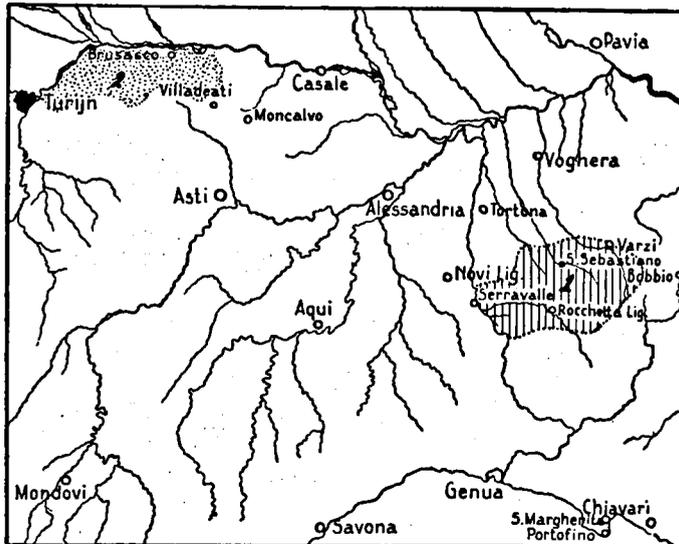


# DIE GEOLOGIE DES WESTLICHEN TEILES DER BERGE VON MONFERRATO ZWISCHEN TURIN UND MURISENGO.

Ein Beitrag zur Geologie des Nordapennins  
VON  
**C. BEETS, Leiden.**

*Hierzu Taf. 2 u. 3.*

	Seite
I. Einleitung . . . . .	196
II. Stratigraphie	
a) Einleitung . . . . .	198
b) Beschreibung	
1) Argille scagliose . . . . .	199
2) Alteoocän („Parisien“) . . . . .	201
3) Jungeoocän („Bartonien“) . . . . .	202
4) Tongrien . . . . .	204
5) Oberoligocän („Stampien“) . . . . .	207
6) Untermiocän („Aquitaniens“) . . . . .	208
7) Langhien . . . . .	214
8) Helvetien . . . . .	215
9) Tortonien . . . . .	221
10) Miopliocän . . . . .	221
11) Plaisancien . . . . .	222
12) Astien . . . . .	223
c) Synthese der sedimentären Genese . . . . .	224
d) Bemerkungen über gewisse stratigraphische Phänomene . . . . .	236
III. Tektonische Beschreibung des Gebietes . . . . .	241
IV. Kurze Bemerkungen über die Morphologie des Gebietes . . . . .	246
V. Literaturverzeichnis . . . . .	248
Geologische Karte und Profile.	



1. Dissertation S. v. D. HEIDE<sup>1)</sup>.  
2. Das hier behandelte Gebiet [Turijn = Turin].

<sup>1)</sup> Dieser Band, S. 87—170.

## I. EINLEITUNG.

Die vorliegende Arbeit stellt ein ausführliches Resumé einer Arbeit in holländischer Sprache dar: „De geologie van het westelijk deel van het Heuvelland van Monferrato tusschen Turijn en Murisengo“, Dissert. Leiden, Augustus 1941<sup>2)</sup>.

Das bearbeitete Gebiet ist bisher, namentlich in tektonischer Hinsicht, nur oberflächlich untersucht worden. Störungen wurden nie erwähnt, Profile waren nur spärlich vorhanden. Da sich die Stratigraphie als ausserordentlich interessant erwies, sobald die feineren Merkmale in einer Karte eingetragen wurden, wie es hier geschah<sup>3)</sup>, konnte zum ersten Mal ein Schema der sedimentären Genese für einen erheblichen Teil der Berge von Monferrato aufgestellt werden.

Ueber das Turiner Tertiär besteht schon seit Jahrzehnten eine ausgedehnte Literatur, und man findet eine Uebersicht der ungeheuer grossen Anzahl älterer Publikationen über Piemonte in SACCO'S Standardarbeit (Lit. 39, S. 11—39, 928—931). Zwecks Vergleichung der Karten waren mir nur zugänglich:

1889: „Carta geologica del Bacino terziario del Piemonte“, rilevata da FED. SACCO, scala di 1:100.000 (Lit. 39 begleitend; vgl. auch S. 932—936).

1889: Ein kleiner Teil des hier besprochenen Gebietes: Pl. 1: Lit. 38 (1:25.000).

1905: Pl. 31; Lit. 32 (1:100.000).

1907: Pl. 1: Lit. 31 (1:100.000).

Das ganze Gebiet ist angegeben auf den modernen italienischen geologischen Karten 1:100.000 von TORINO (Foglio 56) und VERCELLI (Foglio 57), während für meine Kartierung im Massstab 1:25.000 die folgenden militär-topographischen Karten benutzt wurden:

Foglio 56, I, S.E. (Chivasso)	Foglio 57, III, N.E. (Gabiano)
Foglio 56, II, N.E. (Casalborgone)	Foglio 57, III, S.E. (Montiglio)
Foglio 56, II, S.E. (Buttigliera d'Asti)	
Foglio 56, II, N.O. (Gassino)	Foglio 57, III, N.O. (Cocconato)
Foglio 56, II, S.O. (Chieri)	Foglio 57, III, S.O. (Castelnuovo d'Asti)
[Foglio 57, IV, S.O. (Saluggia)]	
	Foglio 57, IV, S.E. (Crescentino)

Die Beschreibungen geschahen mit Hilfe des Koordinatennetzes dieser Karten; so wurde für Ortsangabe z. B. geschrieben: Superga (D.3). Auch wurden die verschiedenen tektonisch wichtigeren Teile benannt: vgl. Fig. 1.

Die zahlreichen Aenderungen, die beim Vergleich mit älteren Karten sofort ins Auge fallen, erschweren das Durcharbeiten vieler Studien in hohem Masse, besonders jener palaeontologischen Arbeiten, in denen

<sup>2)</sup> Noch vorrätig, im Verlag der N. V. VAN GORKUM & COMP., Assen, Niederlande.

<sup>3)</sup> Nur zum Teil auf SACCO'S Kärtchen in Lit. 51.

die Fossilienfundorte meistens nur sehr ungenau angegeben wurden (z. B. ohne weitere Bezeichnung: Helvetien v. Cocconato <sup>4)</sup>). Leider war es daher nicht möglich, inbezug auf die angegebene stratigraphische

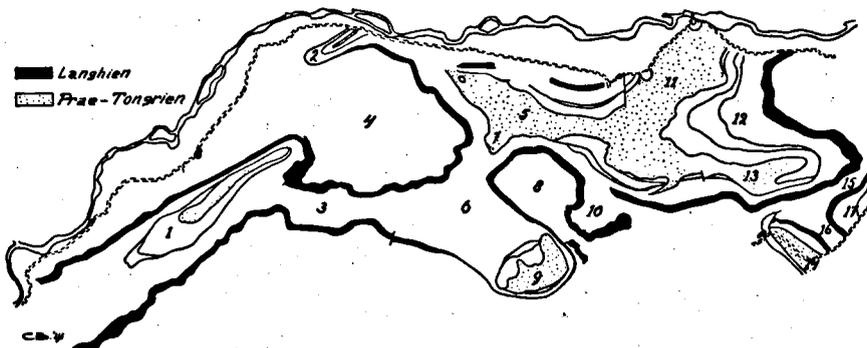


Fig. 1.

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Antiklinale <sup>5)</sup> von Gassino                                | 9. Ant. von Serra        |
| 2. Ant. von Castagneto  | 10. Ant. von Vignaretto  |
| 3. Ant. von Cinzano   | 11. Ant. von Monticelli  |
| 4. Synklinale <sup>6)</sup> von Casalborgone                            | 12. Sy. von Cervotto     |
| 5. Ant. von Piazze  | 13. Ant. von Cortiglione |
| 6. Ant. von Berzano   | 14. Ant. von Murisengo   |
| 7. Ant. von Pareglio (nur scheinbar fortgesetzt in die Ant. v. Berzano) | 15. Sy. von Santa Maria  |
| 8. Sy. von Tonengo  | 16. Sy. von Cicengo      |
|   | 17. Ant. von Montalero   |

Verbreitung einer Reihe von Fossilien Korrekturen anzubringen; daher müssen die Altersangaben zahlreicher Fossilien aus diesem Gebiet als fragwürdig beschaut werden. Es sei noch erwähnt, dass für die Nomenklatur der von mir bestimmten Mollusken THIELE's „Handbuch der systematischen Weichtierkunde“ zugezogen wurde.

<sup>4)</sup> Vgl. den jetzigen fraglichen Charakter einer solchen Angabe: die Ant. v. Vignaretto und die Störungen jener Gegend wurden bisher nie angegeben, und es kann sich in diesem Falle nicht nur um Helvetien, sondern auch noch um Langhien und Untermiocän handeln!

<sup>5)</sup> Im Folgenden gekürzt: Ant.

<sup>6)</sup> „ „ „ : Sy.

## II. STRATIGRAPHIE.

### a. Einleitung.

Schon seit längerer Zeit teilte man das Turiner Tertiär mit Vorliebe lithologisch ein (vgl. Lit. 35, 36, 42, 44, 51), aber leider bevorzugte man bald eine andere Art der Einteilung, nämlich die „facielle“ Einteilung mit regelmässiger Alternierung neritischer und Tiefwasserablagerungen<sup>1)</sup>. Diese Betrachtungsweise zeugt gewiss von einer zu simplen Auffassung der Sedimentation, welche oft mit Recht kompliziert zu nennen ist.

Da fast keine zuverlässig angegebenen Faunae dieses Gebietes bekannt sind, konnte hier leider nicht auf eine Untersuchung der Facies eingegangen werden. Wir können nur hier und da Schlüsse allgemeinen Charakters aus den oft aufgestellten Fossilienlisten ganzer Etagen ziehen.

Die ältesten Einteilungen sind von CH. MAYER—EYMAR, 1857—1868 [vgl. Lit. 32, S. 864 (863—'69), 870]; auch von grosser Bedeutung sind später die Arbeiten von SACCO (u. a. Lit. 39). Da von manchen Foraminiferenspezialisten für das Eo-Oligocän Aenderungen der Einteilung vorgeschlagen wurden<sup>2)</sup>, soll die hier angewandte Einteilung auf neutraler Basis kurz erläutert werden. Man ist nämlich oft ohne Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse verfahren, wie es vielfach von Palaeontologen geschieht. PREVER z. B. (Lit. 31) vermutet das Vorhandensein von Hiaten und Diskordanzen, die, wie sich erweist, u. a. nicht mit der geologischen Genese des Gebietes übereinstimmen und auch nicht rein-stratigraphisch gestützt werden können; auch hat PREVER nur einen kleineren Teil unseres Gebietes untersucht, noch dazu nicht den wichtigsten.

Ausserdem will man öfters genau alle Etagen eines gut bekannten Beckens, z. B. des Pariser Beckens, in einem anderen wieder antreffen, als ob nicht gerade manche Etagen verborgen bleiben können durch Fehlen kennzeichnender Fossilien! Man braucht dann noch nicht ungeheure Hiäte anzunehmen! Auch bieten abweichende Faunenentwicklungen Schwierigkeiten (vgl. Lit. 18, S. 499, Lit. 50, S. 19—20).

Sehen wir uns jetzt die Tertiärserie des Turiner Gebietes an:

Für das Eocän [pro parte] wurde eine Zweiteilung vorgeschlagen. Das „Parisien“ wurde jetzt *Alteocän* [s. l.] genannt; es handelt sich hier zwar teilweise um Lutétien, wie Foraminiferenfunde in unbekanntem, aber wahrscheinlich jüngsten Niveau (in Sandbänken bei Brusaschetto) zeigen, aber es können leicht noch ältere Teile des Eocäns vorhanden sein.

Das „Bartonien“ wurde *Junocän* benannt, d. h. es umfasst sicher Lutétien [pars], Auversien, Bartonien und Ludien. Die „Bartonien“-Kalkschichten der Ant. v. Gassino wurden zwar bisher zum Lutétien gerechnet, aber es können nicht ohne

<sup>1)</sup> In solchen verengten Meeresräumen wie das Becken von Piemonte während des Tertiärs wohl schon aus diesem Grunde abzulehnen. Ausserdem wurden hier Mergel in gewaltigen Massen abgelagert: auch dies stimmt im allgemeinen nicht mit tiefen Meeresräumen überein.

<sup>2)</sup> DOUVELLÉ, HAUG, PREVER, (GIGNOUX).

weiteres (Auversien), Bartonien und Ludien fehlen. Fast überall gehen Jungeocän und Tongrien konkordant und sehr regelmässig ineinander über, und ausserdem sind Hiäte in konkordanten Schichtenfolgen undenkbar in einem Gebiet mit einer Sedimentationsgeschichte wie das Turiner Becken (fortwährend Zufuhr terrigener Materialien). Gewiss haben wir hier mit verwirrendem, abweichendem Verhalten der faunistischen Entwicklung, verglichen mit anderen Gebieten, zu tun.

Das Oligocän beginnt im Westen mit einer dünnen Serie von regelmässig alternierendem Sand und Mergel, dem „Sestien“ der älteren Literatur; es enthält eine zum Teil deutlich oligocäne Fauna (z. B. *Camerina intermedia*, *C. fichteli*), die aber auch noch Jungeocän-Formen zeigt (Lit. 31, vgl. Lit. 45). HAUG fasste das „Sestien“ dann als fragliches Auversien auf (Lit. 19). In anderen Teilen des Gebietes wurden Uebergangsschichten zwischen Jungeocän und Oligocän oft als „Sestien“ bezeichnet (vgl. Lit. 38); sie gehören dann aber sicher zum Tongrien, wie man u. a. deutlich aus den älteren Fundortsangaben einiger Foraminiferen sehen kann, z. B. C. Chinoni, Molino del Boschetto, usw. Auf Grund der (also beschränkten) Erforschung der Ant. v. Gassino rechnete PREVER (Lit. 31) das Tongrien unrichtig zum „Bartonien“, auf welches mit ungeheurer grossem Hiatus [Ludien + Oligocän (+ Aquitanien)] das Langhien PREVER's (= Burdigalien) folgen würde. PREVER's Langhien umfasste das sogenannte „Stampien“, „Aquitaniens“, Langhien und das untere Helvetien der Einteilung SACCO's. GIGNOUX (Lit. 18) folgte offenbar kritiklos PREVER's Auffassung.

Das „Stampien“ umfasst sicherlich das ganze Oberoligocän, also auch Chattien und Aquitanien, welche Unterabteilungen in Piemonte nicht palaeontologisch oder lithologisch getrennt auftreten (auch die „Grenze“ mit dem Tongrien ist nicht mit jener anderer Gegenden zu parallelisieren, kann also nur mit grösstem Vorbehalt acceptiert werden). Uebrigens wird das klassische Aquitanien von Bordeaux verschieden eingeteilt, entweder zum Miocän oder zum Oligocän gerechnet (vgl. Lit. 18, u. a. S. 503). Da die bisher „Aquitaniens“ genannte Serie des Turiner Tertiärs sicherlich das ganze Unteroligocän umfasst, also vielleicht nicht nur das Burdigalien, sondern auch das Aquitanien, falls diese Etage zum Miocän zu rechnen wäre, so nennen wir die Serie zwischen Oligocän und Langhien neutralerweise *Untermiocän* \*).

Das Langhien wird besonders in Italien so unterschieden; es ist in anderen Gegenden mit dem unteren Helvetien horizontal verwachsen, in Piemonte aber eine konkordant unter dem Helvetien auftretende Serie lokaler Bedeutung, die also wahrscheinlich nicht analog ist dem „Schlier“ des Wiener Beckens.

Im allgemeinen bedarf die Einteilung der jüngeren Serien keiner Erläuterungen (vgl. Lit. 18, 19).

Besonders sei noch erwähnt, dass die vielbenutzte Abkürzung  $s + m$  bedeutet: Sand- und meistens dünnere Mergelschichten in regelmässiger Abwechslung. Andere Abkürzungen: N. = Nord, S. = Süd, W. = West, E. = Ost.

## b. Beschreibung.

### 1). Argille scagliose.

*Diese merkwürdige Formation macht mit ihren Einschlüssen verschiedener Art sehr stark den Eindruck einer durch jüngere Serien diapyr emporgedrungenen, besonders plastischen Tonmasse, die dabei wahrscheinlich in jenen tertiären Gesteinen intrudiert wurde.*

Die Argille scagliose bestehen grösstenteils aus den bekannten vielfarbigen, äusserst plastischen Tonarten, die bei den tektonischen Prozessen so stark geknetet und gepresst wurden, dass jeder Versuch,

\* Uebrigens sei bemerkt, dass die oft als charakteristisch für das typische Aquitanien genannte *Melongena lainei* (Bast.) nicht auf das Aquit. beschränkt ist, sondern auch im Burdigalien und Helvetien auftritt (vgl. COSSMANN: Essais de Paléoconch. comparée, Vol. 4, S. 86).

in ihnen oder in ihren Einschlüssen normale Einfallen der „Schichten“ festzustellen, eine unmögliche und ziellose Aufgabe ist; jeder frische Aufschluss zeigt ein intensives Durcheinanderfließen der Tonschichten; alle ursprünglich mit dem Ton regelmässig alternierenden Kalkbänkchen („*calcare alberese*“) sind zu einem Chaos verwandelt<sup>10)</sup>. Auch ist nirgends ein normaler stratigraphischer Kontakt mit jüngeren Etagen vorhanden! Durch ihr plastisches Verhalten bei den tektonischen Prozessen ist es daher unmöglich, eine genaue Altersangabe der Argille scagliose zu machen.

Zu den zertrümmerten Einschlüssen, welche ursprünglich mit dem Ton alternierten, rechnen wir die Bänkchen „*calcare alberese*“ (z. B. bei Novarese: G. 18, La Pietra: G. 18, C. Vai: G. 16), Kalkbreccien bei Novarese (Lit. 39, S. 83, Lit. 31, S. 6), Kalksandsteinbänke („*pietraforte*“) mit *Orbitolinae*<sup>11)</sup>, und graugefärbte Kalkbänke. Derartige Gesteinsreste sind überall im Gebiet verbreitet. Ferner kennen wir graue, feinkonglomeratische Sedimente, z. B. südlich von Quarlasco (H. 22), im dortigen Tal mit Kalksandsteinen auftretend. Ein merkwürdiger Einschluss ist noch die sogenannte Lias-Breccie bei C. Boggetta (G. 17) im oberen Laufe des Rio del Piano; sie wurde entdeckt von M. SISMONDA (1860), untersucht von PARONA, dann von PREVER (Lit. 31) und ausführlicher von PARONA (Lit. 29, mit Abb.) beschrieben. Es ist eine rötliche, u. a. mit Kalkblöcken gemischte Breccie, welche eine Liasfauna von Brachiopoden und Pelecypoden lieferte; die Breccie wird begleitet von Kalksandsteinen und dolomitischen Bänken, von der „Lias“-Breccie getrennt durch andere brecciöse Bildungen, die man noch 300 m. westlich von La Pietra wahrnehmen kann (vgl. Lit. 32, Abb.).

Das Wesen einer gemischten Breccie, u. a. mit Lias-Kalkblöcken, schliesst aber ein Lias-Alter aus. Diese Bildung muss jünger sein, ist daher gar kein wertvolles Argument gegen SACCO's Annahme eines kretaceischen Alters der Argille scagliose.

Diese Breccie hatte in unserem Gebiet eine beschränkte Verbreitung: sie ist sonst nirgends bekannt, was man schwer einer weniger intensiven tektonischen Rolle der Arg. sc. zuschreiben kann.

Einschlüsse jüngerer Gesteine sind: 1) *Alteocän*-Kalkblöcke oft enormer Grösse, welche im ganzen Gebiet bei den tektonischen Prozessen in den Arg. sc. aufgenommen wurden; 2) Reste feinkonglomeratischer bis brecciöser Schichten mit *Camerinae* und *Assilinae* (u. a. *A. mamillata*), von SACCO erwähnt<sup>12)</sup> für die Ant. v. Piazza und jene von Serra;

<sup>10)</sup> Vgl. dagegen die ältere Literatur. Auch auf dem Blatt Vercelli der italien. geolog. Karte 1: 100.000 wurden sogar in den Argille sc. der Ant. v. Monticelli Streichen und Fallen angegeben!

<sup>11)</sup> So z. B. westlich von La Pietra mit *Orb. lenticularis* (Blumenb.): vgl. SILVESTRI, Palaeontographica Italica, Vol. 32 (N. S., Vol. 2), 1931, S. 175—179. PREVER (Lit. 31, S. 7) gibt drei unbenannte *Orbitolina*-Arten an, die auf ein Cenomanien-Alter schliessen lassen würden.

