stellen an. Die erste liegt bei Alfarp (K. B 2) an der „Peña negra“ (= schwarzer Felsen). Das Gestein setzt dort gangförmig in den bunten Mergeln der Gipsstufe auf, und diese sind am Kontakt gefrittet. Ob der Gang noch höher, das heißt in die Carnjolasstufe hinaufreicht, läßt sich nicht erkennen, scheint aber nicht der Fall zu sein. Aus diesen Umständen ist auf ein triadisches

[1]) Außeralpine Trias auf Balearen und in Catalonien. S. 917.
[2]) a. a. O. S. 917.

Alter der Eruption geschlossen worden. Cortazar zum Beispiel nimmt triadisches Alter an. Da aber Decken und Tuffe vollständig fehlen, so ist über das Alter nichts Bestimmtes auszusagen. Sicher ist nur das eine, daß die Eruption nicht vor Ende der Gipsstufe stattgefunden haben kann.

Das Gestein ist schon ziemlich stark umgewandelt. Es ist denkbar, daß die Eruption mit einer der mesozoischen Gebirgsbewegungen in Zusammenhang steht. Die zweite Stelle liegt im Süden der Provinz, südlich vom Jucartale bei Escalona. In der Provinz Teruel stehen diese Gesteine in weit größerer Menge an.

Gesteinsbeschaffenheit. Das Gestein ist ziemlich feinkörnig, jedoch nicht ganz dicht. Die Farbe ist frisch ein grünliches Grau, im verwitterten Zustande zuerst grün und dann braun. Es zerfällt bei der Verwitterung in Kugeln, und beim Zerschlagen springen konzentrische Schalen von geringer Dicke ab.

Das mikroskopische Bild zeigt ophitische Struktur und weitgehende Zersetzung. Die Feldspäte sind leistenförmig und die dunklen Gemengteile stark umgewandelt. Olivin scheint vorhanden gewesen zu sein. Eine genaue petrographische Untersuchung habe ich bisher nicht vorgenommen.

3. Jüngere Schichtglieder.

Das unmittelbare Hangende der Trias ist in der Provinz Valencia nirgends mehr zu sehen, da jüngere Schichten dort nie konkordant der Trias auflagern. Weiter im Norden, in der Provinz Tarragona, zum Beispiel an der Mola bei Falset, liegt über den Carnjolas eine gleichmäßige Serie von Dolomiten und Kalken, von ganz der gleichen Beschaffenheit wie die Carnjolas selbst, aber mit liassischen Fossilien, so daß ein ganz allmählicher Übergang von Trias zu Jura sich vollzieht. Eine scharfe Grenze ist dort nicht zu legen.

Anders in der Provinz Valencia. Hier ist der Lias überhaupt nur ganz im Norden entwickelt, und nach den Fossilangaben, die Cortazar macht [1]), handelt es sich nur um mittleren (*Rhynchonella rimosa*) und oberen Lias (*Hammatoceras insignis*). In der Mitte der Provinz liegen dann schon die südlichsten Vorkommnisse von Juragesteinen überhaupt. Bei Domeño (K. B 1) an der Straße nach Liria fand ich unmittelbar über den Carnjolas einen grauen Mergel mit Stacheln von Rhabdocidaris und

[1]) Ich kenne diese Stellen nicht durch eigene Anschauung.

Brachiopoden, die auf oberen Dogger deuten. Gehen wir weiter nach Süden, so fehlt der Jura vollständig, und die obere Kreide transgrediert direkt über die gefaltete Trias. Die Kreideschichten beginnen mit einem Geröllsandstein mit Kaolin als Bindemittel. Dieser Kaolinsandstein wird in mehreren Bergwerken abgebaut und zum Beispiel bei Chelva an Ort und Stelle geschlämmt. Der Sand wird sich absetzen und dann die Kaolinaufschwemmung eintrocknen gelassen. Das resultierende Kaolin ist von reinster weißer Farbe und wird als Porzellanerde sehr geschätzt.

Die Tertiärschichten liegen fast überall horizontal. Auf sie soll im nächsten Kapitel noch etwas näher eingegangen werden.

III. Geologischer Bau.

Die geologische Geschichte der Valencianer Gebirge und somit ihre Tektonik ist äußerst kompliziert. In der verhältnismäßig kurzen Zeit, die mir zu Gebote stand, konnte natürlich ein so großes Gebiet nicht im einzelnen tektonisch aufgenommen und geklärt werden. Die Provinz umfaßt im ganzen ein Areal von über 10 000 Quadratkilometer, wovon nur etwa ein Fünftel auf die Küstenebene fällt. Alles andere ist Gebirge, und zwar finden wir die Schichten fast nirgends in ungestörter Lagerung. Außerdem macht sich gerade bei Beurteilung der Tektonik der Mangel an guten topographischen Karten sehr empfindlich fühlbar. Ich kann mich daher nur darauf beschränken, in großen Zügen ein Bild vom geologischen Bau dieser Gebirge zu entwerfen; genaues Eingehen auf Einzelheiten muß einer Spezialkartierung vorbehalten bleiben. Vielfach konnte ich nur die Angaben Cortazars zusammenfassen, um daraus Schlüsse zu ziehen.