<sup>12)</sup> Leider wurde ihr Vorkommen nicht genau angegeben, und SACCO ist nie wieder darauf zurück gekommen.

diesen Bildungen kommt wahrscheinlich ein alt- bis mittel-eocänes Alter zu. Sie können wohl nur an der Wende der Arg. sc.-Eocän-Sedimentation entstanden sein, d. h. mit den jüngsten Arg. sc. alterniert haben; 3) Reste grobkonglomeratischer, fossilleerer, oft sandreicher Bildungen, auf der Karte angegeben bei Novarese (Valle Monteu), C. Castellazzo (F. 26), C. Nuova und C. Forno (G. 22); an allen Stellen grenzen sie oben mehr oder weniger nah an *Alteocän*, eine merkwürdige Tatsache, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit annehmen lässt, dass sie nur wenig älter sind als das *Alteocän*, und den Anfang der Tertiärsedimentation angeben; ihrer Ablagerung könnte jene der konglomeratischen Bänkechen mit *Camerinae* und *Assilinae* vorangegangen sein! Sie bestehen (Lit. 10, 37, 39) aus Quarziten, Radiolariten, Graniten, Porphyren, Serpentinien und Kalkarten<sup>13)</sup>. Die Gerölle messen  $\pm$  5—10 cm. bis über 1 m. zuweilen. Die hier und da in den Arg. sc. auftretenden Gerölle dieser Gesteine sind wahrscheinlich bei den tektonischen Prozessen aus den zertrümmerten Konglomeraten aufgenommen worden. Das Material zeigt deutlich die Abstammung aus dem nahen Gebiete der Westalpen (Penniden) an.

Es sei noch bemerkt dass SACCO in den Rio Freddo-Aufschlüssen (Ant. v. Serra) dreimal das Vorkommen von Ophiolit erwähnt (Lit. 38, S. 14, Lit. 39, S. 92). Auch gibt es auffallend grosse Ströme von Arg. sc. in den Tälern nahe Gerbole, Monteu und Lauriano, die noch immer talabwärts fortschreiten.

Insbesondere sei auf die Injektionen der Arg. sc. (nicht auf der Karte anzugeben) bei C. Scarrone (G. 18) im stark gestörten *Jungeocän* und bei Vignali (E. 22) im *Untermiocän* hingewiesen (an letztgenannter Stelle 1—5 m. mächtig, *Unterm.*-Mergel beigemischt); auch bei S. Antonio Vecchiò (E. 25) sind im *Jungeocän* und *Untermiocän* noch Arg. sc.-Injektionen vorhanden, und auch in starkem Masse in der Störung von Voggiardi, wo der grossen Arg. sc.-Injektion *Alteocän*, *Jungeocän* und *Untermiocän* beigemischt ist.

Die grössten Unterschiede, was die Verbreitung der Arg. sc., verglichen mit älteren Karten, anbetrifft, findet man in der Ant. v. Serra, der Umgebung von Vallese-Vignali-Piai, und in der Ant. v. Cortiglione (zwischen C. del Rosso: E. 27, und C. Bellizolo: E. 25).

Das Alter der Argille scagliose wird verschieden geschätzt (vgl. Lit. 15; es wird etwa von Jura über Kreide bis ins ältere oder mittl. Eocän (?) verlaufen; GIGNOUX (Lit. 18, S. 476) spricht von einer „Série compréhensive“).

## E o c ä n [pro parte].

### 2). *Alteocän* („Parisien“).

*Diese Gesteine bestehen überall, wo sie zutage treten, aus feingeschichteten, grauweissen mergeligen Kalkbänken von ziemlicher Dicke, alternierend mit meistens dünneren Mergelschichten. Die untere Grenze ist nicht bekannt, die obere nur an einer Stelle (vgl. unten), wo statt Mergel-jetzt Sandbänke im jüngsten *Alteocän* erscheinen als Uebergang zum *Jungeocän*.*

<sup>13)</sup> Nur die Kalkgerölle zeigen Eindrücke (Lit. 37, Pl. 6, Fig. 2—7), welche bekannt sind aus der Mollasse-Nagelfluh der Schweizer Alpen; ihnen wird bekanntlich eine Entstehung durch Lösung unter Druck zugeschrieben: vgl. ALB. HEIM, Geologie der Schweiz, I, S. 58—61.

Das Alteoecän ist am besten bekannt aus der Ant. v. Piazzo, Pareglio, Monticelli und Piazzone (F. 21), wo die schlecht aufgeschlossenen Kalkbänke immer stark gestört sind. Ueberall bestehen anormale Kontakte, sowohl in tektonischer wie stratigraphischer Hinsicht, mit anderen Gesteinsserien<sup>14)</sup>, wie sich noch gut feststellen lässt aus vielfachem Fehlen der untersten *s + m*-Serie des *Jungeocäns*; die besondere Armut an Fossilien ist schon längst bekannt<sup>15)</sup>. In der Ant. v. Monticelli sehen wir gewaltige Alteoecänblöcke, aufgenommen in den *Arg. scagliose* während der tektonischen Prozesse. Es liess sich nicht feststellen, inwieweit noch *Arg. sc.* im Gebiet von Piazzone eine Rolle spielen<sup>16)</sup>, aber jedenfalls spielen sie eine wichtige tektonische Rolle bei der Entstehung dieser fremdartigen Kulmination. Auch in der Ant. v. Serra ist das Alteoecän nur bekannt als Reste einer zertrümmerten Formation<sup>17)</sup>, aufgenommen in den *Arg. sc.*; das Gleiche gilt für die Ant. v. Murisengo und für die *Arg. sc.*-Injektion der Ant. v. Cortiglione, die hie und da Alteoecän enthält, dessen Vorkommen auf älteren Karten als erstaunlich gross verzeichnet ist (vgl. Foglio Vercelli); ausserdem für das komplizierte Gebiet zwischen Vignali-Vallese-Piai, wo z. B. Casaretto (E. 23) auf einem grossen Block Alteoecän gebaut wurde. Ein im oberen Teil des Valle Caservalle, nördlich von Cortiglione vorkommender Block Alteoecän ist wahrscheinlich mit einem früheren *Arg. sc.*-Strom aus dem Gebiete von Vallese mitgeführt worden.

Besonders sei das jüngere Alteoecän südlich von Brusasco erwähnt, in dem auch Sandbänke auftreten (nahe La Fabbrica: F. 21); es sind wahrscheinlich auch diese Jung-Alteoecän-Sandbänke, welche bei Brusaschetto (am Po entlang, N. E. unseres Gebietes: vgl. Foglio Vercelli) manche Foraminiferen lieferten (Lit. 39, S. 80, 932; Lit. 50, S. 14), nämlich *Assilinae*, *Camerinae* und *Discocyclinae*, welche auf Lutétien hinweisen (vgl. Lit. 19, S. 1435).

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass das Vorkommen von Alteoecän in der Ant. v. Gassino (vgl. z. B. Foglio Vercelli) nachdrücklich verneint werden muss: überall wurde deutlicher *Jungeocän*-Mergel konstatiert. Auch wurde früher zwischen Piazzo und der Ant. v. Pareglio ein kleines Alteoecänvorkommen im *Jungeocän* angegeben, welche Ansicht ebenfalls nur abzulehnen ist.

### 3). *Jungeocän* („Bartonien“).

*Diese Ablagerungen setzen sich zusammen aus einer nur hier und da erhaltenen oder zutage tretenden unteren s + m-Serie, überlagert von einem meistens schnell konkordant ins Tongrien übergehenden Mergelkomplex mit einzelnen Sandschichten und Foraminiferen-Kalkschichten örtlichen Charakters (Ant. v. Gassino, Serra, Cortiglione). Im jüngsten Abschnitte des Jungeocäns können in einer bestimmten nördlichen Zone des Gebietes dünne konglomeratische Schichten auftreten bis östlich in die Ant. v. Cortiglione: das Material stammt deutlich aus den nahen Penniden.*

<sup>14)</sup> Im Gegensatz zur älteren Literatur: vgl. z. B. Lit. 39.

<sup>15)</sup> Man hat bisher nur *Chondrites*-Problematica (vgl. Lit. 25, S. 35—36) aufgefunden, besonders im Gebiete nahe Piazzone (vgl. Lit. 39, S. 82).

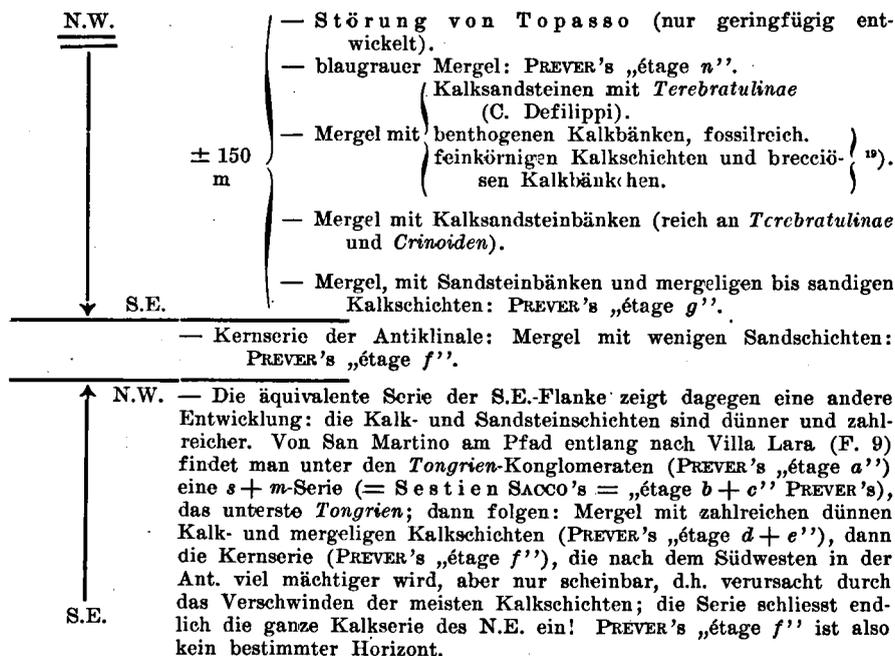
<sup>16)</sup> SACCO erwähnt noch *Argille scagliose* „sotto Piazzone“: Lit. 39, S. 82.

<sup>17)</sup> Im Gegensatz zur bisherigen Auffassung: vgl. Foglio Vercelli, wo ein wirklicher Alteoecän-Saum angegeben wurde. SACCO hat hier dagegen eher (Lit. 38) richtiger nur „Ligurien“ (= *Arg. sc.* + Alteoecän, ungetrennt) angegeben.

Die untere  $s + m$ -Serie ist nur zum Teil bekannt von Piai (F. 22) in einer stark überkippten antiklinalen Flanke (vgl. Profil 36), in der Ant. v. Serra, nördlich von Serra (C. 18), sonst südlich von La Giustizia (H. 17), aber erst gut erhalten im Valle Trincavenna nahe La Fabbrica<sup>18)</sup>, wo man das folgende Profil wahrnehmen kann (vgl. Fig. 14, S. 243): *Alteocän*-Kalksteine, alternierend mit Sand- und Mergelbänken, im jüngsten Abschnitt (nördlich der Brücke am Wege nach Marcorengo) mit einer dicken Mergelbank und mächtigen Sandbank; dann folgen Kalkbänke mit Mergelschichten; an der Störung vorbei noch ein paar Kalk- und Mergelschichten und dann die jungeocäne  $s + m$ -Serie mit einzelnen feinkonglomeratischen und ausserordentlich dünnen Kalkschichtchen: der Sand ist oft grobkörnig, zuweilen winzige Kohlenflözen führend.

Südlich von Le Molina (G. 21) wurden an einer Stelle in einer Kieszone aufgefunden: *Discocyclina scalaris* Schlumb. (älteste Eocän-Auversien) und *Camerina atacica* Leym. (Unt.-mittl. Lutétien).

Im Nordosten der Ant. v. Gassino ist das obere Jungeocän abweichend entwickelt (als Ablagerung eines warmen, sehr seichten Meeres). In der Nähe von C. Defilippi (F. 9) sieht man etwa folgendes Profil (von PREVER: Lit. 31, S. 12—13, offenbar nicht als doppeltes antiklinales Profil anerkannt):



<sup>18)</sup> Lit. 39, S. 109: „da borgata Praje a Marcorengo“. Merkwürdigerweise wurde dieses Jungeocän auf Foglio Vercelli zum Teil als „Parisien“ (Kalk!) angegeben.

<sup>19)</sup> PREVER's „étage i“: setzt sich bei Va. Aprile (F. 7—8) fort, wird dort wahrscheinlich diskordant vom *Tongrien* überlagert.

Im Rio Maggiore-Profil S. E. von Gassino sieht man nur Mergel mit wenigen dunklen Sandbänken (sowie gleich S. W. von Villa Giannone: E. 7—8; = wahrscheinlich PREVER's „étage a'": Lit. 31, S. 13, 15), und im N.W. des Profils kündigt eine 2 m. mächtige Konglomeratbank örtlichen Charakters die Sedimentation des *Tongriens* an.

Im sonstigen Teil des Gebietes besteht das obere Jungeocän hauptsächlich aus Mergel, welcher in der Ant. v. Castagneto noch einzelne Kieszonen (Lit. 36, S. 216, Lit. 39, S. 109), sowie in der Ant. v. Cortiglione teilweise schön aufgeschlossene feinkonglomeratische Schichten<sup>20)</sup> führt. Sonst Kalkbänkehen mit *Lithothamnium* und *Camerinae* in der Ant. v. Castagneto (Lit. 7), desgleichen mit *Assilinae*,

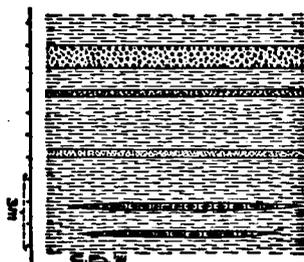


Fig. 2.

Profil im Jungeocän  
westlich von C. Belizzolo.

sowie Kalksandsteine mit *Pectinidae*, *Lithothamnium*, *Camerinae* und *Discocyclinae* in der Ant. v. Serra (Lit. 38, S. 15; Lit. 39, S. 110). SACCO erwähnt die Kieszonen noch in der Ant. v. Piazza usw.: Lauriano-Piazzo-Cavagnolo-Marcorenge-Brozolo (Lit. 51). Ihre Mächtigkeit variiert zwischen 5 und 50 cm., obwohl in der Nähe von C. Belizzolo (E. 25) noch eine dickere Bank bekannt ist; 300 m. nordwestlich von C. Belizzolo (vgl. die Angaben von Streichen und Fallen auf der Karte) ist das  $\pm 12$  m. mächtige Profil der Fig. 2 aufgeschlossen: unten Mergel mit Foraminiferenkalklinsen, dann eine Grobsand-

schiebt, eine Kiesschiebt, eine feinkonglomeratische Bank, und Mergel mit wenigen Sandschnürchen. Die konglomeratischen Schichten kann man als Ankündigung der *Tongrien*-Sedimentation ansehen. Die obenerwähnten Kalkschichten lieferten:

<i>Discocyclina radians</i> d'Arch. (Bartonien $\rightarrow$ Lutétien)	} diesen Ablagerungen ist wohl ein Auversien- bis Bartonien-Alter zuzuschreiben.
— <i>stellata</i> d'Arch. (Mittl. Lutétien $\rightarrow$ Ludien)	
— <i>scalaris</i> Schlumb. (ältestes Eocän $\rightarrow$ Auversien)	

Das *Tongrien* überlagert das Jungeocän diskordant bei Moriondo (H. 16), ebenso auch dort das *Untermiocän* das Jungeocän bis nahe Gerbole, und das *Tongrien* das Jungeocän sonst noch nahe Casetta Alta (F. 21) und C. Coppa (F. 22): vgl. später.

Bisher wurde das Jungeocän als Ablagerung eines im allgemeinen untiefen Meeres angesehen (z. B. Lit. 51, S. 84), welche Behauptung doch unhaltbar erscheint: vgl. II c.

## Oligocän.

### 4). Tongrien.

Diese Ablagerungen wurden gebildet, nachdem das Gebiet von einer posteoocänen Faltung getroffen war. Es fängt damit eine Periode des Tertiärs an, in der das Phänomen langsamer und relativ schnellerer Senkung sich zu äussern beginnt, besonders in der Kulmination von Serra. In hohem Masse wurde dem *Tongrien*becken Material aus den W.-Alpen zugeführt. Es wurde in grossen Teilen des Gebietes eine äusserst charakteristische s + m-Ablagerung entwickelt.

<sup>20)</sup> Sie führten zur unrichtigen Angabe zweier *Tongrien*-Säume nahe Voggiardi: vgl. Foglio Vercelli und die grosse Karte von 1889.

In einem nördlichen Saum des Gebietes wurden ausschliesslich  $s + m$  abgelagert: Ant. v. Castagneto, N.-Hälfte der Ant. v. Piazza und v. Monticelli; in diesem Gebiet fand eine konkordante Ueberlagerung des *Jungeocän*s statt, nur bei Moriondo<sup>21)</sup> lagert es dem *Jungeocän* diskordant auf. In der Ant. v. Castagneto erwähnt SACCO noch einzelne Kieszonen (Lit. 39, S. 219; Lit. 51), welche aber nur sehr wenig auffallen können, wie auch BELLINI behauptete (Lit. 7<sup>22)</sup>).

Diese Zone wurde während des Tongriens durch einen Landstreifen zum Teil abgetrennt vom mittleren Teil des Gebietes (vgl. II c), wo im Westen fast fortwährend Konglomerate mit grobsandreicherer Teile abgelagert wurden: Ant. v. Gassino; das Tongrien lagert dem *Jungeocän* zum Teil diskordant auf, nur deutlich in der N. W.-Flanke. Es enthält in der S. E.-Flanke eine auskeilende basale  $s + m$ -Serie, das „Sestien“, schon früher erwähnt, überlagert von Konglomeraten; im S. W. der antkl. Kern folgt dann eine doppelte  $s + m$ -Ablagerung<sup>23)</sup>, die auch auskeilt (in der Mitte eine dünne konglomeratische Zone: 10 m. mächtig im Rio Maggiore-Profil). Die dritte  $s + m$ -Zone ist ziemlich mergelig, weniger die jüngste  $s + m$ -Serie im S. W., die das Tongrien abschliesst und regelmässig ins *Oberoligocän* übergeht. Die Konglomerate werden nach dem N. E. im allgemeinen weniger mächtig, und keilen beinahe aus bei C. Laurente (F. 10) als Feinkieszone von  $\pm 12$  m. Mächtigkeit. Die Gerölle dieses Tongriens sind von Faust- bis Kopfgrösse; zuweilen haben sie 1 m. Durchschnitt! Der Fossilarmut der Konglomerate wird wohl eine starke Abnahme des Salzgehaltes des Meeres durch Zufuhr vom Geröll zugrundeliegen. Uebrigens scheinen Gesteine aus dem Valle Susa und Valle di Lanzo im Pennidengebiet zu dominieren, obwohl noch hier und da, besonders nahe bei Bussolino, Gerölle von Apenningesteinen konstatiert wurden (von SACCO z. B.): von *Alteocän*-Kalk, „calcare alberese“ usw.

Merkwürdigerweise enthält das untere Tongrien nahe C. Busso (G. 19) eine schnell nach dem Westen auskeilende mergelige Zone von max.  $\pm 10$  m. Mächtigkeit, etwas (5 m.) oberhalb der unteren Grenze des Tongriens gelegen (fehlt bei C. Salvagno: G. 18), die auch nach dem Osten (†, Bric Sac) schnell verschwindet. Besonders im Talabhang  $\pm 350$  m. östlich von C. Busso können wir diese Schichtenfolge gut wahrnehmen (eine  $\pm 5$  m. mächtige Mergelserie). Sonst ist diese Serie nirgends im Gebiet bekannt. Dieses rätselhafte Vorkommen ist wahrscheinlich zu erklären durch das Empordringen der *Argille scagliose* in unmittelbarer Nähe, das schon während der posteocänen Faltung stattfand.

Im sonstigen Teil unseres Gebietes besteht das Tongrien hauptsächlich aus  $s + m$ ; konglomeratische- und Kieszonen treten dann vor allem im mittleren Tongrien auf: in der Ant. v. Serra (wo das

<sup>21)</sup> U. a. dieses Vorkommen wurde früher als „*Aquitaniens*“ angegeben: Foglio Vercelli. In Lit. 39 von SACCO als Tongrien erwähnt.

<sup>22)</sup> Mit den grobsandigen bis konglomeratischen Schichten von C. Baraccone (I. 12), die von SACCO erwähnt wurden (Lit. 39), kann nur *Helvetien* gemeint sein; sie enthalten *Operolina complanata*, *Quinqueloculina*, *Cristellaria*- und *Heterostegina*-Arten.

<sup>23)</sup> Diese und jüngere  $s + m$ -Serien wurden auf der Karte von SACCO, Lit. 51, unrichtig angegeben, sehr gut angegeben in Lit. 39.

Tongrien u. a. nahe Cocconato auskeilt) nur in der Nordflanke, besonders westlich des Rio Freddo<sup>24)</sup>.

Es liegen hier im unteren Tongrien dünne Feinkieszonen bis nahe C. Valla (C. 17) in Grobsandschichten. Mehr oben im Profil ist eine konglomeratische Schicht von 1 m. Mächtigkeit, dann eine etwa 14 m. mächtige grobkörnige Serie (das Aequivalent u. a. der konglomeratischen Zone des Tongriens der Sy. v. Cervotto), welche nach dem Osten schnell an Dicke abnimmt; von Brizzo (D. 17) nach Airali (C. 19) gehend, sieht man erstens eine Kieszone von 3.50 m. Mächtigkeit; SACCO (Lit. 38) gibt mehr südöstlich noch Kieslinsen an. In der südlichen Flanke sind, wie SACCO erwähnt, nur noch zerstreute Gerölle in den  $s+m$  vorhanden (l. c.).

Auch im südlichen Teil der Ant. v. Piazza kommen in der Umgebung von Valle dei Nervi konglomeratische Zonen vor:

Bei Casetta Alta eine dem *Eocän* diskordant aufliegende grobsandige Ablagerung mit zerstreuten Geröllen und vereinzelt groben Blöcken. Diese Ablagerungen gleichen jenen nahe C. Coppa sehr (siehe unten), werden ziemlich schnell weniger mächtig, setzen sich bis südlich von Peile fort (dort etwas oberhalb der Grenze Tongrien—*Jungeocän*: eine  $\pm 4$  m. mächtige Geröllschicht); nördlich von C. Fantasia enthält diese basale Ablagerung Blöcke von max. 1 m. Durchschnitt.

Auch die jüngeren konglomeratischen Zonen dieser Gegend enthalten zuweilen solche Blöcke. Die oberste Zone ist nahe C. Fantasia etwa 7 m. mächtig und besteht aus  $s+m$  mit Kiesschichten. Alle geröllführenden Zonen keilen nach dem S. E. vollkommen aus.

In der Sy. v. Cervotto und der Ant. v. Cortiglione nehmen wir zwei Hauptzonen mit Geröllen wahr:



Fig. 3.

Tongrien diskordant auf *Jungeocän*, südlich v. C. Coppa.

<sup>24)</sup> Wo im Gegensatz zu älteren Karten Tongrien konstatiert wurde als normale westliche Fortsetzung des sonstigen Tongriens. Bisher wurde dort „*Aquitanien*“ und *Helvetien* angegeben: Foglio Vercelli; Lit. 32; 38; grosse Karte 1889.

Bei C. Coppa (F. 22) eine basale, dem *Eocän* diskordant aufliegende, schnell nach N. und S. verschwindende regellose Grobsandablagerung mit wenigen Geröllen alpinen Ursprungs, entstanden durch Umarbeitung älterer Sedimente: sie enthält nahe C. Coppa *Alteocän*-Kalkgerölle; südlich davon (vgl. Fig. 3) noch *Jungeocän*-Sandsteinbruchstücke und Tongerölle (Mergelgerölle). Die Ablagerung ist an Stelle der Fig. 3 etwa 1.80 m. mächtig und wird überlagert von  $s+m$ , die bei C. Coppa noch manche Grobsand- und Kiesschichten führen.

Aequivalente dieser Ablagerung sind noch vorhanden in der Sy. v. Vallarolo (etwas oberhalb der Grenze Tongrien—*Jungeocän*) und nördlich davon (zwischen C. Scarfenga und westlich nahe bei C. Vignassa nicht auf der Karte angegeben): drei dünne geröllführende Zonen nahe C. Scarfenga (F. 25): die untere 1.50 m., die oberen zwei je  $\pm 75$  cm. mächtig (von etwa 2 m.  $s+m$  getrennt); diese Schichten setzen sich bis nahe C. del Bosco (F. 24) fort und bestehen dort aus  $s+m$  mit zerstreuten Geröllen. Gleich östlich von Cortiglione nehmen wir diese Ablagerung noch im unteren Tongrien der südlichen Flanke der Ant. wahr.

Die zweite Zone ist im mittleren Tongrien vorhanden (vgl. Lit. 39, S. 206—'7), keilt im Osten bei C. Vignassa (F. 27) aus, ist bei C. Impriasca (F. 26) etwa 1 m. mächtig (Mergel mit Sand und Geröll), östlich davon, d.h. nördlich von C. Scarfenga, 3 m., westlich bei S. Anna (F. 25) 8 m. mächtig: an letztgenannter Stelle fast konglomeratisch und sandarm entwickelt. Im Bric d. Pietra ist diese Zone  $\pm 12$  m. mächtig, wird von Grobsandschichten begleitet und enthält hier das größte Material: Blöcke bis 1.50 m. im Durchschnitt. Sie keilt dann schnell nach dem Norden aus, besteht nahe C. Nicoletti (G. 23) hauptsächlich aus Mergel mit zerstreuten Geröllen. Diese Zone ist auch noch vorhanden bei Castella (E. 23): 2 m. mächtig; die groben Sandschichten darunter sind insgesamt gewiss 10 m. mächtig.

In der Ant. v. Murisengo (-Villadeati <sup>25</sup>) und v. Montalero ist das Tongrien sehr abweichend ausgebildet; es enthält zahlreiche konglomeratische Schichten und wenige Kalkbänkchen im unteren (vgl. im sonstigen Teil des Gebietes) und mittleren Tongrien;  $s+m$  im oberen Tongrien v. Montalero, dagegen zahlreiche Grobsandbänke und Kalkschichten (bei La Pirenta in einem Falle mit merkwürdigen Bildungen; vgl. II d) im oberen Teil des Tongriens von Murisengo-Villadeati. Die Kalk- und Grobsandzonen verschwinden gegen Norden hin und sind von den Konglomeraten der Ant. v. Cortiglione durch geröllfreie  $s+m$ -Ablagerungen getrennt. Die konglomeratischen Schichten von Villadeati sind viel mächtiger als jene von Cervotto, Serra, Valle dei Nervi, und enthalten alte Apenningesteine in reichem Masse: sie zeigen deutlich eine andere Genese als jene anderen Konglomerate im Gebiet.

##### 5). Oberoligocän („Stampien“).

*Diese Sedimente, konkordant mit regelmässigem Uebergang dem Tongrien auflagernd, und selbst konkordant vom Unteriocän überlagert, kamen in ausgedehnten Teilen des Gebietes nicht zur Ablagerung, in anderen Teilen unter sehr verschiedenen Bedingungen der Bodensenkung (vgl. später). Sie bestehen hauptsächlich aus Mergel und einigen Sandschnürchen; zuweilen sind sie ziemlich reich an dünnen mergeligen Sandschichten, so in der Ant. v. Gassino, im Gebiete nahe bei Valle dei Nervi und in einem Teil der Sy. v. Cervotto (nahe Scandolera): in beiden letztgenannten Gebieten weniger im jüngeren Teil des Oberoligocäns.*

In einem Teil der Ant. v. Gassino, in jener v. Castagneto und in einem Teil der Ant. v. Piazza, v. Serra, v. Cortiglione, in jener v.

<sup>25</sup>) Das Tongrien dieser Gegend, d.h. bei Murisengo, wurde auf älteren Karten unrichtig als *Helvetien* angegeben (Lit. 39, S. 396—'97).

Murisengo-Villadeati und v. Montalero kam nie Oberoligocän zur Ablagerung. Besonders im Becken v. Cervotto erreichte diese Serie eine besonders grosse Dicke: etwa 725 m. Im Bric Viguassa (F. 24) ist noch eine 30 cm. mächtige, schnell auskeilende fossillere Kalkschicht vorhanden.

Fast im ganzen Piemont ist das Oberoligocän fossillere entwickelt, und wurde daher, im Verein mit seinem mergeligen Charakter, zumeist als Ablagerung eines tiefen, ruhigen Meeres angesehen (z. B. Lit. 38, S. 19; Lit. 39 und 51); sieht man sich aber die geographische Verbreitung der Mergel an, so muss diese Ansicht wohl abgelehnt werden, umso mehr, wenn man auch das allgemeine Geschehen vor und nach dem Oberoligocän berücksichtigt. In anderen Gegenden Italiens wurden dagegen Fossilien aufgefunden, und zwar deutlich oligocänen Charakters (z. B. Lit. 50); lithologisch ist das Oberoligocän die unabscheidbare Fortsetzung der *Tongrien*-Sedimentation, die Abgrenzung zw. diesen Etagen ist aber nicht palaeontologisch festzulegen und kann unmöglich mit der Grenze in anderen Becken verglichen werden. Das Fehlen jeglicher Fossilien ist ein schwer zu klärendes Problem.

### M i o c ä n.

#### 6). Untermiocän („Aquitanien“).

*Nach dem Oberoligocän sanken in unserem Gebiet fast alle Landstrecken unter Meeresniveau, aber die Konfiguration der oligocänen Isopachen änderte sich nicht erheblich. Das ältere Untermiocän besteht aus mergeligen Ablagerungen in einem nördlichen Saum: über einem Teil der Ant. v. Castagneto und Piazze. Südlich davon wurden in einer breiten Zone, deren südliche Grenze an dem nördlichen Ende der Ant. v. Gassino-Cinzano-Vignaretto-Montalero entlang lief, s + m abgelagert, in einem schmalen südlichsten Saum dieser Zone grobkörnige Ablagerungen. Ueber dem südlichsten Saum des Gebietes, von dem vorigen durch eine breite Zone mergeliger Sedimente getrennt, wurden hauptsächlich s + m gebildet, welche besonders im Westen mit grobkörnigen Sedimenten alternierten; dieser Saum lag über der Südhälfte der Ant. v. Gassino, über der Ant. v. Serra und dem südlichen Teil der Ant. v. Murisengo.*

*Während des mittleren Untermiocäns wurde die sämtliche Sedimentation mergeliger. Die südlichste s + m-Zone änderte sich am wenigsten, die nördlichste wurde grösstenteils beschränkt auf eine schmale s + m-Zone an Stelle der bisherigen grobkörnigsten Zone, hie und da noch mit Ablagerung von Kieszonen (vgl. nördlich v. Moransengo). Auch im N.W. des Gebietes wurden noch s + m abgelagert: im südlichen Teil der Ant. v. Castagneto bis in die Umgebung von Colombaro. Im mittleren mergeligen Saum des Gebietes erreichten die Ablagerungen eine enorme Mächtigkeit; sie enthalten noch vereinzelt Sandschichten und Schnuren: vgl. Fig. 4: Zustand etwa nördlich in der Umgebung v. Berzano di S. Pietro.*

*Im jüngeren Untermiocän blieben die Zonen des älteren Untermiocäns erhalten, obwohl in der nördlichen s + m-Zone noch vereinzelt grobkörnige Sedimente gebildet wurden, und sich das östliche Gebiet mit mergeligen Ablagerungen mehr nach dem Süden ausbreitete. Dagegen wurden in der südlichen s + m-Zone viel mehr grobkörnige Ablagerungen gebildet, besonders im Westen: Umgebung von Superga.*

*Sehr deutlich bildeten sich schon während des Untermiocäns zwei getrennte Deltagebiete aus, welche in östlicher Richtung fortschritten: nämlich ein doppeltes Deltagebiet zwischen der Ant. v. Gassino und jener v. Castagneto, zweitens ein aus drei Delten bestehendes Gebiet über der Südhälfte der Ant. v. Gassino: vgl. Langhien und vor allem das Helvetien.*

Wir wollen hauptsächlich die grobkörnigen Ablagerungen, deren

Material wiederum, wie von den besten Kennern betont wurde, aus den W.-Alpen herrührt, beschreiben.

In der Ant. v. Gassino sind diese nur im südlichen Teil entwickelt, und nicht lange nach dem *Oberoligocän* wurden dann und wann nach dem Norden schnell auskeilende Kies- und konglomeratische Zonen von höchstens einigen cm. Mächtigkeit abgelagert: Umgebung von Rivodora. Folgen wir dem Bach von Rivodora nach dem Westen, dann sehen wir noch einige konglomeratische Bänke, Grobsand- und Kieszonen: Gerölle von meistens 40 cm. max. Durchschnitt. Diese Ablagerungen keilen schnell aus. Zum Schluss sehen wir noch eine Konglomeratschicht, welche besonders nach dem Norden zu verfolgen ist und als Grobsandablagerung nahe C. Bojon (D. 4) verschwindet. Auch in Valle Grande (Mongreno) nehmen wir bei C. Sacerdote (C. 3) einen  $\pm 15$  m. mächtigen grobsandigen Komplex wahr, mit Geröllzonen und zerstreuten Blöcken, der noch höher im Profil liegt als die vorige Zone, da das Untermiocän von N.E. nach S.W. in dieser Ant. erheblich an Dicke gewinnt, übrigens das *Tongrien* teilweise (konkordant) mit *Oberoligocän*-Hiatus überlagert<sup>26)</sup>.

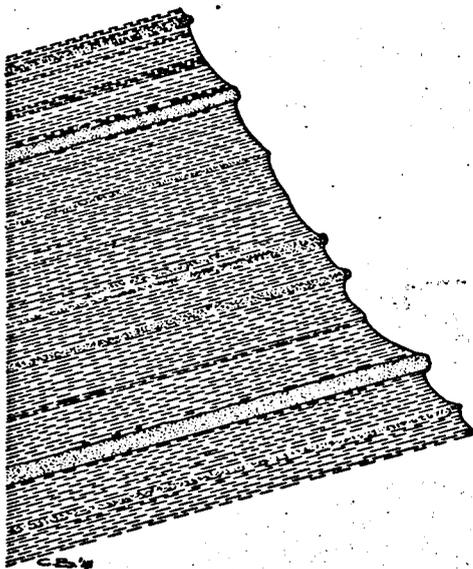


Fig. 4.

Das mergelige mittlere Untermiocän in der Umgebung von Berzano.

Es folgt dann der grosse Komplex von Superga<sup>27)</sup>, der im nordwestlichen Teil der Ant. in dieser Gegend anders entwickelt ist als im Südosten, aber immer zugleichzeitig mit *s + m*-Ablagerungen gebildet wurde. Er besteht bei Superga aus einem mächtigen Komplex groben Sandes mit zahlreichen geröllführenden Zonen und Konglomeraten, der schnell nach dem N.E. an Dicke abnimmt. In der westlichen Wand am Bric Rocco (D. 4) ist ein schönes Profil vorhanden (vgl. Fig. 5): der Komplex von Superga ist hier reduziert auf zwei geröllführende Zonen, getrennt durch feinkörnigere Ablagerungen: die totale Mächtigkeit ist etwa 125 m. Im Valle Rio Dora sehen wir in der W.-Wand einen Komplex, gebildet aus einer unteren, 12 m. mächtigen konglomeratischen Schicht und einer ebensolchen jüngeren

<sup>26)</sup> PERETTI (Lit. 30, S. 160) nimmt eine „evidente transgressione“ an, aber die basalen Schichten des Untermiocäns zeigen nirgends Beweise transgressiver Wirkungen auf das *Tongrien*; letzteres muss nach dem *Oberoligocän* wohl sehr schnell untergetaucht sein.

<sup>27)</sup> U.a. besprochen in Lit. 51 und 30 (2e Zone von SACCO und PERETTI), in Lit. 51 aber nicht richtig angegeben.

von 5 m. Mächtigkeit, getrennt von einer dünnen  $s + m$ -Serie. Mehr oben im Profil folgen Kieszonen in den  $s + m$ ; N.W. von S. Martino (D. 5) nehmen wir zu Seiten des Weges noch eine untere Zone von ein paar m. Grobsand wahr mit vereinzelt grossen Blöcken (Diam. bis 1 m.), auch eine obere Zone, 1.20 m. mächtig, bestehend aus Grobsand, Kies, Blöcken und sogar Mergel, von der untersten Zone getrennt durch 5 m. Grobsand-,  $s + m$ - und Kiesschichten; mehr nach oben hin noch ein paar Grobsandbänke in den  $s + m$ . Diese Ablagerung endet etwa 250 m. westlich des Rio Maggiore als 0.75 m. mächtige Grobsandschicht mit vereinzelt Geröllen.

Dieser Komplex wird auch nach dem Westen hin weniger mächtig



Fig. 5.

Untermiocän-Konglomeratzone im Bric Rocco (D. 4);  
links beim Haus beginnt das *Langhien*.

und bei Sassi (C. 1) sehen wir im Valle Grande die etwa 170 m. mächtige Verbindung mit den westlich von Mongreno im Valle Martino vorhandenen Ablagerungen der zweiten Deltazunge (die nicht mitkartierte wurde), die ebenfalls Blöcke von 2 bis 3 m. im Durchschnitt enthalten können.

Im Valle Grande sieht man, von La Missione (C. 2) nach dem N. W. gehend, bei der dann folgenden Brücke erst drei dünne konglomeratische Schichten mit grobem Material; dann zwei  $\pm 1$  m mächtige konglomeratische Zonen, eine 1.50 m. dicke Konglomeratschicht (mit Blöcken von max. 1.50 m. im Durchschnitt), dann die erste konglomeratische Schicht des Hauptkomplexes, welcher konglomeratische Bänke (grobsandreich) mit grossen Blöcken und sogar sandreiche Mergelabteilungen enthält; diese Ablagerungen gehen mit einem Uebergang von 25 m., durchsetzt von zahlreichen dünnen konglomeratischen Schichten, nach oben über in  $s + m$ -Sedimente.

Der Komplex von Superga führt nach oben über in  $s + m$ -Serien mit konglomeratischen Schichten örtlichen Charakters, N. W. von Superga.

Diesen Komplex findet man im S. E. der Ant. v. Gassino teilweise viel besser aufgeschlossen wieder; er ist zum Teil auch anders entwickelt, und im N. E. sehen wir zwei auskeilende Hauptzonen, getrennt von einer  $s + m$ -Serie und von dem *Langhien* durch eine grobsandreiche  $s + m$ -Zone, welche sich nach dem S. W. erst entwickelt zu  $s + m$  mit vereinzelt Geröllen, dann zu einer Grobsandzone mit Kiesschichten und ein wenig  $s + m$ ; schliesslich wird sie eine mergelige  $s + m$ -Ablagerung mit vereinzelt geröllführenden Mergelschichten (Bric delle Ghiaie: B. 3). Auch im Südwesten enthält der Hauptkomplex zwei Verbreitungen, von denen besonders jene von Costa Serralunga mächtig ist, nach dem S. W. zu dünner wird und bei Mongreno nur aus wenigen grobsandigen bis geröllführenden Schichten in einer  $s + m$ -Ablagerung besteht, und so nur gewissermassen eine Verbindung mit dem Komplex von Valle Martino bildet.

Die zum Teil konglomeratische Hauptzone beginnt, von Superga nach dem S. E. gehend, mit grobsandigen, kiesreichen und blöckeführenden Ablagerungen (Pt. 667): vgl. Lit. 51, S. 93, Fig. 3. Dieser schwach einfallenden Ablagerung folgen wir noch über eine gewisse Strecke und begegnen dann mehr derartigen Schichten, unregelmässig alternierend mit Grobsand, Grobsand und Mergel, und sogar sandreichen Mergelablagerungen mit 1—3 m. grossen vereinzelt Blöcken<sup>28)</sup>, wie z. B. in der südlichen Bucht des Weges östlich vom Mt. Aman (B. 4—C. 4). In der W.-Flanke des Monte Aman nehmen wir die Ablagerungen der Fig. 6 wahr. Merkwürdig ist noch die stark cementierte sandarme Konglomeratlinse von Bric Palouch, ungefähr 30 m. mächtig (auf der Karte mit Strichlinienbegrenzung umgeben, und abweichend angegeben).

SACCO (Lit. 51) und PERETTI (Lit. 30) u. a. stellten hinsichtlich der Gesteinsarten der grobkörnigen Ablagerungen dieser Gegend fest, dass sie aus nahen Teilen des Westalpenbogens herrühren.