Das Gebiet gehört der spanischen Meseta an, steht also in Gegensatz zu den jungen Faltengebirgen der Pyrenäen im Norden und der betischen Cordillere im Süden. Aber vor Auffaltung jener Gebirge waren die Schichten der Provinz wiederholt erheblichen Faltungen unterworfen. Auch lassen sich mehrfach Hebungen und Senkungen des ganzen Landes nachweisen, die bis in sehr junge Zeit angedauert haben. Ja es scheint, als ob das Land auch jetzt noch sich in keiner Periode vollständiger Ruhe befinde. Nach der letzten Faltungsperiode wurde die ganze Meseta in eine größere Anzahl von Schollen zerlegt, und die horizontale Gliederung ist äußerst kompliziert.

Wie sich aus der vorhergehenden Darstellung ergibt, finden wir also in der Provinz Valencia sehr starke Faltungen, zu

denen sich auch Überschiebungen zu gesellen scheinen, und mehrere ausgeprägte Diskordanzen sowie eine Wechsellagerung von marinen und kontinentalen Bildungen. Außerdem lassen sich zahlreiche Verwerfungen nachweisen.

Eine weitere Komplikation besteht darin, daß hier mehrere Systeme geologischer Leitlinien zusammenstoßen, bzw. ein Umbiegen der Hauptstreichrichtung stattfindet, wodurch die Übersichtlichkeit sehr beeinträchtigt wird.

Andrerseits scheint es, daß auch hier wie an vielen andern Stellen der Erde die Streichrichtung durch mehrere Perioden tektonischer Störungen bestehen bleibt.

Die beiden Hauptsysteme, die hier zusammentreten, sind das Nordwest-Südost-Streichen der im Nordwesten liegenden Gebiete, das aragonische Streichen, sowie das Südwest-Nordost gerichtete Streichen in Catalonien; der Einfachheit halber nenne ich die beiden Richtungen die aragonische (NW—SO) und die catalonische (SW—NO) Richtung.

Betrachten wir zunächst die paläozoische Faltung. Nachdem die Schichten des Palaeozoicums abgesetzt waren — wie weit diese Serie in der Provinz Valencia gereicht hat, läßt sich heute nicht mehr angeben — setzte wie im ganzen westlichen und mittleren Europa die carbonische Faltung ein. Für diese Faltung lassen sich in der Provinz Valencia sowie in den angrenzenden Provinzen folgende Streichichtungen messen:

Prov. Barcelona N 60 O (nach Maureta)
„ Tarragona N 32 O } (nach Mallada).
„ „ WNW—OSO }

Das ursprünglich einheitliche Streichen dieser letztgenannten Provinz ist aber durch jüngere Bewegungen, die gerade hier besonders intensiv gewesen zu sein scheinen, völlig verwischt, so daß man es heute kaum mehr angeben kann. Es scheint etwa O—W gewesen zu sein, wenigstens für die mehr westlichen Teile. Das Streichen in der Provinz Barcelona stimmt genau mit dem in Südfrankreich überein, und aus den Untersuchungen Roussels (zitiert bei A. Rühl)[1]) geht hervor, daß in den Ostpyrenäen sich noch die carbonische Faltung mit demselben Streichen nachweisen läßt.

In der Provinz Valencia konnte ich das Streichen zu N 94 W feststellen, also beinahe Ost-West.

In Aragonien findet sich ein Streichen, das im allgemeinen von NW nach SO zieht.

Das heißt also, im Nordwesten der Provinz Valencia streicht

[1]) Geomorphologische Studien in Catalonien. S. 19.

das Gebirge aragonisch, innerhalb der Provinz west-östlich, nordöstlich davon aber catalonisch. Das ergibt somit einen Gebirgsbogen, wie ihn etwa die Westalpen vom Col di Tenda bis zu den Berner Alpen darstellen.

Aus Almeras Beobachtungen geht hervor, daß das Tibidabomassiv bei Barcelona Deckenbau, und zwar wahrscheinlich Deckfaltenbau zeigt. Ist das für einen Teil nachgewiesen, so ist es für die übrigen Teile mit gewisser Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

So ergibt sich als wahrscheinlichstes Bild für das paläozoische Gebirge ein großer Gebirgsbogen von alpinem Bau und alpinem Charakter. Über die Höhe läßt sich wenig mehr aussagen, doch scheint sie in Anbetracht der Breite des Gebirges recht erheblich gewesen zu sein.

Unmittelbar mit der Aufwölbung des Gebirges setzte auch seine Zerstörung ein, und wir finden in Spanien eine sehr lang andauernde Periode der Erosion in größtem Maßstabe, die wenigstens in der Provinz Valencia noch angedauert hat, als in Deutschland schon längst wieder akkumuliert wurde; sei es aus klimatischen Unterschieden, oder sei es, daß die Valencianer Gebirgsketten höher und überhaupt größer waren. Die zweite Möglichkeit hat jedoch mehr Wahrscheinlichkeit für sich, da während der Triasperiode in beiden Ländern anscheinend die gleichen klimatischen Verhältnisse herrschten.

Die Abtragung dauerte also nicht nur, wie in Deutschland, bis ins untere Perm an, sondern wohl bis in die unterste Trias. Sobald die Erosionsterminante erreicht ist, beginnt die Akkumulation, in Deutschland der rotliegenden Konglomerate, Arkosen und Sandsteine, in Valencia des Basalkonglomerates der Trias. Ob nun wirklich dies Basalkonglomerat sich zeitlich ganz genau mit den untersten Lagen des deutschen Buntsandsteins deckt, bleibt natürlich eine offene Frage. Da aber der spanische Buntsandstein sonst gut mit dem deutschen übereinstimmt, so wollen wir bis auf weiteres das Basalkonglomerat als seine unterste Abteilung ansprechen.

Aus dem Auftreten des Konglomerates einerseits, dem gänzlichen Fehlen von Geröllen im ganzen übrigen Buntsandstein andrerseits geht nun mit einem ziemlichen Grade von Wahrscheinlichkeit hervor, daß zur Zeit, als die Akkumulation einsetzte, in nicht zu großer Entfernung noch ein Rest des Gebirges stand, der aber sehr bald abgetragen war. Dann müssen wir eine ziemlich stark eingeebnete Rumpffläche annehmen, über die nur noch Sand und feineres Material transportiert und abgesetzt wurde. Dabei mögen Flußtransport und

Umlagerung durch Winde eine Rolle nebeneinander gespielt haben. Nach und nach senkte sich das Land, bis es zu Beginn der Muschelkalkperiode unter das Meeresniveau kam und so überflutet wurde. Dieses Meer war vom offenen Ozean im Osten durch eine Landbarre abgeschlossen, wie dies Tornquist [1]) beschrieben hat. Die Barre scheint teilweise nur geringe Höhe gehabt zu haben und wurde einmal vom Ozean durchbrochen, und zwar zur Zeit des oberen Muschelkalkes. Der Durchbruch hat einen Faunenschwarm nach Spanien entsandt, und wir finden zum Beispiel in der Provinz Tarragona bei Mora de Ebro eine Schicht ganz erfüllt mit Fossilien vom Habitus der mediterranen Trias. In die Provinz Valencia scheinen keine Ausläufer dieses Schwarmes gelangt zu sein, obwohl das Wasser des Valencianer Meeres mit dem des offenen Ozeans zur oberen Muschelkalkzeit (Zeit der Reitzi-Schichten) doch wohl auch direkt in Verbindung gestanden hat. Es wäre allerdings auch denkbar, daß schon zu dieser Periode die erneute Hebung begonnen hatte, so daß vielleicht zur Nodosus-Reitzi-Zeit schon die Landoberfläche hier aus dem Meere emporgetaucht war, was mit der Tatsache ganz gut im Einklange steht, daß noch nie im Valencianer Muschelkalk Ceratiten gefunden worden sind. Soviel jedenfalls scheint mir sicher zu sein, daß die Meeresperiode hier bedeutend kürzer angedauert hat als in Deutschland, da die Mächtigkeit des Muschelkalkes sehr viel geringer ist, und er nicht die vertikale Gliederung in Absätze von faciell verschiedenem Habitus zeigt, wie in Deutschland.

Nach Absatz des Muschelkalkes beobachten wir also eine erneute Hebung des Landes, ein Auftauchen aus dem Meere. Wann diese Hebung stattgefunden hat, ist noch nicht zu entscheiden; es wäre denkbar, daß sie schon zur Zeit der Nodosus-Reitzi-Faunen begonnen hat. Wir finden in den bunten Mergeln und Gipsen die Bildungen dieser Landperiode. Im stratigraphischen Teile (vgl. S. 398) habe ich schon die Gründe erörtert, die für eine kontinentale Bildungsweise sprechen und bin auch schon auf die wahrscheinliche Bildungsweise eingegangen. Die Landperiode scheint ziemlich lange angedauert zu haben, vielleicht etwas länger, als Tornquist dies für Catalonien annimmt.