Es ist ferner noch besonders zu bemerken, dass sich im Norden der Ant. v. Gassino im jüngeren Untermiocän eine oft grobsandige  $s + m$ -Zone entwickelt, welche sich bis in die südliche Flanke der Sy. v. Casalborgone fortsetzt. Die S.-Flanke der Ant. v. Cinzano (und zum Teil jene v. Gassino) zeigt im mergeligen jüngeren Untermiocän mehr Sandschichten und Schnuren als wir vom mergeligen Untermiocän gewöhnt sind. In der Ant. v. Castagneto ist das mittlere Untermiocän im Norden mergelig entwickelt<sup>29)</sup>; das ganze Untermiocän wird nach dem S. W. zu, und östlich nach Moriondo hin, grobkörniger. In diesen Gebieten überlagert das Untermiocän das *Tongrien* konkordant mit *Oberoligocän*-Hiatus.

In der Nähe von Colombaro nehmen wir im Untermiocän noch eine Kieszone von maximal ein paar dm. Mächtigkeit wahr, z. B. zwischen

<sup>28)</sup> In dieser Umgebung öfters wahrgenommen: vgl. Lit. 51, S. 94.

<sup>29)</sup> Sacco (Lit. 39, S. 271, 309: 1e) erwähnt noch eine konglomeratische Schicht bei C. Villar. Auf seiner Karte von 1889 wurde dort dann auch „Aquitaniens“ angegeben; später *Tongrien* (Lit. 32, Pl. 31; Foglio Torino), was nur logisch ist mit Bezug auf die dort konstatierte Lithologie. Ausserdem erwähnt SACCO später (Lit. 51) dort kein geröllführendes Untermiocän, wohl dagegen im südwestlichsten Teil dieser Ant. v. Castagneto (vgl. Lit. 39, S. 309: 3e; Lit. 7).

Colombaro und Bric Carassa (G. 15—H. 15), und wahrscheinlich als Aequivalent ein paar grobsandige Kieszonen in nur teilweise erhaltenem Untermiocän nördlich von Moriondo, gleich bei Il Casotto.

In der südlichen Flanke der Ant. v. Piazza und in der Ant. von Pareglio keilt die unterste *s + m*-Zone des Untermiocäns zuweilen aus und lagert dem Eocän mit *Oligocän*-Hiatus auf bis nahe Gerbole.

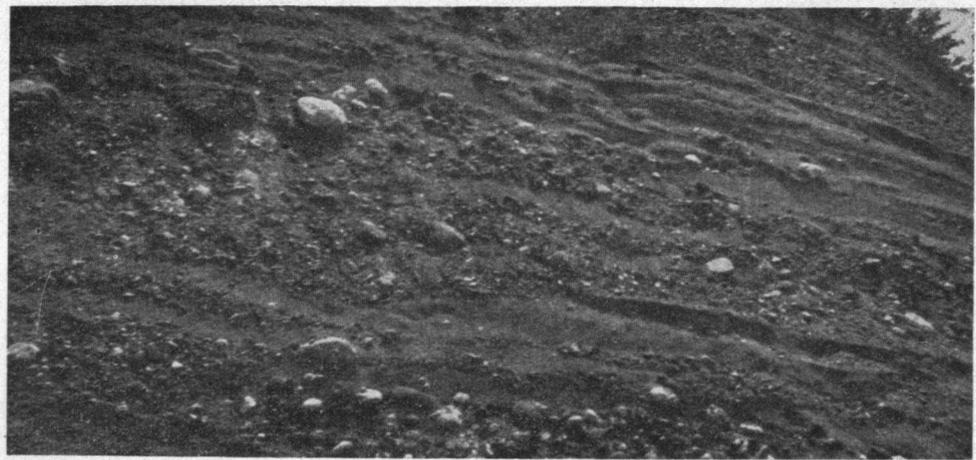


Fig. 6.

Untermiocän in der Westflanke des Monte Aman.

Im oberen Untermiocän bei C. Valore sopra und Valore sotto (F. 16) und bei C. Lazzarino (F. 16) sind, wie SACCO erwähnt (und wie ich selbst nur gleich S.E. vom letztgenannten Haus wahrnehmen konnte), noch grobsandige Kieszonen vorhanden (nicht auf der Karte angegeben).

Südlich von Berzano ist im jüngsten Untermiocän merkwürdigerweise noch eine maximal  $\pm 12$  m. mächtige geröllführende Serie <sup>30)</sup> vorhanden, bei Cinzano nur 2 dm. dick, bei C. Bricco (D. 14) schon viel mächtiger, mit zahlreichen, bis 1.50 m. grossen Blöcken: zwischen diesen finden sich sogar sandreiche Mergelablagerungen, reich an grossen *Operculina complanata*-Exemplaren. Nach oben folgen noch ein paar Grobsand- und *s + m*-Schichten mit den ersten Kalkbänkehen des *Langhiens*. Oestlich von C. Vasco ist diese Zone gut entwickelt, fehlt dann über eine gewisse Strecke, aber am Weg von Albugnano nach Campolungo (D. 16) entlang sehen wir wieder eine, jetzt mergelreiche geröllführende Schicht von etwa 1.50 m. Mächtigkeit, überlagert von Mergel und dem nur 5 m. mächtigen *Langhien* (mit einem mergeligen mittleren Teil). Diese Zone hat sicher eine besondere Genese mitgemacht. Vgl. II c.

<sup>30)</sup> Diese Zone wurde auf SACCO's Karte in Lit. 51 irrigerweise als *Helvetien* und ausserdem zu dick angegeben.

Wie andere Etagen nimmt auch das Untermiocän schnell an Mächtigkeit ab bis in die Ant. v. Serra, besteht hier aber aus  $s+m$  mit Grobsandzonen: C. Palmo (C. 17—18), bei Airali und in der S.W.- und N.E.-Flanke der Ant.; mit Kiesschichten: bei C. Maconeto (C. 17), und in beiden genannten Flanken. Dieses Untermiocän lagert dem Tongrien zum Teil konkordant mit *Oberoligocän*-Hiatus auf, im N.E. und S.E. (zum Teil) dem *Jungeocän* mit *Oligocän*-Hiatus; es wurde wahrscheinlich den *Argille scagliose* im Osten der Ant. einmal mit *Eo-Oligocän*-Hiatus aufgelagert.

Erwähnen wir noch eine dünne, grobsandige, zuweilen kiesführende Zone von max. 12 m. Mächtigkeit im ältesten Untermiocän zwischen C. Pantella (G. 19) und San Bernardo (Brusasco), die als Leithorizont für die Orientierung der Verwerfungen bei Brusasco sehr geeignet war<sup>31)</sup>.

In der südlichen Flanke der Ant. v. Piazzo, v. Vignaretto und v. Cortiglione nehmen wir neben Mächtigkeitsveränderungen auch Lithologieänderungen wahr, und die Ant. v. Vignaretto zeigt deutlich eine Verschiebung nach dem S.E. Im Untermiocän zwischen der Ant. v. Pareglio und Moransengo nehmen wir wenige dünne Geröllzonen in den  $s+m$  (mit dicken Sand- und mächtigen Mergelschichten) wahr; sie sind meistens 0.50—0.75 m. mächtig; besonders reich an diesen Zonen ist das Profil, das man am Weg östlich von C. Viano (F. 18) nach Gerbole (F. 19) entlang wahrnehmen kann; von hier nach N.W. und S.E. wird das Untermiocän mergeliger, die Kieszonen keilen aus.

Im älteren Untermiocän von Braia-Campolungo (E. 21) ist eine konglomeratische Zone entwickelt, dem *Oberoligocän* direkt auflagernd, von Grobsandschichten von max. 2 m. Mächtigkeit eingefasst. Nach dem Westen zu werden die Gerölle dieser Zone schnell grösser und die ganze dann mächtigere Zone<sup>32)</sup> sandreicher (mit vereinzelt Blöcken bis zu 1 m. Durchmesser): Bric Carlinotto (E. 20), Pt. 418; auch erscheinen dann noch mehr Kieszonen. Am Wege entlang von C. Grassino (E. 20) nach C. Fantasia (F. 20) sehen wir die basale  $s+m$  des Untermiocäns, überlagert vom schön aufgeschlossenen Komplex von Grobsandserien, Kieszonen und grossen Blöcken (etwa 0.50 m. im Durchmesser).

Die Geröllschicht direkt südlich vom Pt. 431 (W. v. Brozolo) lieferte eine Fauna von: *Turritella* spec., *Melania* ? spec., *Modulus basteroti* (Ben.), *Tritonalia* spec., *Natica* spec., *Conus* spec., *Dentalium* spec., *Pecten* spec., *Ostrea* spec., *Pedalion* spec., *Isis* spec., und zahlreiche Bruchstücke von Mollusken.

In der unteren  $s+m$ -Zone des Untermiocäns der Sy. v. Cervotto sind noch zahlreiche grobsandige- bis Kieszonen vorhanden, so z. B. westl. v. Coccetti im basalen Untermiocän [mit *Pitaria* (*Amiantis* ?) spec., *Turritella* spec., *Ostrea* spec. et *Vermetus* spec., *Pecten* spec., *Teredo* cf. *norvegica* Spengl. und Bruchstücken von Mollusken und Korallen; auch Sacco: Lit. 39, S. 302, gibt hier Ablagerungen litoralen Charakters an, mit u. a. *Balanus* spec.].

<sup>31)</sup> Östlich von der westlichen Störung bei S. Bernardo wurde bisher nur Untermiocän, kein Tongrien angegeben. Auch wurde östlich davon, bei C. la Rossa, „Aquitaniens“ in den *Argille scagliose* angegeben (Lit. 39, S. 305; Foglio Vercelli); es handelt sich hier aber gewiss um *Tongrien*, in dem von Sacco übrigens noch Grobsand- und Kieszonen (wie N.E. von S. Bernardo) angegeben wurden, was nicht übereinstimmen kann mit der Untermiocän-Sedimentation dieser Gegend, besser dagegen mit jener des *Tongriens* (sie wurden übrigens hier nicht berücksichtigt: II c).

<sup>32)</sup> Diese Zone wird verdoppelt durch die Störung von Cucca.

In den dicken mergeligen bis feinsandigen Schichten am Wege zwischen Sulpiano und Coccetti entlang, sowie südlich von Sulpiano sieht man oft Tongerölle im Untermiocän: vgl. II d.

In der Ant. v. Murisengo-Villadeati macht das Untermiocän, das hier im oberen Teil wieder eine  $s + m$ -Serie enthält, S. E. von Murisengo (ausserhalb unseres Gebietes) eine normale Auskeilung gegen das *Tongrien*: vgl. Foglio Vercelli. So auch das *Langhien*. Das Untermiocän besteht an letztgenannter Stelle aus einer litoralen Ablagerung von Kalksandsteinbänken mit grossen *Pectinidae* und *Ostreidae*.

Auch im östlichsten Teil der Ant. v. Cortiglione findet sich merkwürdigerweise noch eine dünne  $s + m$ -Ablagerung, im jüngsten Untermiocän entwickelt, oft Grobsand- und Feinkiesschichten und sogar vereinzelte Kalkschichten führend (besonders im untersten und obersten Teil).

Das Untermiocän des hier besprochenen Gebietes stellt, wie so oft schon angegeben wurde, u. a. von SACCO, im allgemeinen eine Ablagerung einer Warmwasserflachsee dar. Es ist zum Teil eine litorale Ablagerung zu nennen.

### 7). Langhien.

*Es besteht hauptsächlich aus Schichten mergeligen Kalkes (buntgefärbt verwittert), alternierend mit dünnen oder dickeren Mergel- oder Sandschichten. Was die Sand- und Mergelschichten anbelangt, gleicht es merkwürdigerweise sehr der Lithologie des oberen Untermiocäns und jener wenig davon abweichenden des unteren Helvetiens.*

Grobkörnige Ablagerungen sind im S. E. und N. W. der Ant. v. Gassino vorhanden, z. B. Grobsand-, Kies- und konglomeratische Schichten, besonders im unteren und oberen Teil: Bric del Pilonetta (C. 5) und im S. E. von Bric Pietraforata. Auch im W. bei Tetti Rossi, wo zahlreiche konglomeratische Zonen sehr örtlichen Charakters vorhanden sind. Mehr nach dem Norden zu ist das Langhien mergelreich entwickelt, dagegen im oberen Teil sandreicher. Sind die Ablagerungen mergelig, so sind die Kalkschichten konkretionär entwickelt. Dagegen sind im nördlichsten Teil der Ant. v. Gassino wieder viele Sandschichten im Langhien vorhanden, sowie im Langhien der südlichen Flanke der Sy. v. Casalborgone wie im jenem der S.-Flanke der Ant. v. Cinzano-Berzano. In der Ant. v. Castagneto keilt das Langhien aus, d. h. wir finden in der N. W.-Flanke noch ein paar Kalkschichten im Uebergang vom *Untermiocän* zum *Helvetien*. Das Langhien ist übrigens wieder reich an Sandschichten. Auch in der Ant. v. Serra keilt das Langhien aus. Im sonstigen Teil des Gebietes gleicht es wieder ziemlich genau der Lithologie des *Untermiocäns* und des *Helvetiens*, d. h. in mergeligen Langhien-Serien ist besonders der mittlere Teil mergelreich entwickelt, oder umgekehrt, in sandreichen Serien besonders der mittlere Teil sandschichtenführend, so z. B. zwischen Braia-Robella (E. 23). In der Ant. v. Murisengo keilt das Langhien im Norden und Südosten (hier wie das *Untermiocän*) aus.

Meistens wurde das Langhien als Ablagerung, gebildet im ruhigen, tiefen Meer, angesehen<sup>21)</sup>. Es enthält nur hier und da Reste einer armen Bodenfauna, dagegen einer reichen pelagischen Fauna (*Pteropoda*); diese Kombination deutet doch mehr auf Ablagerungen in einem eher abgeschlossenen als tiefen Becken hin. Da aber die Ant. v. Gassino noch grobkörnige Ablagerungen enthält, und die über grosse Teile des Gebietes ausgedehnten Sandschichten auch nicht für Ablagerungen eines tiefen Meeres sprechen können<sup>22)</sup>, und es ausserdem von grösster Bedeutung zu nennen ist, dass meistens die charakteristischen lithologischen Kennzeichen des *Untermiocäns* und *Helvetiens* wieder auftreten (was also schwerlich für eine Aenderung der geologischen Verhältnisse sprechen kann), kann ich jener Meinung nicht beipflichten, umso mehr als auch die Ant. v. Castagneto und besonders jene v. Serra sehr untiefe Teile des Sedimentationsraumes angeben. Auch die Kalkablagerung an sich kann schwer ein Argument für den angenommenen „Tiefseecharakter“ sein.

Die buntgefärbten Verwitterungsprodukte können von feinverteiltem Pyrit herühren, aber die stattgehabten Analysen lieferten wegen zu starker Verwitterung des in Frage kommenden Gesteines keine überzeugenden Beweise dafür; das ist auch nicht notwendig, denn Pyrit ist kein ausschlaggebendes Argument für die Annahme des Bestehens eines mehr oder weniger abgeschlossenen, tiefen oder untiefen Beckens. Von viel grösserer Wichtigkeit ist der Gegensatz: eine arme Boden-, dagegen eine reiche pelagische Fauna: das deutet auf den obenerwähnten Charakter des Sedimentationsraumes hin, wobei das Bodenwasser durch Entwicklung aufkommender Gifte für das Gedeihen einer Bodenfauna unbrauchbar gemacht wurde (nur zeitweilig fand eine Erneuerung des Bodenwassers statt); so konnten benthonische Organismen nur an vereinzelt Stellen (Ant. v. Gassino, v. Serra) leben. Zu derselben, von jener älterer Autoren abweichenden Schlussfolgerung kommt KERNER v. MARILAUN (Lit. 24, S. 31): „Die Pteropodenmergel des Schlier<sup>23)</sup> und der Aststufe<sup>24)</sup> sind als nebenmeerische Mergelschlicke zu deuten.“

Der Reichtum der Langhienablagerungen an Eisen, in welcher Form es auch ursprünglich abgelagert sei (Pyrit?), ist durch Zufuhr von Flusswasser im mässig abgeschlossenen Becken zu deuten.

### 8). Helvetien.

Die während des *Untermiocäns* begonnene, von jener des *Oligocäns* abweichende neogene Sedimentation, die während des Langhiens durch überwiegend mergelige Kalkablagerung zeitlich ersetzt wurde, fand im Helvetien wieder eine Fortsetzung unter stetigem Fortschreiten der erwähnten Deltagebiete.

Während des unteren *Helvetiens* wurden grobkörnige Sedimente gebildet im Nordwesten, Südwesten und Süden des Gebietes, nämlich über der Ant. v. Castagneto und über jener von Gassino, über jener v. Serra bis in die Südflanke der Ant. v. Cortiglione (Braia). Im sonstigen, weitaus grössten Teil unseres Gebietes wurden hauptsächlich mergelige Ablagerungen gebildet. Die Deltawirkung im Südwesten hörte später auf, um im mittleren Helvetien noch grobkörnige Sedimente zu liefern (Pino torinese). Das Delta v. Castagneto, das sich immer deutlicher abzeichnete (Zone v. Negri), breitete sich im mittleren Helvetien enorm weit aus über San Raffaële & Cìmena und Umgebung, über die Sy. v. Casalborgone bis in die Südflanke der Ant. v. Cinzano—Berzano. Dieses Delta wurde von s + m-Ablagerungen umgeben, welche die Trennung von den grobkörnigen Serien im Südwesten des Gebietes bildeten. Das Gebiet der mergeligen Ablagerungen wurde zurückgedrängt: östlich der Linie Colombaro—Tonengo—Arali.

<sup>21)</sup> Mit Ausnahme des Langhiens der Ant. v. Serra; Lit. 38, S. 21.

<sup>22)</sup> Die von PREVER (Lit. 31) für seine 2te Zone von hartem Mergel des „Burdigaliens“ (= unser ob. Langhien) aufgezählten Mollusken wie *Dentalium*, *Natica*, *Trochocerithium*, *Ancilla*, *Fusus*, *Cassidaria* und *Ostrea* zeigen wiederum den untiefen Meerescharakter. Die erwähnte Fauna enthält übrigens noch bathymetrisch indifferente Genera wie *Turridae*, *Solenomya*, *Venus* und *Lucinidae*; die pelagischen *Pteropoda* können auch nichts aussagen.

<sup>23)</sup> D.h. mit dem Langhien facieell vergleichbare Ablagerungen.

<sup>24)</sup> Offenbar wird *Plaisancien* gemeint.

*Im oberen Helvetien überwiegt zum Teil wieder eine mergelige Ablagerung. Leider war es nicht möglich, ein Isopachenbild zusammenzustellen, aber doch lässt sich mit Sicherheit sagen, dass die Ant. v. Serra die gleiche Rolle im Sedimentationsbild spielte wie im Oligocän, Untermiocän und Langhien.*

Beschränken wir uns wieder hauptsächlich auf die grobkörnigen Sedimente. Im W. der Südhälfte der Ant. v. Gassino nehmen wir bei Santa Anna wieder geröllführende Schichten örtlichen Charakters wahr (vgl. *Untermiocän* u. *Langhien*): die oberste Kieszone ist 1 m. mächtig, 3 m. darunter folgt eine 5 cm. dicke Kiesschicht, 10 m. südlicher finden wir einen Komplex von 4 m. mächtigem sandreichen Mergel mit Geröllen, und eine ebensolche Ablagerung 6 m. südlicher; dann wieder eine solche Schicht von 2 m. Mächtigkeit, und zum Schluss eine 12 m. mächtige Schicht mit groben Geröllen: gleich darunter die erste *Langhien*-Kalkschicht.

Im übrigen Abschnitt dieser antiklinalen Flanke kann man im unteren Teil des Valle San Martino ein paar grobsandige Kieszonen wahrnehmen, im Aufschluss des Flusses mit *Turritella* cf. *tricarinata communis* Risso und Resten von *Turritellidae*, *Naticidae*, *Terebridae*, *Cadulus*, *Dentalium*, *Ostreidae*, *Pectinidae* u. a. Lamellibranchiern.

Sonst eine beiderseits schnell auskeilende geröllführende Serie im Valle Rio Maggiore südlich von La Rezza (F. 6), bestehend aus  $s + m$  mit einigen Kieszonen und konglomeratischen Schichten mit Geröllen von bis 1 m. Durchschnitt. Bei dem Staudamm im Flusse sehen wir Konglomerate von 1—1.50 m. Mächtigkeit. Dieser Komplex ist nördlich von Cortiglione nur noch eine 4 m. mächtige Grobsandserie mit vereinzelt Geröllen und Feinkies<sup>37)</sup>.