Dann folgt eine neue Senkung des Landes und Überflutung durch das Wasser, wobei noch ungewiß bleibt, ob durch den offenen Ozean oder durch ein Binnenmeer Ja, es wäre sogar denkbar, daß wir es mit einem großen Binnensee zu tun hätten. Da dies nur durch Fossilien nachgewiesen werden könnte, diese

[1]) Geologische Rundschau Band I, Heft 1.

aber bis jetzt noch nicht gefunden wurden, ja bei der petrographischen Beschaffenheit des Gesteines auch nicht sehr wahrscheinlich sind und dann wohl sehr schlecht erhalten sein werden, muß die Frage nach der Entstehung und den Absatzbedingungen der Carnjolasgesteine noch offen bleiben.

Nach dem Absatz dieser Gesteine, der jüngsten Triasbildungen in der Provinz Valencia, setzte eine weitere Hebung ein, die diesmal mit stärkeren tektonischen Bewegungen verbunden war. Sie leitet für die Provinz Valencia eine neue Faltungsperiode ein, die in einzelnen Teilen der Provinz verschieden lange angedauert hat.

Diese Bewegungen waren es vor allem, die heute das Verständnis des geologischen Aufbaus so ungeheuer erschweren und die Tektonik so kompliziert erscheinen lassen. Sicher war während der ganzen Juraperiode der größere Teil der Provinz Festland, und wir haben eine Überflutung des ganzen Gebietes erst wieder zur Zeit der oberen Kreide, nach den Untersuchungen Cortazars[1]) zur Turonzeit.

Ganz im Norden der Provinz ist der Hiatus zwischen den Sedimenten nur ziemlich gering. Wir treffen hier schon wieder marinen oberen Lias an. Außerhalb der Provinz, schon bei Falset (Tarragona) liegt, wie bereits angegeben (vgl. S. 404), auf den Carnjolas ganz konkordant der untere Lias. In der Gegend von Chelva liegt diskordant auf nur 5 m Carnjolas Jura, und zwar wenigstens oberer Dogger.

Daraus geht hervor, daß während der Liasperiode hier offenbar eine ganz beträchtliche Abtragung stattgefunden hat, die die Carnjolas bis auf 5 m erodieren konnte.

Weiter im Süden fehlt der Jura überhaupt, und seine südliche Grenze verläuft ungefähr folgendermaßen: Etwa von der Mitte zwischen Valencia und Sagunt zieht sie nach Westen über Liria bis in die Gegend von Gestalgar. Hier biegt sie scharf nach Süden um nach Chiva, um sich dann wieder etwas nach Westen zu wenden. Eine schmale Bucht scheint sich übrigens bis in die Gegend von Cullera (K. C 2) gezogen zu haben, da dort nach Cortazars Karte noch einmal etwas Jura hervortritt. Diese beiden Halbinseln sowie die schmale Bucht dazwischen entsprechen dem Streichen der Triasfalten, so daß die Annahme berechtigt erscheint, daß einzelne besonders tiefe Mulden der posttriadischen Faltung unter das Meeresniveau gereicht haben und von den Absätzen des Jurameeres erfüllt wurden.

---

[1]) Valencia, S. 243.

Während der ganzen Juraperiode sowie während der unteren und mittleren Kreide ragten einzelne Teile des Landes als gebirgige Inseln hervor. Erst zur Turonzeit transgredierte das Meer wieder über die ganze Provinz. Seine Sedimente beginnen mit dem auf S. 405 zitierten Kaolingeröllsandstein.

Nach dem Ende der Kreidezeit hob sich das Land wieder, und zwar, wie es scheint, teils in Horstschollen, teils in leichten Sätteln. Die Kreideschichten zeigen sich zwar öfters in geneigter Lagerung, haben aber niemals jenes steile Einfallen, wie z. B. die Triasschichten. Das Streichen dieser Faltung, die sich besonders im Süden bemerkbar macht, ist im wesentlichen von Westsüdwest nach Ostnordost gerichtet, entspricht also mehr der catalonischen Komponente der Valencianer Streichrichtung im Gegensatz zur posttriadischen Faltung. Man könnte aber auch zu einer andern Annahme neigen, daß nämlich die Faltung der Kreideschichten, die wohl schon ins untere Tertiär fällt, durch dieselben Kräfte bedingt sei, die die betische Cordillere aufgefaltet haben. Sie stimmen nämlich fast mit deren Streichen überein.

Wieder finden wir besonders im Süden ein Eindringen des Meeres in die Mulden und eventuell auch Gräben, soweit solche vorhanden waren; und zwar sowohl des miocänen als auch des pliocänen Meeres. Dann folgte postpliocän eine sehr bedeutende Hebung, die das Land im wesentlichen zu seiner heutigen Höhe emporgehoben hat. Ich habe versucht, die Höhen zusammenzustellen, in denen Cortazar marines Pliocän angibt, um daraus den etwaigen Verlauf der Hebungen entnehmen zu können. Die Daten, die an Höhenmessungen im orographischen Teile der Provinzialbeschreibung gegeben sind, beziehen sich aber naturgemäß mehr auf Sättel, Pässe und Gipfel als auf die Täler, und bei diesen meist auf die Talsohle. So kommt es, daß gerade für das Pliocän verhältnismäßig wenig Daten gegeben sind.

Das Pliocän reicht an einigen Punkten mehr als 600 m über das Meer empor, und ganz allgemein gesprochen liegt es mit einer einzigen mir bekannten Ausnahme um so höher, je weiter es von der Küste entfernt liegt. In der folgenden Tabelle gebe ich die Höhe sowie die ungefähre Entfernung von der Küste an, wobei zu bemerken ist, daß die Daten keinen absoluten Wert darstellen, sondern, da die Messungen nur mit geringen Hilfsmitteln und in sehr kurz bemessener Zeit von Cortazar und Pao ausgeführt wurden, nur Approximativwerte sind. Die Messungen sind übrigens trotz dieser ungünstigen Umstände, soweit ich sie mit meinem Aneroid nachprüfen konnte, recht genau.

Höhe (m ü. M.)	Ort	Entf. v. Küste (km)
657	Casa de la Menora (Ayora)	75
514	Jarafuel (K A 2)	66
492	Fuente del Piojo (Jarafuel)	66
361	Bisorí (Carlet)	15 (!)
358	Mogente	60
343	Castillo de Montesa	50
293	Palomar (Albaida)	40
253	Navarres	40
205	Chella } südl. Alberique	35
205	Anna	35
130	Bellus, südl. Jativa	30
93	Jativa	28

Das bedeutet also, daß es sich nicht um eine gleichstarke Hebung der ganzen Platte handelt, sondern daß das jetzige Landinnere am stärksten gehoben wurde. Allerdings muß bemerkt werden, daß besonders unter den letzten Angaben einige zu tief sein werden, da nicht die alte Oberfläche gemessen wurde, sondern meist topographisch wichtige Punkte. Die Entfernungen beziehen sich nicht auf die heutige Küste, sondern auf den Gebirgsrand, der wohl als Bruch anzusehen ist und höchstwahrscheinlich die Ostgrenze der gehobenen Scholle darstellt. Eine Sonderstellung nimmt der Bisorí ein, der wahrscheinlich einen besonders hoch gehobenen Horst darstellt.

Das tiefste Pliocän liegt etwa bei 100 m über dem Meere. Also dürfte an der Randspalte die Scholle damals um den Betrag von etwa 100 m über das Meeresniveau emporgehoben worden sein. Da nun ferner die pliocänen Ablagerungen grobe Konglomerate sind, muß man annehmen, daß sie in Küstennähe abgesetzt waren. Es dürfte also die gesamte Hubhöhe hier nicht viel mehr als 100 m betragen haben. Ob der Einbruch des angrenzenden Mittelmeerteiles gleichzeitig erfolgte, was sehr wahrscheinlich ist, oder kurze Zeit darauf, läßt sich schwer entscheiden; sicher muß er im älteren Diluvium schon erfolgt sein, da die breite Aufschüttungsebene sicherlich erhebliche Zeit zu ihrer Bildung gebraucht hat. Die genauen Vorgänge bei der pliocänen bzw. postpliocänen Hebung konnte ich nicht feststellen, da meine Zeit dazu nicht ausreichte. Entweder handelt es sich um eine schildförmige Aufwölbung oder um eine staffelförmige Hebung einzelner Teilschollen. Letzteres wird wahrscheinlicher gemacht durch die hohe Lage des Bisorí sowie dadurch, daß das Miocän an einzelnen Stellen stark verbogen lagert. Cortazar gibt nicht an, ob es sich um Schleppung oder um eine Flexur handelt.