Im Süden der Ant. v. Gassino treffen wir eine mächtige untere Serie<sup>38)</sup> von Grobsand-, Kies- und konglomeratischen Zonen, welche am besten und grobkörnigsten entwickelt sind im Monte Cervet (vgl. Fig. 7), und wie derartige Ablagerungen im *Untermiocän* und *Langhien* einen örtlichen Charakter tragen<sup>39)</sup>, und seitlich in feinkörnigere Sedimente übergehen. So nehmen wir am Wege von Bric del Pilonetta nach Baldissero (B. 6—C. 6) entlang nur noch basale Grobsandschichten mit Kies und vereinzelt Blöcken wahr<sup>40)</sup>, mehr oben im Profil oft grobsandige Schichten mit zerstreuten Geröllen; insbesondere fällt eine Grobsandserie bei Croce Berton (C. 6), reich an grossen *Operculinae*

<sup>37)</sup> Diese Zone wurde von SACCO, zusammengefasst mit jenen des Unterhelvetiens von Santa Anna, als eine Zone angegeben (Lit. 51). Vielleicht wurde sogar die grobkörnige Serie N.E. von San Mauro damit zusammengefügt, wie SACCO's Kärtchen vermuten lässt!

<sup>38)</sup> Auch bei SACCO (Lit. 51) die erste Zone. Aequivalente sind in der Umgebung also nur vorhanden bei Santa Anna. Diese Zone stimmt, jedenfalls zum Teil, mit BELLENI's „facies  $\beta$ “ überein (Lit. 8, S. 623, '36—'37: Valle Ceppi, östl. vom Monte Cervet), mit litoralen Gastropoden und Korallen.

<sup>39)</sup> PREVER (Lit. 31, S. 23—25) erwähnt mit Bezug auf das westliche Aequivalent dieser Serie bei Termofoura eine reiche Fauna, die unbedingt einen schon zu erwartenden litoralen Charakter zeigt.

<sup>40)</sup> Diese Schichten wurden abgebildet von PREVER (l. c., S. 26, Fig. 5): die Photographie wurde W. → E. genommen an der Stelle der Wegteilung S.E. vom Bric d. Pilonetta.

(*O. complanata* <sup>41)</sup> ins Auge. Auch von Bric Pietraforata nach dem S. E., Tetti Prinetti (C. 6) konstatieren wir, wie im *Langhien*, Grobsand- bis Kieszonen und geröllführende Sand- oder Mergelschichten. Bei Bardassano (D. 8) ist nur die unterste geröllführende Serie vorhanden <sup>42)</sup>; sie enthält bei C. Gianoglio (D. 7) mindestens 7 Geröll-



Fig. 7.

Geröllführendes Unterhelvetien im Monte Cervet;  
man achte auf das Auskeilen gewisser Zonen.

niveaux, verteilt über den mergeligen und sandreichen Teilen dieser Serie.

Im mittleren Helvetien dieser Gegend folgt bei Pino torinese noch ein Komplex von Grobsand- mit zahlreichen Geröllzonen <sup>43)</sup>, der nach dem N. E. schnell auskeilt und gewiss, jedenfalls zum Teil, äquivalent ist der ausgedehnten Grobsandserie Pavarolo-Caudano-Vernone-Pogliano, mit der er teilweise verbunden wird <sup>44)</sup> durch eine sehr dünne Serie

<sup>41)</sup> Auch von SAOCO erwähnt: Lit. 46: „*facies a Operculine*“; eine etwas höher im Profil liegende Zone wurde vermutlich von BELLENI gemeint (Lit. 8, S. 623): gehört zu seiner „*facies β*“ mit litoralen Schnecken und Korallen.

<sup>42)</sup> Gut angegeben: Karte von Lit. 51.

<sup>43)</sup> Vermutlich wurde diese Zone gemeint in Lit. 46 („*facies a Lucine*“) und in Lit. 8\* (S. 618, 649—'50): „*facies d*“, reich an *Lithothamnium* und *Lucinidae*, enthält sonst *Nassariidae*, *Olividae*, *Mitridae*, *Columbellidae*, *Cymatidae*, *Buccinidae*, usw., ist also eine typische Ablagerung des litoralen Bezirks.

<sup>44)</sup> Merkwürdigerweise wurde die Zone von Pino auf der Karte von Lit. 51 wohl mit jener von Pavarolo—Pogliano zum Teil (also einigermaßen unrichtig) verbunden, aber letztere wurde viel zu wenig nach dem Osten hin fortgesetzt.

geröllführender Schichten (nahe Villa Nazzari, A. 5), und einiger Grobsandschichten zwischen Baldissero und Tetti Ceppi (A. 5—6).

Diese Zone von Pino wird überlagert von einer mergeligen, fast  $s + m$ -Zone, die nach dem N.E. ziemlich gut zu unterscheiden bleibt von einer sehr mergeligen jüngsten Zone des Helvetiens (die den Uebergang zum *Tortonien* bildet), die nach dem N.E. bei Pavarolo (C. 7) in eine sandreichere Zone übergeht.

Westlich von Sciolze gibt Sacco (Lit. 51) noch einen linsenförmigen Komplex an, aber es kann sich hier nur um einzelne Zonen mit zerstreuten Geröllen handeln<sup>45)</sup>, wie wir sie z. B. wahrnehmen in Sciolze, nahe Villa Rovasenda (D. 9—10<sup>46)</sup> und nordwestlich davon: C. Picca (D. 8) und Villa Peiroleri (D. 8) und nördlich davon.

Die grosse Grobsandserie des mittleren Helvetiens dieser Gegend enthält noch Kieszonen, vereinzelte Blöcke, hier und da noch dünne  $s + m$ -Zonen; sie soll reich an *Pectinidae* sein (Lit. 39, S. 402). Sie ist äquivalent den Zonen von San Raffaële é Cimena, von Bric del Vai-Turniola-Cerro.



Fig. 8.

Mittleres Helvetien  
N. von S. Giorgio.

Ein Bild der Grobsandschichten gibt Fig. 8, im Profil von San Giorgio (C. 12) genommen: vgl. die Pfeile auf der geol. Karte: D. 12. Südlich von Vernone u. a. sind noch  $s + m$ -Zonen im Grobsandkomplex vorhanden, während die unterste Zone von dicken Bänken feinen Sandes durchsetzt ist; diese Zone ist im N. v. San Giorgio grobsandig, mit Kieszonen. Im Profil von San Giorgio sind grobkörnige Elemente vorhanden ebenso wie im Profil von Vernone: Kieszonen beim Kirchhof nördlich von San Giorgio. Auch W. von Caudano und N. von

C. Serrapone (C. 8) sind Kieszonen vorhanden, dagegen nicht in den Profilen von Pavarolo und Vernone, doch wieder zahlreiche im Profil südlich von Cinzano<sup>47)</sup>, besonders im unteren Teil.

In jüngeren Serien des Helvetiens dieser Gegend ist bei San Giorgio ein grösserer Sandgehalt vorhanden als in anderen Teilen der Umgebung, bei San Giorgio sogar Kieszonen in Mergel- und Sandablagerungen. Die jüngste Mergelserie ist als Uebergang zum *Tortonien* anzusehen. Auch das *Tortonien* zeigt bei San Giorgio—Moncuoco eine abweichende Lithologie! Sonst ist zu bemerken, dass durch die Grobsandserie Caudano—Pogliano von Sacco (Lit. 51) eine geröllführende Zone verzeichnet wird: wir haben aber sicher mit verschiedenen dünnen Zonen örtlichen Charakters zu tun. Auch wurden in Lit. 51 bei Montaldo, Avuglione—Marentino und bei Moncuoco (nicht auf unserer Karte) Geröll-Linsen angegeben als Helvetien, da Sacco jetzt (l. c. S. 103) zum Helvetien noch die „fase tortoniana“ rechnet.

<sup>45)</sup> Wie übereinstimmt mit Sacco's älterer Beschreibung: Lit. 39, S. 402, 1e.

<sup>46)</sup> BELLENI (Lit. 8, S. 618, 644—'48) gibt u. a. hier und bei Sciolze eine Mergelserie an („facies  $\gamma$ “), reich an *Turritellidae*, *Terebridae*, *Conidae*, *Nassaridae*, *Solaridae*, (*Turridae*), und *Lithothamnium*. Im Gegensatz zu BELLENI's Folgerung müssen wir also gerade auf neritische Ablagerungen schliessen.

Ausserdem sind zu dergleichen Sedimenten zu rechnen die unter <sup>46)</sup> gemeinten Zonen (BELLENI's „facies  $\beta$ “, l. c., S. 623, vgl. '38—'39).

<sup>47)</sup> Vgl. Lit. 39, S. 401: C. Prella u. C. Borino, nicht auf einer topogr. Karte angegeben.

In der südlichen Flanke der Ant. v. Berzano und Serra ist das Bild der Helvetien-Lithologie wieder anders: zwischen Cinzano<sup>48)</sup> und Rio della Montata entwickelt sich zwischen den Mergelablagerungen eine nach dem Osten immer mächtigere und grobkörnigere Serie; diese keilt im W. bei Villa Serra (D. 13) aus als mergelige, geröllführende Schicht (überlagert von vereinzelt *s + m*-Schichten<sup>49)</sup>). S. E. von Torrazza ist aus der erst konglomeratischen Zone eine grobsandreiche geworden mit vereinzelt Blöcken<sup>50)</sup>. Die unteren Sandablagerungen sind, wie ROCCATI erwähnt, oft reich an *Turritella*, *Leda*, *Cytherea*, *Cardium*, *Aloidis*, *Tellina* und *Pecten*.

Im unteren Helvetien von Albugnano sind zwischen mergeligen und sandreichen Serien zahlreiche geröllführende bis konglomeratische Zonen vorhanden.

Die grosse Geröllzone durch Albugnano (Lit. 8: „facies  $\alpha$ “ mit ausgesprochen litoral Fauna: S. 618, 620) ist mindestens 15 m. mächtig, mit grossen Blöcken bis  $> 1$  m. Diam. Der ganze Komplex geht nach dem S.E. in eine hauptsächlich grobsandige Serie über (Lit. 46: „facies  $\alpha$  *Coralli*“), mit Geröllzonen und zerstreuten Blöcken. In dieser Umgebung sind interessante stratigraphische Phänomene zu konstatieren, besonders innere stratigraphische Diskordanzen (vgl. II d). Die Zone von Albugnano ist bei Bignona (C. 17) schon reduziert zu einer dünnen Serie Grobsand mit Kies, zwischen *s + m* gelegen; sie setzt sich, immer dünner, über Airali<sup>51)</sup> und Tabiella (Grobsandschichten mit wenigen Feinkieszonen) bei Cocconato in einer grobsandigen Ablagerung fort.

In der Ant. v. Castagneto und der Sy. v. Casalborgone<sup>52)</sup> ist wiederum ein anderes Bild vorhanden. Von Villanova ist nach dem Westen zu ein unterer Komplex vorhanden mit geröllführenden Zonen, welche besonders westlich bei Castagneto grobe Elemente enthalten; dort sind grobsandreiche Serien entwickelt, welche nach dem N. E. immer mehr Mergelschichten aufweisen, und bei denen die Grösse der Gerölle stark abnimmt. In der überlagernden *s + m*-Serie<sup>53)</sup> ist ein geröllführender

<sup>48)</sup> Schon früher wurde bemerkt, dass die sogen. „Helvetien“-Geröllzone nahe Cinzano und Berzano auf der Karte von Lit. 51, zum *Untermiocän* gehört (vgl. daselbst).

<sup>49)</sup> Vgl. Lit. 39, S. 401.

<sup>50)</sup> Nur diese Serie kann ROCCATI (Lit. 34) gemeint haben. Er hat zwischen den unteren Sand- und den oberen konglomeratischen Zonen eine 5 cm. dicke schwarze Schicht mit barytführendem Psilomelan entdeckt. Graphit in den Sandschichten der ganzen Zone kann aus dem Valle di Lanzo in den Westalpen stammen: Lit. 34 und SACCO: Atti R. Acc. d. Sc. Torino, Vol. 39, 1907.

<sup>51)</sup> Ueber den unteren *s + m* des Helvetiens mit Kalksandsteinbänken lagert sich hier eine 1.50 m. mächtige Geröllzone in Grobsandschichten auf.

<sup>52)</sup> In den *s + m* unter Casalborgone nehmen wir ein Beispiel von Rutschung von Sedimenten wahr: vgl. II d.

<sup>53)</sup> BELLENI, Lit. 7, erwähnt eine basale, mergelige bis feinsandige Zone, u. a. bei Villa Ceriana (mir nicht auf einer Karte vorliegend), und am Wege von Castagneto nach dem N. entlang; es muss jedenfalls eine dünne Ablagerung sein, reich an *Pteropoda*; sonst enthält sie *Trochus* spec. Warum BELLENI auf eine Ablagerung eines tiefen Meeres schliesst, ist mir nicht verständlich, umso mehr als das Helvetien dieser Gegend geröllführend ist.

BELLENI erwähnt sonst noch je eine (sicher wiederum dünne) Mergelzone „oben im Profil“ [?] bei Villa Ceriana und im Valle San Raffaële (wird der Rio Pertengo gemeint?), reich an *Turritellidae* (Lit. 8, „facies  $\gamma$ “), die 60 % der Fossilien ausmachen. Wiederum kann es sich nur um litoral-neritische Ablagerungen handeln, wie doch noch die *Nassariidae*, *Mitridae*, *Cymatidae*, *Naticidae*, *Conidae*, *Muricidae*, *Marginellidae*, *Columbellidae*, *Vermetidae*, *Buccinidae*, *Olividae* und *Dentalidae* anzeigen (*Scaphandriidae* und *Turridae* sind mehr indifferente Familien).

Grobsandkomplex vorhanden (mit einzelnen Mergelschichten): die Zone von Negri; und in dem Rio del Pertengo noch eine dünne Serie konglomeratischer Schichten. Aequivalente dieser Serie finden sich in der  $s + m$ -Serie südöstlich von Castagneto: Grobsandserien westlich von San Sebastiano (H. 13), bis C. Lupa (H. 12); von hier bis San Grato (G. 13) begegnen wir zuweilen noch einigen kiesführenden Grobsandschichten.

Dann folgen die geröllführenden Serien von San Raffaële é Cimena (H. 9) und v. Cimena (I. 9); das Aequivalent der untersten dieser Serien ist die Zone von Bric del Vai-Bric Turniola-Bric del Cerro (und die Sandzone Caudano-Pogliano).

Die Zone von San Raffaële zeigt eine basale Geröllzone (zwischen  $s + m$ ) mit über 1 m. mächtigen Blöcken; darüber Grobsandablagerungen mit Kieszonen<sup>44)</sup> und vereinzelt Blöcken, merkwürdigerweise niemals so gross wie im Bric del Vai; da das Material wieder aus den nahen W.-Alpen stammt, muss es die Zone von San Raffaële für die Ablagerung der Gesteine des Bric del Vai passiert haben (vgl. II c).

Zwischen dieser Zone und jener von Cimena sind noch Grobsandschichten zwischen den  $s + m$  vorhanden. Die Zone v. Cimena enthält  $s + m$ -Schichten in Grobsandserien mit Kieszonen und wenigen zerstreuten Blöcken. Sie wurde auf SACCO's Karte (Lit. 51) zusammengefasst mit der Zone von San Raffaële (ausserdem ist dort der Verlauf dieser Zone nicht richtig angegeben).

Im oberen Teil der unteren dünnen  $s + m$ -Zone von Bric Martina (G. 10—11) entwickelt sich südwärts eine immer mächtigere Zone von  $s + m$  mit Grobsand bis Kies (500 m. S.S.E. vom Bric Martina), welche dann übergeht in Grobsandschichten mit Kieszonen: diese Serie ist nach dem Süden gut zu verfolgen, dann westlich von Casalborgone, auch nahe San Grato (G. 13) und östlich vom Bric del Vai, in dem sie auskeilt. Dann folgt die mächtige Grobsandserie<sup>45)</sup>, mit einer „basalen“, 10 m. mächtigen Geröllschicht (Bric Martina), welche nach Süden sich umwandelt in sandreiche Ablagerungen. Im Bric del Cerro (F. 12): Grobsand mit vereinzelt Blöcken bis zu 2 m. Diam.; im W. und N.W. von Casalborgone ist die „basale“ Serie nur als grobsandige Kiesablagerung bekannt. Die dann folgende Grobsandablagerung mit vereinzelt Blöcken (2 à 3 m. Diam.) und Kieszonen, und sogar noch  $s + m$ -Schichten, ist nach dem Norden hin immer reicher an Blöcken, und die Südabhänge des Bric del Vai sind besät mit grossen Blöcken bis über 4 m. Diam.! Diese Ablagerungen keilen nach dem Westen schnell aus: nach Bric Martina einerseits, C. Franco (G. 11) andererseits.

Diese Serien werden noch von einer  $s + m$ -Ablagerung überlagert (u. a. Umgebung Bric del Vai—Bric Martina), der jüngsten erhaltenen Helvetien-Serie in dieser Gegend.

In der Ant. v. Piazza enthält die  $s + m$ -Zone N. W. von Lauriano, nördlich von C. Cerrea (H. 16) noch einige Kieszonen.

In der Sy. v. Tonengo ist im unteren Helvetien nördlich von C. Viano (F. 18) merkwürdigerweise noch eine dünne  $s + m$ -Serie mit vereinzelt Grobsandlinsen vorhanden. Im mergeligen Komplex dieser Sy. ist noch eine Grobsandablagerung mit vereinzelt Kies vorhanden, die dünne Zone v. Tonengo: die Fortsetzung der Zone v. Airali-Bignona, und sicher zum Teil äquivalent einem Teil der grobkörnigen Zone v. Albugnano. Die dieser Zone v. Tonengo auflagernde  $s + m$ -Serie ist

<sup>44)</sup> In dieser Serie, u. a. nahe bei Villa Cimena (H. 9—10), erwähnt BELLENI (Lit. 7): *Murex*, *Conus*, *Tritonidae*, *Olividae*, *Mitridae*, *Turrstellidae* [zahlreich!], *Dentaliidae*, *Ostreidae*, usw. Ohne Zweifel eine litoral-neritische Fauna, wie zu erwarten war. Diese Zone gehört zu BELLENI's „facies a“ (Lit. 8, S. 618, 620—21).

<sup>45)</sup> Auf SACCO's Karte (Lit. 51) teils gar nicht angegeben.

wahrscheinlich äquivalent jener ( $s + m$ )- + Grobsandzone von Caudano-Pogliano, sowie ähnlichen Ablagerungen nahe Casalborgone usw.

Bei Braia (E. 21—22) enthält das untere Helvetien noch  $s + m$ -Schichten, schnell auskeilend nach dem Osten (und Westen); S. W. von Braia sind unten im Profil sogar Grobsand- bis Feinkieszonen vorhanden.

In der Ant. v. Murisengo grenzt das Helvetien im Norden und Süden <sup>56)</sup> anormal an das *Tongrien*; mehr nach dem Südosten in der Ant. v. Villadeati geht diese Begrenzung über in eine normale Diskordanz mit grossem Hiatus, wie in der N. E.-Flanke der Ant. v. Villadeati (vgl. Foglio Vercelli).

Das Helvetien wurde meistens als Ablagerung eines seichten Meeres angesehen. Gewiss ist diese Annahme richtig zu nennen, was die grobkörnigen Ablagerungen anbetrifft; ebensowenig kann man sich die Entstehung der mergeligen Ablagerungen, u. a. schon auf Grund der geographischen Verbreitung der Gesteinsarten, in einem tiefer gelegenen Meer denken (vgl. II c).

### 9). Tortonien.

(vgl. Lit. 38, Lit. 39, S. 416—439; Lit. 51, S. 103 <sup>57)</sup>).

Diese Ablagerungen wurden nur nebenbei untersucht; sie treten ausserhalb unseres Gebietes in einem südl. Saum auf, und lagern dem *Helvetien* mit allmählichem lithologischen (und deutlicher faunistischen) Uebergang auf. Es sind Mergelserien, die in diesem Gebiete nicht als Ablagerungen eines tiefen Meeres anzusehen sind <sup>58)</sup>. Sie enthalten bei Montaldo, Avuglione-Marentino und Moncuoco noch  $s + m$ -Serien und örtlich sogar grobsandige bis geröllführende Schichten (z. B. Rivalta—Tetti Borelli nahe Moncuoco); weiter in westlicher und östlicher <sup>59)</sup> Richtung ist alles mergelig entwickelt.

Wie ältere Serien verliert auch das Tortonien an Mächtigkeit in der Ant. v. Serra, und es keilt in der südwestlichen Flanke der Ant. v. Murisengo—Villadeati vollkommen aus <sup>60)</sup>.

Im allgemeinen weist das Tortonien Reste deutlich mariner Organismen auf, im jüngeren Teil oft Reste von Brackwasserorganismen.