Durch diese ganz junge Hebung und damit die Verlagerung der Erosionsbasis hat sich die Diluvialzeit zu einer Periode intensivster Erosion entwickelt, die auch heute ihr Ende noch nicht gefunden hat. Diese Vorgänge sollen im morphologischen Teile besprochen werden. Aber auch in diluvialer, vielleicht sogar alluvialer Zeit scheinen noch Erdbewegungen stattgefunden

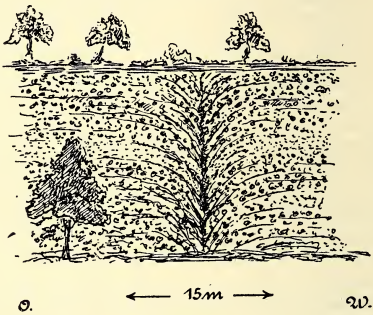

Fig. 8.
Erdbebensqalte „El palmero“ bei Domeño.

zu haben. In altdiluvialen Schottern bei Domeño findet sich nämlich eine prachtvolle Erdbebenspalte, deren Photographie mir leider nicht geglückt ist. Sie heißt bei den Bewohnern „el palmero“, die Palme, wegen ihres palmenartigen Aussehens. Ihre Dimensionen sind erheblich größer als die von W. Spitz[1]) beschriebenen. (Vgl. Fig. 8.)

Auch heute kommen an der spanischen Ostküste noch zahlreiche Erdbeben vor.

Morphologischer Teil.

Bei der Betrachtung, wie sich die heutigen Oberflächenformen der Provinz Valencia entwickelt haben, kommen geologisch hauptsächlich zwei Tatsachen in Betracht. Nämlich erstens die Landesgestaltung vor Absatz des Miocäns und zweitens die im vorigen Abschnitt besprochene junge Hebung des Landes, die allerdings entscheidend auf die ganze Entwicklung eingewirkt hat.

[1]) Jungdiluviale Erdbebenspalten im Neckarschuttkegel bei Heidelberg.

Wir müssen uns daher zunächst ein Bild von der Landschaft zu rekonstruieren versuchen, wie sie sich nach der Hebung der Kreideschichten während der ersten Hälfte des Tertiärs entwickelt hat. Wie schon hervorgehoben, finden wir nirgends das Tertiär das Gebirge bedeckend, sondern nur die Lücken zwischen den einzelnen Gebirgsstücken ausfüllend. Ehe also das Meer über das Land hereinbrach, hatten wir ein Gebirgsland mit breiten Senken, die sicher zum Teil tektonisch bedingt sind; sei es als Gräben, sei es als Mulden. Besonders reich an solchen Tälern war der Süden der Provinz mit seinen WSW—ONO streichenden Kreideketten, während der Nordwesten anscheinend einen geschlossenen, wenig gegliederten Gebirgsblock bildete. Dann brach das Meer herein, wie im vorigen Kapitel eingehender behandelt wurde. Es mag sich ein Landschaftsbild ergeben haben, wie etwa heute an der dalmatinischen Küste; schmale Meeresarme und Meerbusen, die vom Gebirgsbau abhängig sich im Lande verzweigten. Allmählich wurden diese Meeresarme mehr und mehr von dem Material, das von den Gebirgen abgespült und durch die Flüsse herbeigebracht wurde, ausgefüllt, und so entstand die pliocäne Aufschüttung, die heute zum Beispiel an der Bahnstrecke Jativa (K. B 3) — la Encina (a. d. K.) prachtvoll zu beobachten ist.

Nach dieser Auffüllung kam dann die Hebung, die das Land über 100 m, ja an einzelnen Stellen bis über 600 m gehoben hat. Diese Hebung fiel in das jüngste Tertiär, vielleicht auch in das älteste Diluvium, und ist für die ganze Entwicklung der Hydrographie und somit der Morphologie überhaupt maßgebend geworden. Mit dieser Tieferlegung der Erosionsbasis mußten natürlich die Flüsse ganz ungeheuer erodierend wirken. Es mußten naturgemäß zunächst steil eingeschnittene Schluchten entstehen. Die Flüsse bekamen ein sehr starkes Gefälle, und es dauerte sehr lange, bis die Erosionsterminante erreicht war.

Tatsächlich ist sie bei vielen Flüssen, vor allem bei den Hauptflüssen auch heute noch nicht erreicht.

Hand in Hand mit dem energischen Einschneiden ging ein starkes Abwittern der Hänge, und die Flüsse bekamen ein riesiges Material abzuführen. Beim Austritt ins Meer füllten sie zunächst die vorher durch ihr eigenes Einschneiden und durch die Brandung gebildeten kleinen Buchten aus, dann schoben sie Deltas vor und schütteten so nach und nach die heutige Küstenebene auf, die auf Grund des Klimas und des verschiedenartigen Materials, aus dem sie zusammengesetzt ist, von einer wunderbaren Fruchtbarkeit ist.

Die Talformen der heutigen Täler sind noch nicht vollendet, noch stets arbeiten Wasser und Verwitterung an ihnen fort. Es sind steilwandige enge Schluchten ohne Talboden, mit starkem Gefälle, mitunter Stromschnellen und kleinen Wasserfällen. Der Gesamtverlauf ist wenig gewunden und steht in seiner Hauptrichtung senkrecht auf der Küste.

Die Täler sind so eng, daß fast stets nur gerade der Bach oder Fluß darin Platz hat. Die Bahnlinien, ja selbst die Landstraßen können fast nie die Täler benützen, sondern müssen mit großen Kunstbauten über die Höhen geführt werden. Soweit die Gehänge bereits ihren normalen Böschungswinkel erreicht haben, sind sie derart mit Gehängeschutt überdeckt und von Kriechbewegungen heimgesucht, daß es außerordentlich erschwert ist, die Lagerung des Gesteins zu übersehen. Da in den Gebirgen Kalkschichten eine große Rolle spielen, so herrschen schroffe Formen mit sehr steilen Hängen im allgemeinen vor. Fast senkrechte Abstürze sind nicht selten.

In den Gebieten der klastischen Gesteine allerdings, des Buntsandsteins und vor allem der Mergel der Gipsgruppe sowie der Arkosen der oberen Kreide herrschen weichere, mehr gerundete Formen vor. Stehen die Mergel in großen Gebieten an, so gibt sich dies durch flachwellige Hügellandformen kund.

Während die mesozoischen Kalkgebirge nebst ihren untergeordneten petrographisch abweichenden Schichten die unregelmäßigen, schwierig zu analysierenden Formen aufweisen, die für Faltengebirge charakteristisch sind, stehen in schroffem Gegensatz dazu die Formen der Tertiärlandschaft. Sie bilden zwischen den Kreideketten weite Plateaus von langgestreckter Form und einer Breite von 10 und mehr km. Da sie aus horizontal geschichtetem Material bestehen, so zeigen sie die Formen des Tafellandes. Es ergibt ein ganz eigenartiges Landschaftsbild, wenn man in einem dieser Täler steht. Eine enge cañonartige Schlucht, mit der durch die Schichtung hervorgerufenen charakteristischen horizontalen Gliederung, wird oben gerade abgeschnitten .Die Seitentäler verhalten sich ebenso, und über einem solchen Seitentale ragen dann die schroffen Gipfel eines Faltengebirges hervor. Leider konnte ich keine photographische Aufnahme davon machen.

Detailformen im Gelände wurden schon jeweils bei Besprechung der betreffenden Gesteinsgruppe geschildert.

Hydrographie. Interessant, wenn auch nicht ganz einfach zu analysieren ist die Entwicklung des Wassernetzes. Wir müssen hier vor allem zwei Gebiete voneinander trennen, die

durch ihre Vorbedingungen sich wesentlich unterscheiden; das sind einerseits im Süden das Gebiet, das vom Meere überflutet war, und der geschlossene Gebirgsblock im Nordwesten der Provinz andrerseits.

Relativ einfach gestaltet sich die Hydrographie des ersten Gebietes. Hier war nach dem Zurückweichen des Meeres dem Wasser sein Lauf schon vorgezeichnet. Von den Gehängen flossen die Tagewässer in die Ebenen ab und schnitten sich in die Konglomeratmassen ihr Bett ein; die Flüsse folgen daher stets mehr oder minder den ehemaligen Meeresbuchten, haben allerdings im Laufe der Zeit einige Veränderungen durchgemacht.

So ist zum Beispiel das Durchbruchstal des Rio Albaida oberhalb Jativa (K. B 3) sicher erst nachträglich entstanden; wahrscheinlich dadurch, daß zwei einander gegenüberliegende Seitenbäche das Gebirge derart angesägt haben, daß sie längere Zeit um die Wasserscheide kämpften, bis der nach Norden strömende schließlich die Oberhand gewann und den andern anzapfte. Zuletzt schnitt er dann auch den Hauptbach an, der entweder westlich um die Kreidekette herum nach Jativa strömte oder aber nach Gandia zu entwässerte. Das zu entscheiden, müßte Gegenstand einer Spezialuntersuchung sein.

Schwieriger gestaltet sich die Untersuchung im übrigen Teile der Provinz. Den Rio Palancia mit seinem System möchte ich unberücksichtigt lassen, da er nur mit seinem untersten Lauf der Provinz angehört, und ich ihn so gut wie gar nicht kenne.