### 10). Miopliocän.

(vgl. Lit. 38, 39, 51).

Diese Sedimente lagern dem obenerwähnten *Tortonien* konkordant auf und bestehen wieder hauptsächlich aus Mergel. Wo Fossilien vorhanden sind, kennt man

<sup>57)</sup> Wo das „Helvetien“ von älteren Karten nur als *Tongrien* zu fassen ist (vgl. daselbst).

<sup>58)</sup> Und Foglio Vercelli u. Torino.

<sup>59)</sup> Vgl. Lit. 39, S. 436.

<sup>60)</sup> Bei Virone (S. von Albugnano) sind noch Sandschichten und Kieslinsen vorhanden mit deutlich neritisch-litoraler Fauna (Lit. 38), wie auch die anderen grobkörnigen Ablagerungen.

<sup>61)</sup> Wahrscheinlich anders als auf Foglio Vercelli angegeben wurde, denn das *Helvetien* setzt sich, wie konstatiert wurde, noch mehr nach dem S.E. fort, dem *Tongrien* vermutlich normal diskordant auflagernd. Uebrigens verursachte die Ant. v. Villadeati auch ein aus anderen Richtungen Auskeilen des Tortonien (vgl. Foglio Vercelli).

nur Süß- bis Brackwasserformen. Zuweilen sind noch Kalkschichten, Sandschichten und sogar Kieslinsen vorhanden (Ant. v. Serra bei Banengo: S.E. v. Cocconato), welche wahrscheinlich, wie SACCO schon bemerkt, von diesem damals schon aus dem Meere emporgetauchten *Oligomiocän*-Teil des Gebietes herrühren. Die Mergel enthalten sonst Kalk- und Gipslinsen: letztere oft in besonders grosser Mächtigkeit im mittleren Miopliocän (=f. „Messinien“); vgl. Foglio Vercelli. Reich an Gips sind die Gebiete der Ant. v. Murisengo, der Umgebung S.E. v. Cocconato bis westlich an den Rio Fabiasco; das Miopliocän der Ant. v. Serra (wo das Miopliocän wie andere Etagen dünner wird), ist dagegen beinahe frei von Gipsablagerungen<sup>41)</sup>. Mehr westlich (nach Schierano, S. v. Bignona) sind erst wieder Gipslinsen vorhanden bis südlich von Moncuoco, aber weiter nach dem W. nicht mehr. Die Kalkschichten weisen dann und wann Abdrücke mariner Mollusken auf; sie sind besonders S.E. von Cocconato entwickelt.

Das Miopliocän gibt deutlich Regression des Meeres im Becken von Asti an, und die Gipsbildung deutet darauf hin, dass eine spätmiocäne (intensive) Faltung unseres Gebietes kurz vor der Gipsablagerung stattgefunden hat. Die Berge von Monferrato bildeten offenbar die Barriere, die das Becken von Asti vom offenen Meere trennte, während bei Turin und Alessandria mehr oder weniger gute Zugangsstellen eine zeitweilige Verbindung damit (wie im Pliocän) aufrecht erhielten. Die guterhaltene Flora des Miopliocäns weist auf ein im Gegensatz zum Miocän und Pliocän wärmeres Klima hin (Lit. 50).

Während des Tertiärs fand offenbar öfters eine Steigerung der Salzkonzentration in diesem Oberarm der Adria statt, denn mehrmals setzte sich Kalk ab, bis im Miopliocän auch Gips abgelagert wurde; dieser kam plötzlich, und zwar in so grossen Mengen zur Ablagerung, dass die Vermutung nahe liegt, dass die Konzentration des Ca' und des SO<sub>4</sub> nicht nur während des Miopliocäns, sondern auch zur Zeit des vorübergegangenen Tertiärs eine Steigerung erfuhr. Im entgegengesetzten Falle würde man zahlreiche alternierende Gips- und Mergelschichten erwarten, und nicht eine Zone beinahe mergelfreier mächtiger Gipsstöcke. Es wurde kein Steinsalz gebildet, was mit MARLAUN (Lit. 24, S. 44) auf eine niedrige Barre (d.h. bei Turin und Alessandria) hinweisen könnte, bezw. auf mangelhaften Abschluss.

### Pliocän.

Diese Sedimente lagern älteren Etagen oft konkordant auf, so z. B. im südlichen obenerwähnten Saum des Gebietes, oft diskordant, wie z. B. bei Castello Verrua Savoia (I. 23) und vielleicht auch in der Ant. v. Serra (obwohl hier dafür kein Beweis vorlag). Die transgredierenden Wirkungen, welche wahrscheinlich schon im Miopliocän begonnen, fanden dann offenbar längere Zeit hindurch statt. Das Pliocän hat keinen Anteil mehr an dem allgemeinen Mächtigkeitsrückgang in der Ant. v. Serra!

#### 11). Plaisancien.

Unter Cast. Verrua (vgl. Lit. 39, S. 477, 491) lagern diese etwa 175 m. mächtigen Mergelsedimente den *Argille scagliose* diskordant mit erheblichem Hiatus auf; sie enthalten gelbe, schnell auskeilende, grobkörnige Sandbänke. Die basalen Schichten lieferten westlich v. Castello Verrua die folgende Fauna:

<i>Terebratulina caputserpentis granosa</i> PONZI	<i>Cadulus (Gadila) gadus</i> (MONTAGU)
<i>Turritella (Zaria) subangulata spirata</i> BROCCHI	<i>Entalina tetragona</i> (BROCCHI)
<i>Torinia (Torinia) obtusa</i> (BRONN) cf. var. <i>simpliciojuvenis</i> SACCO	<i>Dentalium (Dentalium) sexangulum</i> <i>acutangularis</i> COCCONI
<i>Natica (Natica) epiglottina pseudoepiglottina</i> (SISMONDA)	<i>Dentalium (Gadilina) triquetrum</i> BROCCHI

<sup>41)</sup> Dieses Gebiet lag wahrscheinlich während der Gipsbildung oberhalb des Meeresniveau.

<i>Erato (Erato) laevis pernana</i> SACCO	<i>Leda (Jupiteria) striata</i> (LAMARCK)
<i>Charonia (Sassia) apenninica</i> (SASSI)	var. <i>deltoides</i> RISSO
<i>Pyrene (Anachis) turbinellus</i> (SACCO)	<i>Limopsis anomala</i> (EICHWALD) var.
<i>Nassarius (Caesia) clathratus</i> (BORN)	<i>minuta</i> (PHILIPPI)
var. $\alpha$ BELLARDI [zahlreich]	
<i>Nassarius solidulus</i> (BELLARDI)	<i>Amussium cristatum</i> BORSON
<i>Drillia (Crassopleura) incrassata</i>	<i>Phacoides (Phacoides) meneghini</i>
(DUJARDIN)	(STEFANI et PANT.)
<i>Conus (Conospira) antediluvianus</i>	<i>Myrtea (Myrtea) spirifera</i> (MONTAGU)
BRUGIÈRE	
<i>Ringicula (Ringiculella) auriculata bu-</i>	<i>Venus (Timoclea) ovata</i> PENNANT
<i>onea</i> (BROCCHI)	<i>Aloidis (Varicorbula) gibba</i> (OLIVI)
<i>Sabatia (Sabatia) uniplicata</i> (BELLARDI)	var. <i>curta</i> (LOCARD)

Sonst: *Cerithium* spec.; *Natica* spec.; *Turridae* (5 spec.); *Alvania (Taramellia)* spec.; *Dentalium* spec. 1, spec. 2; *Pecten (Chlamys?)* spec. 1, 2.

Sonst: Echinodermen-, Gastropoda- und Pelecypoda-Reste.

Es sind zahlreiche Formen einer litoral-neritischen Gemeinschaft vorhanden:

*Solariidae (Torinia)*; *Columbellidae (Pyrene)*; *Conidae (Conus)*; *Cymatiidae (Charonia)*; *Cerithiidae (Cerithium)*; *Cypraeidae (Erato)*; *Nassarius*; *Naticidae*; *Turritella*; *Rissoidae (Alvania)*; *Aloidis*.

Ausserdem nebst *Zoophaga* [*Cymatiidae*, *Naticidae*, *Cypraeidae*, *Columbellidae*, *Nassariidae*, *Conidae*, *Scaphandriidae (Sabatia)*] noch *Phytophaga (Turritella, Alvania, Cerithium)*: letztere finden ihre Nahrung in der oberen durchleuchteten Wasser-Zone; diese muss noch weniger mächtig als „normal“ gewesen sein, da das Wasser öfters durch Schlamm getrübt war. Die zahlreichen Bruchstücke von Mollusken deuten auf eine nahe Strandzone hin.

Diese Fauna zeigt deutlich, dass wir eine Flachseeablagerung<sup>22)</sup> vor uns haben, und auch die Grobsandschichten können ältere Auffassungen<sup>23)</sup> abschwächen.

Uebrigens können auch die von SACCO (Lit. 45, S. 907 usw.) aufgezählten Genera schwerlich ein „mare profundo“ angeben! Zwar erwähnt SACCO schon (Lit. 39, S. 475, Lit. 38, S. 25), dass dort, wo *Astien*-ähnliche Sandbänke im Plaisancien auftreten, eine jener des *Astiens* stark ähnelnde Fauna aufgefunden wurde.

## 12). Astien.

Diese Serie besteht bei Cast. Verrua, wo noch eine etwa 170 m. mächtige Ablagerung erhalten ist, und wo sie mit schnellem Uebergang das *Plaisancien* überlagert, aus einer mächtigen unteren Kalksandsteinbank mit Resten von *Pectinidae* und *Ostreidae*; ferner aus mächtigen Sand- und Mergelbänken (beide meistens je 3—5 m. mächtig). Die ersterwähnte Schicht wird überlagert von einer gelben Sandbank, die die folgende Fauna lieferte:

*Terebratula ampulla* Brocchi var. *plicatolata* Sacco et var. *sinuosa* Brocchi; *Amussium cristatum* Borson; *Pecten (Aequipecten) opercularis* (Linné) var. *laevigatoides* Sacco; *Pecten (Aequipecten) scabrellus* (Lamarck); sonst Bruchstücke von *Terebratula ampulla* mit *Vermetus* spec., und *Ostreidae*-Reste (mit *Vermetus* spec. und *Bryozoa*).

<sup>22)</sup> Wie aus der diskordanten Lage wohl zu erwarten, aber nicht bewiesen war.

<sup>23)</sup> Vgl. dagegen Lit. 39, S. 474 usw.; Lit. 36, S. 228; Lit. 45, S. 893; Lit. 35, S. 287—'88; Lit. 51, S. 101; HAUG (Lit. 19, S. 1642) nennt das Plaisancien eine „formation bathyale“.

Die Mergelschichten sind reich an Fossilienresten, meistens schlecht erhalten; so fanden sich an zwei Stellen am Nordrande des Vorkommens vor:

*Astrarium (Ormastrarium) fimbriatum* (Borson)  
*Dentalium (Dentalium) sexangulum acutangularis* Cocconi  
*Amussium cristatum* Borson  
*Megacrinus ellipticus* var. *rotundellus* Sacco  
*Teredo* cf. *ournali* Leym.

Sonst: *Xenophora* spec.; *Natica* spec. 1, spec. 2; *Lucina (Lucina)* spec.; *Flabellum* spec.

Überall im Becken von Piemonte wird das Astien charakterisiert durch eine Fauna, die auf das Bestehen eines ganz seichten Meeres deutet (Lit. 45, S. 912). Zuweilen enthält das Astien noch Kieszonen<sup>64</sup>).

Es ist noch zu erwähnen, dass an manchen Stellen um das Gebiet der westlichen Berge von Monferrato in Bohrungen Pliocän zum Vorschein kam<sup>65</sup>): nämlich nahe bei Villaretto (4 km. nördlich von Turin), in Turin und südlich von Turin an einigen Stellen; es wurde eine schmale Verbindung mariner Ablagerungen mit dem Becken von Asti einerseits, andererseits mit den Ablagerungen der Ebene von Novara und Vercelli (wo an manchen Stellen auch Bohrungen stattfanden) festgestellt (vgl. sonst Lit. 18, S. 611: eine Karte SACCO's). Es lässt sich übrigens nicht mehr feststellen, inwieweit unser Gebiet vom Pliocän bedeckt wurde.

### c. Synthese der sedimentären Genese.

Die ältesten zutagegetretenen Sedimente, die *Argille scagliose*, wurden während eines langen Zeitraumes in einem von Landbezirken eng begrenzten<sup>66</sup>) Sedimentationsraum, dem hauptsächlich feine Tonarten zugeführt wurden, in unbekannter Mächtigkeit abgelagert. Gelegentlich wurde diese Sedimentation durch Ablagerung von Kalkbänken verschiedenen Charakters, Kalksandsteinen, feinkonglomeratischen Schichten und von einem brecciösen Niveau („Lias“) unterbrochen.

Diese Ablagerungen finden wir jetzt durch das ganze „Profil“ der *Arg. sc.*, und wenn diese Tonarten auch bei den tektonischen Prozessen grillenhaft durcheinander geflossen sein mögen, so haben sie doch ursprünglich mit den Tonschichten mehr oder weniger regelmässig alternieren müssen. Sie bilden, jedenfalls was die Perioden, in denen sie sich entwickelten, anbelangt, wichtige Argumente gegen SACCO's Annahme: die *Argille sc.* seien Tiefseeablagerungen (u. a. Lit. 48, 49). Die Fossilarmut der Tonsedimente in unserem Gebiet (und überhaupt im Apennin) ist eine nicht geklärte Frage, die leicht zu weitgehenden spekulativen Betrachtungen führen könnte.

Um die Wende der Kreide-Eocän-Periode erfolgte Hebung des nahen Westalpengebietes, und es wurde ein konglomeratisches Niveau, das von Novarese-C. Coppa-C. Nuova, in einem nördlichen

<sup>64</sup>) Wie in der Ant. v. Serra (Lit. 38, S. 25; Lit. 51, S. 106), wo sie gewiss, wie SACCO schon vermutet, aus aufgehobenen *oligomiocänen* Ablagerungen herrühren.

<sup>65</sup>) Vgl. Lit. 43, 47 (mit einer palaeogeogr. Karte: S. 98), ebenfalls Atti R. Acc. d. Sc. Torino, Vol. 69, Disp. 1 a, S. 33—43; Vol. 66, S. 13—22.

<sup>66</sup>) Die palaeogeographischen Kärtchen von GIGNOUX (Lit. 18, S. 345, 399; Jura) und KOSSMATT („Palaeogeographie und Tektonik“, 1936, S. 179, 190: Kreide) geben einen Eindruck der vermutlichen Verhältnisse.

Teil unseres Gebietes abgelagert; die Bildung der feinkonglomeratischen Schichten mit *Assilinae* und *Camerinae* war wahrscheinlich schon vorangegangen. Was die Verbreitung der Konglomerate anbetrifft, müssen wir ohne Zweifel eine mit den W.-Alpen verbundene Landstrecke nördlich oder südlich der Stellen annehmen, wo heute Gerölle zu finden sind. Hiermit wurde eine Periode eingeleitet, die diese Gegend mit mehr oder minder intensiver Zufuhr terrigener Produkte durch das ganze Tertiär hindurch aus den benachbarten Penniden versorgte.

Während des *Alteocäns* fand im Turiner Becken Kalkbildung statt, wobei jedenfalls für eine pelagische- oder Bodenfauna höherer Tiergruppen ausserordentlich ungünstige Verhältnisse bestanden. Wir kennen nur *Chondrites-Problematica*, deren bathymetrischer Wert sehr verschieden geachtet wird [vgl. Lit. 56, S. 94—95 und HÉBERT: Bull. Soc. Géol. France (3), T. 5, 1877, S. 307, 309]. Wahrscheinlich gerade durch das Entbehren vieler benthonischer Organismen blieb die Feinschichtung der Kalkbänke (sowie jener des *Langhiens*) erhalten (Lit. 9). Fortwährend wurde Ton zugeführt, der die Kalksteine mergelig machte und mit ihnen mehr oder weniger regelmässig alternierte. Das ganze Gebiet der Berge von Monferrato lag unter Meeresniveau, wobei in der Nähe von Casale, wie S. v. D. HEIDE mir mitteilte, im Gegensatz zu unserem Gebiete weniger Kalk als Mergel abgelagert wurde; dort war vielleicht ein tiefer gelegener Teil des Beckens vorhanden.

Als Ankündigung der *Jungeocän*-Sedimentation erscheinen im oberen Teil des *Alteocäns* Sandbänke, wobei, wie die Sandablagerungen nahe Brusaschetto lehren, günstige Lebensverhältnisse für Grossforaminiferen vorhanden waren.

Das *Jungeocän* beginnt mit Ablagerung einer dicken Serie regelmässig alternierender Sand- und dünner Mergelschichten und einiger feinkonglomeratischer Zonen; benthonische Foraminiferen akzentuieren den untiefen Charakter des Meeres, und auch während des Ablagerns der jüngeren Mergelserie des *Jungeocäns* muss das Meer seicht geblieben sein, mit bestimmten, ausgesprochen untiefen Stellen, z. B. ausser dem Gebiet von Serra und Castagneto: der südliche Teil der Ant. v. Gassino, wo Sandbänke, Kalksandsteine und Kalkschichten abgelagert wurden, letztere mit einer reichen benthonischen Fauna (vgl. z. B. Lit. 31). Besonders gut wahrnehmbar in der Ant. v. Cortiglione wurden noch mit den Mergelschichten alternierende feinkonglomeratische Zonen und auch noch vereinzelt Foraminiferenkalk-Linsen gebildet: diese Ablagerungen zeigen deutlich, dass auch der Mergel grösstenteils unter Bedingungen entstand, die auf das Vorhandensein eines flachen Meeres schliessen lassen. Das Material dieser konglomeratischen Schichten stammt aus den Westalpen; ihr Vorkommen ist nicht aufzuweisen in der Ant. v. Gassino (wo das Meer nach Süden zu wahrscheinlich etwas tiefer war), wohl aber aus dem nördlichen Teil unseres Gebietes (nicht nördlich der Linie Lauriano-Brusasco-Cervotto), und ihre Gerölle müssen daher an einem damals nördlich von Gassino gelegenen, untiefen Saum entlang mitgeführt worden sein: vielleicht war also schon im *Jungeocän* die Keimanlage des Landstreifens des *Oligocäns* an der hiesigen Stelle vorhanden.

Die Kalkschichten nahe Gassino und C. Belizzolo sind je mergeliger, desto knolliger ausgebildet; eine Uebersicht der Unterschiede der Diagenese, wie wir sie uns vorstellen müssen, der Rolle der Tonbestandteile und der Zersetzung der organischen Stoffe, gibt DEECKE (Lit. 12, S. 65, 66, vgl. Lit. 2, S. 117, 127). Die Kalkbänke und sogar die Mergelschichten lieferten eine Fauna von Echinodermen, benthonischen Foraminiferen, *Lithothamnium* usw., welche typisch ist für solche neritische Warmwasserablagerungen (Lit. 52, S. 113, 120—121, Lit. 56, S. 121). Grossforaminiferen beanspruchen nach allgemeiner Auffassung nur sparsame O<sub>2</sub>-Versorgung des Meerwassers (Lit. 52, S. 31, 32), wie auch in diesem Falle annehmbar scheint, da während der Ablagerung des *Jungeocäns* von Gassino oft eine erhebliche Trübung des Wassers stattfand.

Bei der posteocänen Faltung der Westalpen wurden auch die älteren Etagen des Turiner Tertiärs gefaltet, und es muss ein ungefähr W.-E.-gerichteter Landsaum entstanden sein (vgl. Karte 1, S. 230). Im Beginn des *Tongriens* war dieser Saum von grösserer Ausdehnung als später, wo er sich mehr auf ein Gebiet von konstantem Umfang beschränkte.

Erstens bestand eine grössere Ausbreitung zum S. hin im nördl. Teil der Ant. v. Gassino (Fehlen der untersten *s + m*-Serie), dann eine kleinere (wahrscheinlich unter einer Diskordanz verschwindende *Jungeocän*-Kalkserie bei Villa Aprile). Zweitens eine Ausbreitung zum N.E. hin (Diskordanz v. Moriondo) und drittens eine Ausbreitung nach dem Osten, via der Diskordanz von Casetta Alta bis an jene von C. Coppa. Von dieser Stelle bestand eine Verlängerung als Untiefe via C. del Bosco—C. Scarfenga bis in die heutige Sy. v. Vallarolo und das Gebiet östlich v. Cortiglione, an welcher Untiefe entlang sowohl Gerölle alpinen Ursprunges als mehr in der Nähe (C. Coppa) entstandene Umarbeitungsprodukte wie *Alteocän*-Kalkgerölle vorbeigeführt wurden. Wahrscheinlich war die Störung v. Novarese schon entwickelt, denn im unteren *Tongrien* nahe C. Salvagno findet sich noch eine dünne Mergelserie beschränkter Ausbreitung vor, die sonst im Gebiete fehlt und zurückzuführen ist auf das Empordringen der *Argille scagliose*, die durch die Erosion erst nach dem ältesten *Tongrien* angegriffen worden waren.