Der Rio Turia und Rio Jucar mit ihren Hauptnebenflüssen strömen etwa senkrecht auf die Küste zu und kreuzen die vermutlichen Isanabasen etwa senkrecht, sind also konsequent. Der Oberlauf hat bei allen einen Nord-Süd-Verlauf. Es wäre möglich, daß in vormiocäner Zeit eine Entwässerung des ganzen Landes von Norden nach Süden stattgefunden hätte, doch kann ich keine Beweise dafür anführen. Höchstens könnte man annehmen, daß der Rio Cabriel ursprünglich seine Fortsetzung im Rio Reconque hatte, der dann nach der Provinz Alicante zu geflossen sein könnte. Jedenfalls fließt der obere Reconque in pliocänen Ablagerungen, und es ist so gut wie sicher, daß das Pliocänmeer von Süden in dieses Tal eingebrochen ist.

Das Talsystem der Rio Turia bietet weiter nichts Bemerkenswertes. Sein Oberlauf ist von Nord nach Süd gerichtet, sein Unterlauf folgt der Richtung senkrecht zur Küste.

Das System des Jucar ist eigentlich ein Doppelsystem, nämlich des Rio Magro und des Rio Jucar selbst. Beide mündeten wohl ursprünglich getrennt ins Meer und haben sich erst durch Verlagerung des Bettes innerhalb des auf dem Delta entstandenen Schuttkegels vereinigt. Der Rio Magro hat ebenso wie der Turia normalen Verlauf. Der mittlere Teil des Jucar ist wohl nur mit Hilfe einer prätertiären Mulde zu erklären. Er hat dann wohl das System des Cabriel-Reconque, wie oben erwähnt, angezapft und in sein Wassernetz einbezogen. Schwerer zu erklären ist in diesem Falle der oberste Lauf des Jucar. Er ist nach der eben erklärten Annahme ein Seitenfluß des Reconque gewesen.

Eine wichtige und interessante Erscheinung, die in fast allen diesen Flußtälern in einer bestimmten Höhe sich beobachten läßt, sind diluviale Seebecken. An eine Glazialerscheinung ist sicher nicht zu denken. Ich erkläre mir diese Becken so, daß schon vor der Hebung dort breitere Talungen sich fanden, die nach der Hebung zunächst ohne Abfluß blieben und sich so lange Zeit halten konnten. Sie wurden dann, als die Flüsse ihr Bett so weit rückwärts eingeschnitten hatten, durch diese angezapft und schließlich entleert.

Das größte dieser Becken, das von Requena-Utiel (K. A 1 2), kenne ich nicht aus eigener Anschauung. In der Form (nach Cortazars Karte) erinnert es sehr an die pliocänen Meeresarme, so daß hierin die oben versuchte Erklärung eine Stütze findet. Daß sich hier noch jüngere Schichten absetzen konnten, erklärt sich ohne große Schwierigkeit daraus, daß eben längere Zeit verging, bis das Becken angezapft wurde.

Aus eigener Anschauung kenne ich das Becken von Chelva (K. A 1). In seinen tieferen Teilen ist es mit Geröllen der benachbarten Gebirge erfüllt. Das Material wird nach oben feiner, d. h. die Transportkraft nahm ab, bis schließlich gar nichts mehr herbeigetragen wurde. Also war die Erosionsterminante des Zuflusses erreicht. Das Wasser war natürlich ziemlich kalkhaltig, es siedelten sich Wasserpflanzen an, die den Kalk als Kalksinter niederschlugen. In diesen Schichten finden sich Melanopsis, Limnäen und Succineen. Das Becken wurde dann durch den Rio de Chelva entleert, der sich in die Sedimente dieses Beckens sein Bett gegraben hat. In dem recht wenig widerstandsfähigen Material wird für diese kurze Talstrecke jeweils die Erosionsterminante rascher erreicht als im Kalkgebirge weiter oben und weiter unten. Daher kann der Fluß hier etwas in die Breite arbeiten. Das ist außer an einer Stelle in bunten Mergeln das einzige Mal während seines

ganzen Verlaufes innerhalb der Provinz. Bei Chelva hat sich heute ein kleiner Talboden gebildet, der für einige Anpflanzungen Raum bietet.

Ein ähnliches Becken findet sich noch bei Alcublas im Norden der Provinz. Vielleicht ist auch das Becken von Jalance-Cofrentes ähnlich entstanden, doch scheint es mir wahrscheinlicher, daß es in den Gipsmergeln durch den Zusammenstoß mehrerer Flüsse ausgeräumt wurde. Ob durch die heutige Flußkombination oder schon vor der Anzapfung durch den Jucar, muß vorderhand offengelassen werden.

Die Morphologie und die Entwicklung der Hydrographie bieten eine Fülle von interessanten Problemen und Erscheinungen, die sehr wohl einer Spezialuntersuchung würdig wären.

Manuskript eingegangen am 3. September 1910.]

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: 63

Autor(en)/Author(s): Ewald Rudolf

Artikel/Article: 8. Untersuchungen über den geologischen Bau und die Trias in der Provinz Valencia. 372-417