Nachdem der Landstreifen einen konstanten Umfang angenommen hatte, fand südlich davon eine andere Sedimentation als im Norden statt; in letztgenanntem Gebiet wurden fast ausschliesslich *s + m* abgelagert nebst vereinzelt Kieslinsen in der Ant. v. Castagneto. Im Südwesten des Gebietes dagegen wurden hauptsächlich Konglomerate (nebst vereinzelt dünnen *s + m*-Serien) abgelagert, die besonders im Norden Gerölle älterer Apenningesteine enthalten („calcare alberese“, *Alteocän*-Kalk), aber sonst zum weitaus grössten Teil Pennidengesteine aufweisen.

Die aus dem Landsaum herrührenden Gesteine haben nur eine sehr beschränkte Verbreitung, wie überall deutlich festzustellen ist<sup>\*)</sup>, und das Fehlen dieser Produkte im *Tongrien* in der Ant. v. Castagneto ist gar kein Argument gegen die Nähe des Landstreifens. Dieser Saum ist vielleicht ausserdem ziemlich flach gewesen, und die erwähnten Gerölle können gut aus mehr westlich gelegenen Teilen des Landgebietes herrühren. Merkwürdigerweise sind bisher keine *Jungeocän*-Gerölle im *Tongrien* beobachtet worden, was nur zum Teil zurückzuführen ist auf die Beschaffenheit mancher mehr resistenter *Jungeocän*-Gesteinsarten.

<sup>\*)</sup> Im Einklang mit den von DEECKE erwähnten Merkmalen von Küstenerosion: Z. d. D. Geol. Ges., Bd. 68, 1916, A, H. 3, S. 360—391.

Oestlich der Ant. v. Gassino wurden hauptsächlich sehr typische  $s + m$  abgelagert, und die Pennidengerölle wurden in langsamerem Tempo nach dem Osten mitgeführt, wo sie beinahe ausschliesslich in einem mittleren Niveau des *Tongriens* sedimentiert wurden: nämlich nur im nördlichen Teil der Ant. v. Serra, welche seit dem Beginn des *Oligocäns* einen Teil des Turiner Beckens darstellte, welcher verhältnismässig langsamer sank; ferner in einem Teil der Ant. v. Piazza, der Sy. v. Cervotto und der Ant. v. Cortiglione. Die Gerölle wurden in einem schmalen Saum an einer Untiefe entlang (die im unteren *Tongrien* als Landstreifen entwickelt war) zwischen Valle dei Nervi und C. Coppa transportiert, wo dann eine deltaähnliche Verbreiterung der Zufuhrzone stattfand, und das grösste Material im Bric d. Pietra abgelagert wurde. Auch im Norden des Gebietes scheint während kürzerer Zeit eine Untiefe bestanden zu haben (von der vorigen abgetrennt), wie das basale grobkörnige *Tongrien* mit Kohlenflözen westlich von Coccetti zeigt. Zwischen diesem Gebiet und dem von C. Coppa besteht ein konkordanter, feinsandiger  $s + m$ -Uebergang *Jungeocän-Tongrien*.

Uebrigens zeigen die westlichen Ablagerungen des mittleren Teiles unseres Gebietes, wie zu erwarten war, mehr (dünne) konglomeratische Zonen als das östliche *Tongrien*: es konnte daher bei Valle dei Nervi bezüglich der Aequivalenz einer bestimmten Konglomeratzonen mit jener von Bric della Pietra kein klares Bild gewonnen werden; auch hemmt uns hinsichtlich der klaren Erkenntnis des Vorganges, wie das Material transportiert wurde, ausserdem noch die Tatsache, dass die Ablagerung nahe Valle dei Nervi durch eine relativ langsamere Senkung des Bodens immer geringfügiger war, verglichen mit derjenigen im Becken von Cervotto.

In einem deutlich vom mittleren Teil unseres Gebietes getrennten südlichen Saum wurden auch konglomeratische Zonen abgelagert, jetzt aber besonders zahlreiche im unteren und mittleren *Tongrien*, ausserdem immer mächtiger als bei Serra, Valle dei Nervi und Cervotto, und auch bestehend aus gröberem Material, dem noch viel mehr Apenningestein beigemischt ist, wie die Ablagerungen der Ant. v. Montalero und besonders der Ant. v. (Murisengo) Villadeati zeigen. Ihre alpinen Gerölle müssen längs eines etwa W.-E.-gerichteten Landstreifens<sup>68)</sup> südlich unseres Gebietes transportiert worden sein, und zwar in schnellerem Tempo als die zuvor erwähnten Gerölle, denn sie traten schon im unteren *Tongrien* häufig in oft verhältnismässig mächtigen Zonen auf. Im oberen *Tongrien* wurden in diesem Saum, jedenfalls nahe Murisengo, mächtige Kalkbänke und grobe (Kalk-)Sand-schichten abgelagert, östlicher nur  $s + m$  mit vereinzelt Kalk-schichtchen (Montalero).

Im *Oberoligocän* (vgl. Karte 2, S. 230) verbreiterten sich die Landgebiete<sup>69)</sup> ansehnlich im Turiner Becken, und der ganze östliche Teil der heutigen Berge zwischen Alessandria-Murisengo-Gabiano (nahe Moncestino), im dem schon während des *Tongriens* Landgebiete bestanden

<sup>68)</sup> Nur schematisch angegeben auf Karte 1.

<sup>69)</sup> Jedenfalls Gebiete, wo kein *Oberoligocän* in merkbarer Dicke abgelagert wurde.

haben müssen, tauchte aus dem Meere empor und fand Ausbreitung bis in die Ant. v. Cortiglione (bis Vignali). Die Ant. v. Serra stieg grösstenteils ebenso aus dem Wasser empor; vielleicht hing sie mit dem doch wahrscheinlich auch verbreiterten Landstreifen des *Oligocäns* südlich unseres Gebietes zusammen. Auch der Landsaum im Westen des mittleren Teiles unseres Gebietes verbreiterte sich nach N. und S., nachdem augenscheinlich einleitende Prozesse schon während des *Tongriens* stattgefunden hatten (nach der beschränkten Verbreitung der *s+m*-Zonen des *Tongriens* zu urteilen). Da das *Oberoligocän* bei Brusasco auskeilt, kann man auch vermuten, dass eine sich vom Osten bis an diese Stelle ausstreckende Verlängerung der östlichen Landstrecke bestand, etwa an Stelle der Ant. v. Monticelli gelegen (Andeutung dieses Saumes schon während des unteren und des sonstigen *Tongriens* sowie des *Oberoligocäns* als relativ langsamer sinkende Zone). Die Landstreifen müssen ziemlich niedrige, sanfte Wölbungen aufgewiesen haben, und das Meer war vermutlich ruhig, denn sonst ist das Fehlen jeglicher Erosionsprodukte (von *Tongrien* und *Eocän*) in den *Oberoligocän*-Ablagerungen nicht verständlich. In den doch sicherlich untiefen Becken zwischen den Landsäumen wurden hauptsächlich Mergelschichten abgelagert; im relativ schnell sinkenden Becken v. Scandolera-Cervotto in erheblichem Masse, während an der südlichen Grenze dieses Beckens noch eine Kalkschicht beschränkter Verbreitung gebildet wurde. Relativ langsam sinkende Teile des Meeresbodens waren an Stelle der Ant. v. Monticelli, Piazzone und Serra gelegen: das *Oberoligocän* wurde hier minder mächtig abgelagert. An dem westlichen Landsaum entlang wurde dann und wann noch Sand herangeführt und bis in die Nähe v. Cervotto verbreitet (gerade also wie die Gerölle des *Tongriens*).

Im älteren *Untermiocän* sanken fast alle Landstrecken in unserem Gebiete unter das Meeresniveau (vgl. Karte 3, S. 230), blieben aber im Isopachenbild noch angedeutet. Im Süden des Gebietes wurden in einem scharf gegen den mittleren Teil abgegrenzten Saum hauptsächlich mehr oder weniger grobe Sandarten und Mergel, verschieden regelmässig miteinander alternierend, abgelagert: bis in die Ant. v. Villadeati, wo das *Untermiocän* auskeilt. Im Westen wechseln diese Sedimente ab mit Kieszonen und grobsandreichen Konglomeraten; bis in die Ant. v. Serra breiteten sich grobe Sandarten und wenige Kieszonen aus.

Auch im nördlichen Teil des Gebietes wurden grobkörnigere Sedimente gebildet, wiederum hauptsächlich aus *s+m* bestehend, aber auch noch Konglomerate enthaltend, die, wie die geologischen Verhältnisse lehren, in einer schmalen Zone (d. h. jedenfalls im Osten) nördlich der Ant. v. Gassino (südlich der Ant. v. Castagneto) und bestimmt südlich der Ant. v. Pareglio mitgeführt wurden. In der Nähe von Brozolo wurden dünne Konglomerate abgelagert, welche nach dem N.W. in sandreiche und viel mächtigere Sedimente übergehen, diese wieder in *s+m* mit vereinzelt Grobsand- und Kieszonen (nördlich von C. Viano bestand wieder eine bessere Materialzufuhr während der Ablagerung dieser Serie, deutlich in einem von der Zone von Bric Carlinotto abgetrennten Saum). Dieser Saum verbreiterte sich dann augenfällig zum N.E. hin: bis in die Sy. von Cervotto wurden

$s + m$ , alternierend mit Grobsand- und Kieszonen, abgelagert; nach dem N. hin wurde bis nahe Brusasco eine dünne untere Grobsandserie abgelagert, hier schon (als Uebergangsablagerung) zwischen mergeligen Sedimenten liegend. Bei Cocetti lagert *Untermiocän* litoralen Charakters dem *Oberoligocän* auf: war hier der Landstreifen (?) des *Oberoligocäns* noch angedeutet?

Im mittleren Teil des Gebietes wurden zwischen jenen grobkörnigeren Säumen hauptsächlich mergelige Ablagerungen gebildet.

Merkwürdigerweise wurden die grobkörnigen Gesteine des Bric Carlinotto in einem zum Teil sicher schmalen Saum mitgeführt, und zwar, wie sich annehmen lässt, an einer Untiefe entlang; diese muss an Stelle des Landstreifens des *Oligocäns* gelegen haben, und zwar hauptsächlich im südlichsten Teil jenes Landstreifens. Diese Annahme erklärt sich mit grösserer Wahrscheinlichkeit durch das Auskeilen basaler  $s + m$ -Schichten in der Umgebung von Pareglio.

Im mittleren *Untermiocän* zeigte die Sedimentation (nicht auf einer Karte erläutert) einen viel mergeligeren Charakter, d. h. die südliche Zone blieb erhalten:  $s + m$ -Ablagerung, im W. dann und wann unterbrochen von grobkörnigerer Sedimentation; die nördliche Zone wurde jetzt reduziert zu einem schmalen  $s + m$ -Saum an Stelle der früheren grobkörnigen Zone, in der noch vereinzelt Kiesschichten gebildet wurden (N.W. v. Moransengo); die Gerölle müssen die Ant. v. Pareglio passiert haben, wurden aus verschiedenen Gründen nicht genügend beobachtet oder sind im Untergrund verborgen und schneiden die Topographie nicht.

Grosse Schwierigkeiten für die Erkenntnis der Ablagerung während des mittleren *Untermiocäns* verursacht das Vorhandensein der gemischten  $s + m$ - und mergeligen Sedimentation, wie sie die S.-Flanke der Ant. v. Piazzo-Pareglio zeigt. Wenn man hierbei auch noch berücksichtigt, dass das *Untermiocän* in dieser Gegend im grossen und ganzen an Dicke verliert, lässt sich für diese Umgebung keine genaue Parallelisierung der Unterabteilungen mit anderen im Gebiete feststellen.

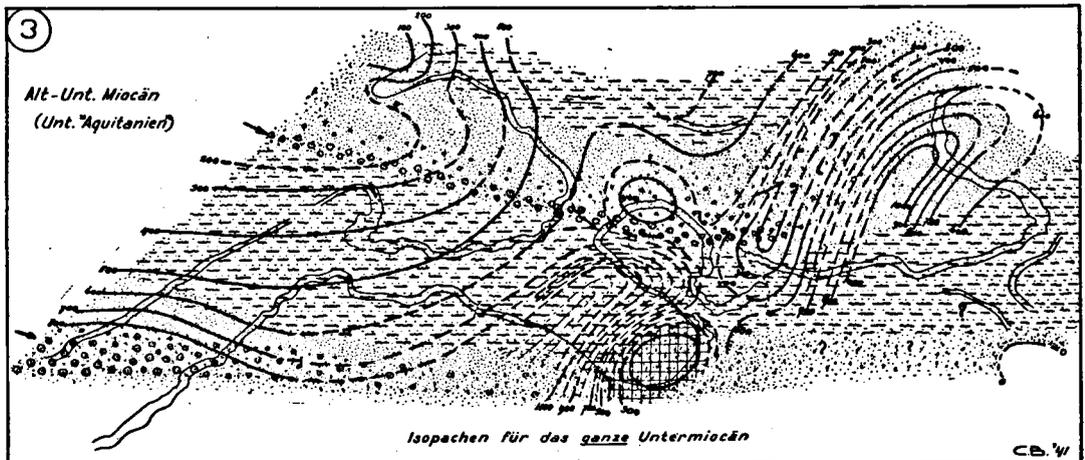
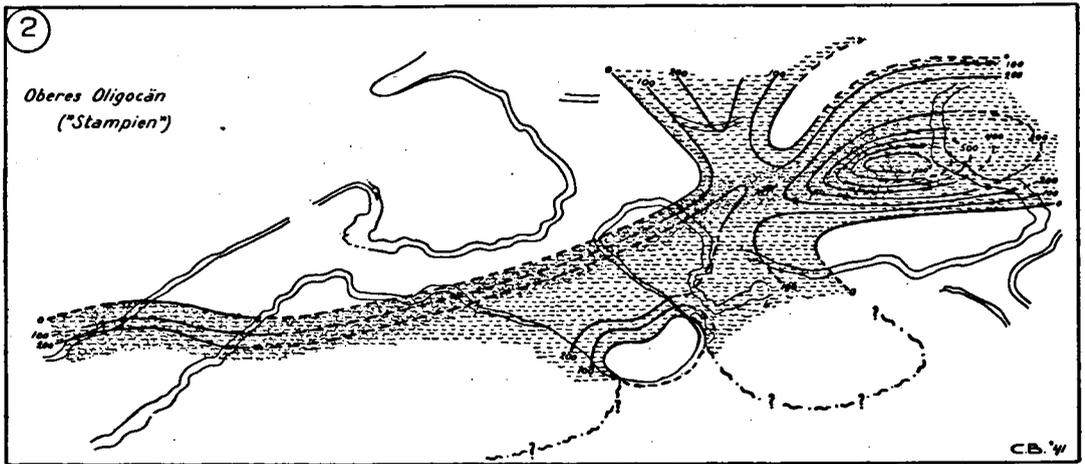
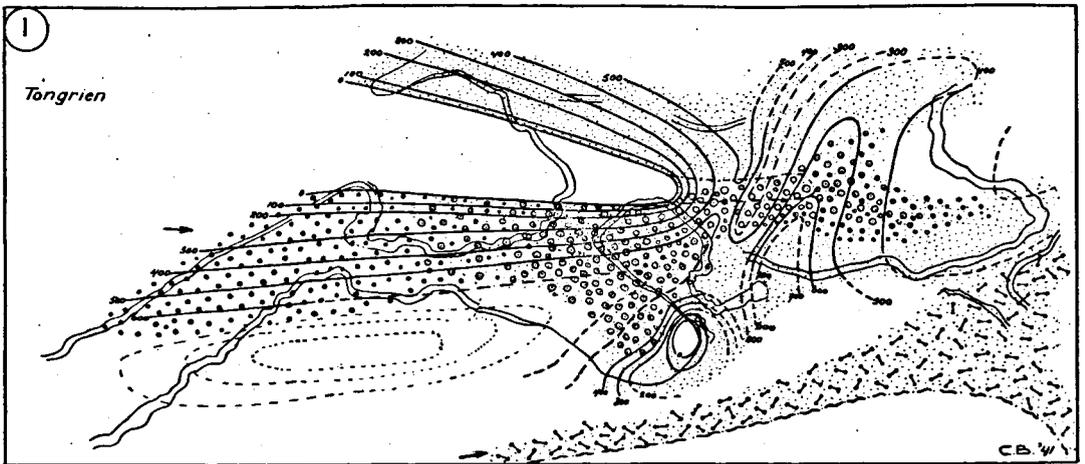
Auch im N. W. des Gebietes wurden noch  $s + m$  in einer wahrscheinlich schmalen Zone über dem südlichen Teil der Ant. v. Castagneto abgelagert, bis in die Umgebung von Colombaro hinein.

Die Sedimentation des jüngeren *Untermiocäns* (vgl. Karte 4, S. 231) zeigt folgendes Bild: in einer südlichen Zone, mehr oder weniger mit jener des älteren und mittleren *Untermiocäns* übereinstimmend, fand in der Westhälfte des Gebietes  $s + m$ -Ablagerung statt, und es wurde sogar eine dünne Kieszone, welche bis in die Nähe von Moriondo reichte, gebildet. Oestlich von diesem Gebiet fand eine hauptsächlich mergelige Ablagerung statt: Mischungsgebiet u. a. zwischen Pareglio-Moriondo. Das erstere Gebiet hatte eine südliche, nach dem Osten gerichtete schmale Verlängerung<sup>70)</sup>, in der  $s + m$  mit oft grobem Sand, alternierend mit dicken, mergeligen Schichten, sedimentiert wurden. Wahrscheinlich nur während kurzer Zeit wurde dieser Saum fern nach dem Osten hin bis in die Ant. v. Cortiglione verlängert unter Ablagerung von teilweise grobkörnigen Sandschichten.

Im mittleren Saum unseres Gebietes wurden Mergelsedimente ge-

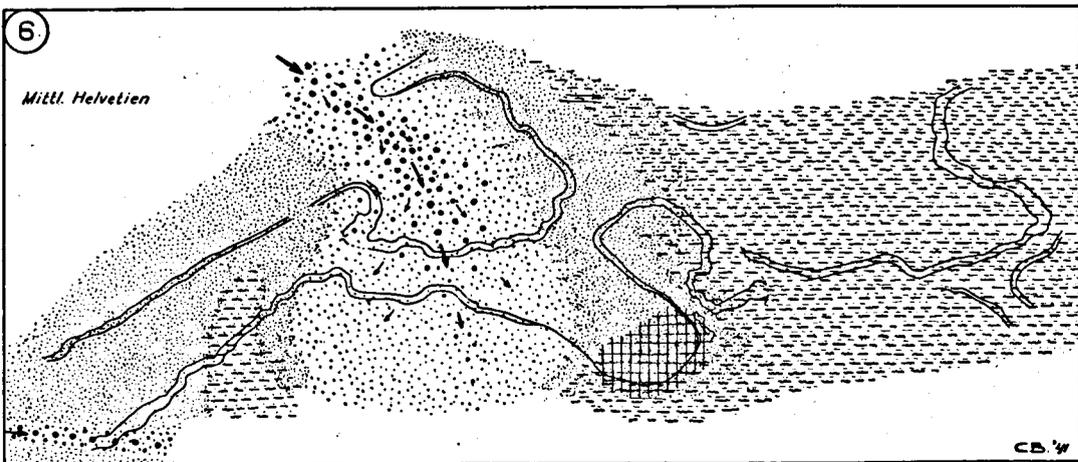
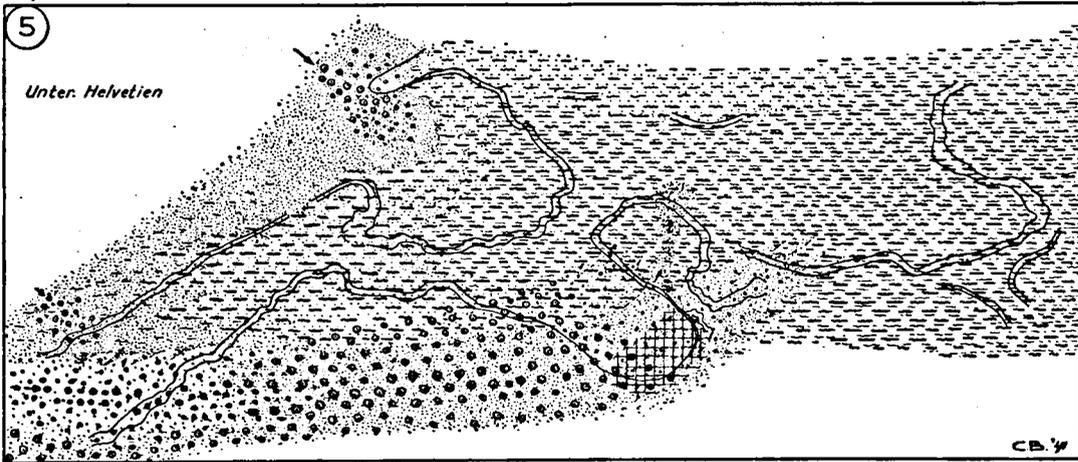
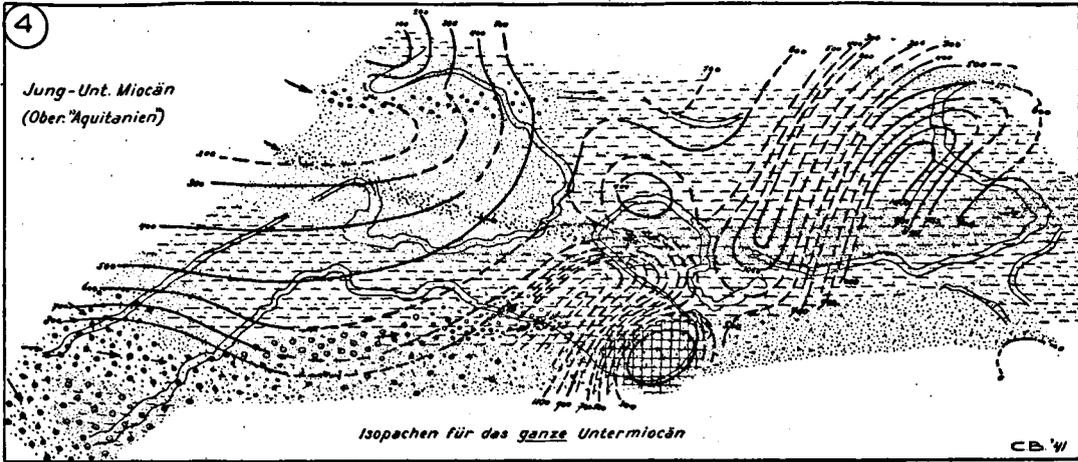
<sup>70)</sup> Vgl. älteres und mittleres *Untermiocän*!

1 : 250.000



verschiedene Etagen des Turiner Tertiärs zusammengestellte Uebersicht.

1 : 250.000



bildet und in einer Zone südlich davon grösstenteils wieder  $s + m$ , im Osten in der Sy. v. Cicengo schnell verschwindend. Nachdem schon während des älteren und mittleren *Untermiocäns* darauf hinweisende Ereignisse stattgefunden hatten, kam es im Westen dieser Zone zur Ablagerung einer reichlich abgestuften grobkörnigen Zone in einem zum Teil fortwährend an Breite variierenden Gebiet, das deutlich ein doppeltes Delta darstellt: eine Zunge westlich von Mongreno (Komplex v. Reaglie) und eine bei Superga. Diese Delten waren im N. W. miteinander verbunden, während mehr südöstlich in dem sie trennenden Zwischenraum  $s + m$  abgelagert wurden.

Offenbar wurde nur der Teil dieser Ablagerung, der die grösste horizontale Ausbreitung zeigte, von Superga nach dem Osten bis nahe Berzano verlängert, wobei die grobklastischen Produkte erst später dort ankamen. Zum Schluss fand im Westen eine gemischte Sedimentation von  $s + m$ - und Geröllzonen in einem schmalen Saum in der Umgebung von Tetti Rossi (D. 2) statt <sup>71)</sup>.

Undeutlich ist das verschiedene Verhalten der jüngsten *Untermiocän*-Schichten nordw. und südöstlich von Superga, aber vielleicht lässt sich dies wie folgt erklären: in dem grossen Delta fand plötzlich keine grobkörnige Sedimentation mehr statt, ausser vor der kleinen Zunge von Tetti Rossi, deren jüngste Geröllablagerungen nach dem Südosten sich fortsetzten als sandreiche Ablagerung (seitwärts übergehend in  $s + m$ ), und zwar in zwei von einer  $s + m$ -Sedimentation geschiedene kleine Grobsanddelten.

Zum mindesten die ganze W.-Hälfte der südlichen Zone unseres Gebietes muss eine Untiefe gewesen sein, besonders zur Zeit der Verbreitung grobkörniger Sedimente nach dem Osten.

Die oft verblüffend grossen Dimensionen (vgl. Lit. 51) der *untermiocänen* alpinen Gesteinsblöcke machen Schwierigkeiten, was die Erklärung der Transportfrage anbetrifft; noch mehr gilt dies für das *Helvetien*, und zahlreiche verschiedene Ansichten wurden darüber ausgesprochen (vgl. Lit. 51). Da aber ein Transport durch Gletschereis aus den nahen Penniden, wie oft angenommen wird, abzulehnen ist, da wir u. a. dann auch vereinzelt Blöcke oder kleinere Gerölle in anderen, z. B. mergeligen Teilen des Gebietes hätten auffinden müssen, also nicht in Zonen abgelagert, kann nur angenommen werden, dass entweder ein Transport durch ausserordentlich schnelle, rutschbachartige Flüsse stattfand, oder, wie mir wahrscheinlicher dünkt, haben wir an erster Stelle an Ströme mit hohem spezifischen Gewicht zu denken, denn Wasserströme allein können die oft riesenhaften Blöcke nicht transportieren, besonders nicht über derartige Abstände hin wie Superga—Berzano. Wir müssen wohl Sand-Schlamm-Ströme in Betracht ziehen (vgl. Lit. 57), wie auch in anderen Gebieten angenommen wurde, z. B. von SHEPPARD (Lit. 53). Für gewisse Teile des Komplexes von Superga ist eine sandreiche, für andere eine sandarme Zusammensetzung jener Ströme anzunehmen, so auch hinsichtlich der Ablagerung von Blöcken nahe Berzano, wo das zwischen den transportierten Blöcken vorhandene Material durch mechanische Wirkungen fortgespült wurde; die auf diese Weise entstandenen Hohlräume wurden später durch Sand und Mergel ausgefüllt, wie die *Operculinae* lehren.

Während des *Langhiens* wurde in überraschender Weise die Sedimentation des jüngeren *Untermiocäns* und jene z. T. wenig davon ab-

<sup>71)</sup> Diese kleine Deltazunge blieb auch konstant an dieser Stelle während des *Langhiens* und des *Helvetiens*.

weichende des unteren *Helvetiens* fortgesetzt, natürlich abgesehen von der Kalkbildung.

Im Westen fuhr die erwähnte kleine Zunge von Tetti Rossi fort, grobkörnige Sedimente zu liefern, jetzt bis in die südöstliche Flanke der Ant. v. Gassino. Sonst wurden im ganzen Gebiet mergelige Kalkschichten abgelagert, mehr oder weniger regelmässig alternierend mit Mergel- oder Sandschichten. Dass die Sedimentation des *Untermiocäns* fortgesetzt, sowie jene des *Helvetiens* eingesetzt wurde, zeigt doch wohl, dass der gleiche und zwar untiefe Charakter des Meeres im Turiner Becken, was Art und Konfiguration anbetrifft, erhalten wurde. Im Einklang damit sind die ausgesprochenen Untiefen an Stelle der Ant. v. Castagneto, v. Serra und von Villadeati, wo das *Langhien* fast ganz oder ganz und gar auskeilt. In jenem Becken waren nur für pelagische Organismen günstige Verhältnisse vorhanden, während ab und zu auch eine spärliche Bodenfauna an einigen Stellen gedeihen konnte.

Stellt man diese Tatsache an die Seite jener, dass das *Langhien* sehr gut erhaltene Pflanzenreste lieferte (vgl. auch Lit. 12) und der Tatsache der Kalkbildung, dann kann man wohl annehmen, dass das Bodenwasser O<sub>2</sub>-arm und das Becken mehr oder weniger vom offenen Meere abgeschlossen war. Der Gegensatz: eine reiche pelagische, dagegen eine arme Bodenfauna, ist mit SCHMIDT (Lit. 52) für jene Annahme von grösster Bedeutung zu nennen.

Nach dem *Langhien* dominierten wieder grobkörnigere Sedimente, und während des untersten *Helvetiens* (vgl. Karte 5, S. 231) bestand im N. W. des Gebietes ein — schon eher angedeutetes — kleines Delta, welches grobkörnige Ablagerungen, die nach dem Osten in mergelige Sedimente übergehen, lieferte. Im Süden wurde die Untiefe des *Untermiocäns* wieder benutzt für die Verbreitung gröberer terrigener Materialien aus dem Westen, wo das etwas nach dem Süden verlegte Delta von Superga wieder fortschritt und dort reichlich nuancierte Sedimente bildete, horizontal und vertikal mit mergeligen Schichten alternierend. Wie im *Untermiocän* müssen wieder, nach der Grösse mancher Blöcke zu urteilen, Sand-Schlammströme und Flusseinwirkungen sturzbachartigen Charakters eine grosse Rolle gespielt haben. In einem variierend breiten Saum wurden Gerölle mitgeführt bis in die Ant. v. Berzano und Serra (Grobsand und Kies bis nahe Cocconato), wo sie logischerweise erst später ankamen. Diesem Transport war *s + m*- und Grobsandablagerung vorangegangen, sogar während kurzer Zeit bis in den nördlichen Teil der Sy. v. Tonengo.

Die schon erwähnte kleine Deltazunge von Tetti Rossi bestand auch im *Helvetien*: sie lieferte grobkörnige Ablagerungen örtlichen Charakters, alternierend mit mergeligen *s + m*-Serien.

Nach dem Osten fand fortwährend eine mergelige Sedimentation statt, wobei eine *s + m*-Zone zeitweilig bis nahe Braia fortgesetzt wurde. Auch nördlich des südlichsten Saumes des Gebietes fand eine zum Teil wohl sehr mergelreiche Sedimentation statt.

Es begann dann eine Periode (nicht auf einer Karte erläutert), wo im Südwesten des Gebietes *s + m*-Schichten den Deltasedimenten aufgelagert wurden, welche nach dem Osten zu (Ant. v. Serra) über-

gingen in mergelige, und nach dem N. E. in gemischte,  $s + m$ -reiche Sedimente: zwischen Bussolino und Sassi. Dann und wann wurden Sandschichten bis in das Gebiet nahe Sciolze verbreitet.

Das Delta von Castagneto spielte dagegen noch eine wichtige Rolle und breitete sich offenbar mehr nach dem Süden aus (vgl. unten), wobei die geröllführende Serien von Negri zugleichzeitig mit einem Teil der  $s + m$ -Serie von Casalborgone (und Lauriano) abgelagert wurden, wobei letztere nur teilweise jener  $s + m$  der Sy. v. Tonengo äquivalent sind. Mehr östlich im Gebiet wurden ausschliesslich Mergel sedimentiert.

Noch einmal, nämlich im mittleren *Helvetien* (vgl. Karte 6, S. 231) zeigen obenerwähnte Delten Ausbreitung, besonders jenes von Castagneto. Im Südwesten wurde nur ein Niveau grobkörniger Sedimente beschränkter Verbreitung gebildet: Zone v. Pino. Das Delta v. Castagneto zeigt jetzt ein imponierendes Bild: über eine schmalere Zone in der Nähe von San Raffaële wurden dem Becken ausserordentlich grobe Materialien zugeführt, im Südwesten (Bric Turniola-Bric d. Cerro) von Grobsandablagerungen vorangegangen <sup>72</sup>). Eine fast basale Geröllablagerung von San Raffaële wurde noch deutlich fortgesetzt im Bric del Vai und Bric Martina: sie ist nach dem S. E. als grobsandreiche Kieszone entwickelt. Diese Sedimente wurden von Grobsandsedimenten überlagert, reich an riesigen Blöcken (besonders im Bric del Vai). Diese Ablagerung fand nach dem Süden eine ausgedehnte Verbreitung bis in die Sandzone Pavarolo-Pogliano. Nach der Sy. v. Tonengo gehen diese Ablagerungen u. a. über in  $s + m$  (wieder nur zum Teil diesen Schichten äquivalent). Im östlichen Teil des Gebietes fand noch immer Mergelablagerung statt.

Bezüglich des Deltas interessieren uns besonders zwei Tatsachen: erstens das Mächtigerwerden der Serie von San Raffaële nach dem Süden; zweitens, dass bei S. Raffaële niemals solche ungeheuer grosse Blöcke wie im Bric del Vai vorliegen. Wie schon beim *Untermiocän* erwähnt wurde, müssen wir wohl gewaltige Sand-Schlamm-Ströme als Transportmedium dieser Blöcke annehmen. Die erwähnten Ablagerungen zeigen grosse Übereinstimmung mit rezenten Schlammströmen, denn vor einer schmalen Zufuhrzone breitete sich ein ausgedehnter Kegel aus, in dem das grösste Material konzentriert wurde, während in der Transportzone, im Einklang mit rezenten Beispielen, eine relativ dünne Ablagerung mit weniger grossen Blöcken gebildet wurde. Uebrigens müssen wir, wie im Falle des Deltas von Superga, an mehrere Schlammströme denken, die sich immer über das gleiche Gebiet verbreiteten.

Während einer noch jüngeren Periode blieben im S. W. und W. des Gebietes ungefähr gleiche Verhältnisse bestehen (Ablagerung mehr oder weniger mergeliger  $s + m$ -Serien), aber an Stelle des Deltas v. Castagneto wurden jetzt u. a.  $s + m$  sedimentiert, fortgesetzt in der südlichen Flanke der Ant. v. Gassino-Cinzano-Berzano und der Sy. v. Tonengo. Nochmals schritt dann das Delta v. Castagneto fort: Niveau v. Cimena, aus dem grobkörnigere Elemente nach dem Süden bis nahe San Giorgio mitgeführt wurden.

<sup>72</sup>) Diese finden Fortsetzung nach dem Süden als  $s + m$ : unter der Grobsandserie Pavarolo—Pogliano; ebenfalls als Teil der  $s + m$ -Serie der Sy. v. Tonengo.

Das Meer war während des ganzen *Helvetiens* im Westen untief zu nennen, und schwerlich können die Mergelschichten in der Osthälfte unter viel tieferen Bedingungen gebildet sein.

In der dann folgenden Uebergangszeit zum *Tortonien* wurden über beinahe das ganze Gebiet mergelige Sedimente abgelagert, welche südlich von Pogliano-San Giorgio alternierten mit grobkörnigeren Ablagerungen, die nur aus dem N. W. zugeführt sein können, also wahrscheinlich als Nachschub des Deltas v. Castagneto anzusehen sind. Dies lässt sich nicht beweisen, da im N. W. des Gebietes j ü n g e r e s *Helvetien* fehlt.

Die hauptsächlich mergelige Sedimentation des *Tortoniens* fand in unserem Gebiet mit teilweise unbekannter Verbreitung statt, in einem wiederum untiefen Meeresbecken. Noch immer spielte die Ant. v. Serra ihre Rolle, was die steigende Rückbildung der Etagen an dieser Stelle anbelangt. Im Uebergang des *Tortoniens* zum *MioplIOCän* erschienen Brackwasserorganismen: das bevorstehende, mehr oder weniger deutliche Abschliessen des Beckens v. Asti vom mehr offenen Meere kündigte sich schon an.

Im *MioplIOCän* haben wir schliesslich obenerwähnten Zustand, und es tauchten nach der Hauptfaltung ganze Teile der Berge von Monferrato aus dem Meer empor. Südlich davon wurden in der Gegend unseres Gebietes Mergel abgelagert, wobei lokal u. a. grobkörnigere Elemente aus älteren Gesteinsserien (Ant. v. Serra) hineingespült wurden. Dann und wann fand Gips- und Kalkablagerung statt, besonders im mittleren Teil des *MioplIOCäns*: mächtige Gipsstöcke wurden in der Nähe der Untiefen und Landgebiete der Ant. v. Serra und von Murisengo-Villadeati gebildet.

Während des *Plaisanciens* war das Meer wieder mehr aufgedrungen, und rund um ein Landgebiet, dessen Kern von einem Teil der heutigen Berge v. Monferrato gebildet wurde, fand in einem seichten Meeresbecken eine hauptsächlich mergelige Sedimentation statt, nur hier und da durchsetzt von Sandschichtenbildung. Während des *Astiens* dominierte die Sandablagerung, und zum Schluss des Tertiärs überwog die Sedimentation die geringfügige Senkung<sup>73)</sup> während des *Pliocäns*, und schliesslich blieb nur die langsam von den Rändern des Beckens heranschreitende fluvio-lacustrine Sedimentation (*Villafranchien*) übrig.

Während des ganzen Tertiärs wurden dem Becken von Piemonte Pflanzenreste zugeführt und besonders im *Langhien*, *Helvetien* und *MioplIOCän* recht gut konserviert (vgl. u. a. Lit. 40).

Sehen wir uns noch einmal die Konfiguration der Sedimentationsbecken des *Oligocäns* und des *Untermiocäns* an, so fällt für das *Tongrien* besonders der E.-W.-gerichtete Landsaum ins Auge, welcher die p o s t e o c ä n e Faltungsrichtung angibt, aber sofort begleitet wurde von einer teilweise N. N. E. - S. S. W. - Orientierung der Isopachen: an Stelle der

<sup>73)</sup> Ausserdem ging in dieser Gegend noch eine schwache Faltung und Hebung vor.

Ant. v. Monticelli, Piazzone und Serra wurde das *Tongrien* in relativ geringer Dicke abgelagert, ausserhalb dieses Gebietes und der Landgebiete in grösserer Dicke. Während des *Oberoligocäns* blieb die Konfiguration der relativ langsam sinkenden Zone, prinzipiell gesprochen, die gleiche, aber jetzt änderte sich das Isopachenbild des Beckens von Scandolera-Cervotto. Auch im *Untermiocän* änderte sich das Isopachenbild nicht wesentlich <sup>74)</sup> und die Kulmination von Serra spielte wieder eine bedeutende Rolle, wie im *Langhien* bis *Miophocän*.

Wie sind nun Wesen und Entstehung der Isopachen-„Becken“ und „Schwellen“ zu denken? Besonders die (W.-E.-gerichtete) Sedimentverteilung in Säumen zur Zeit des *Untermiocäns*, *Langhiens* und *Helvetiens* (zum Teil) zeigt deutlich, dass wir die „Schwellen“ nicht als Untiefen deuten müssen, da dann eine ganz andere Sedimentverteilung zu erwarten wäre. Es sind dies besondere Stellen eines Sedimentationsraumes mit einem im allgemeinen flachen Grund, welche während der allgemeinen Bodensenkung und Ablagerung *relativ langsamer* sanken; die Stellen der Isopachen-„Becken“ sanken dagegen verhältnismässig viel schneller, und sie vergegenwärtigten im allgemeinen keine erheblich tieferen Stellen des grossen Beckens.

Die meisten Geologen <sup>75)</sup> konstatieren oder vermuten in verschiedenem Sinne einen Zusammenhang zwischen derartigen Isopachen-Konfigurationen und jenen, welche verursacht wurden von tektonischen Prozessen, die vor, während und nach der Sedimentation stattfanden. Auch in unserem Gebiete müssen den erwähnten Konfigurationen *langsame* Bewegungen des Untergrundes des Sedimentationsraumes zugrundeliegen: diese, unter dem Begriffe *Epeirogenese* klassifiziert, wurden in bestimmten Perioden ersetzt durch schnellere, tektonische Bewegungen, welche oft, prinzipiell gesprochen, gleiche Tendenzen aufweisen, was die Konfiguration der Strukturen anbetrifft.

Die Ant. v. Serra und wahrscheinlich auch jene v. Monticelli u. Piazzone und von Murisengo scheinen verhältnismässig alte (posteocäne) Strukturen zu sein, in denen die *Argille scagliose* langsamer oder schneller empordrangen. Vermutlich wurden während der tektonischen Prozesse jüngere Serien durchbohrt (Post-Eocän, Spät-Miocän und Spät-Pliocän); aber in geringerer Masse, zuweilen gar nicht bei den langsamen Bewegungen, welche jedenfalls nur eine geringfügige Ablagerung verschiedener Etagen an den hiesigen Stellen verursachten.

#### d. Bemerkungen über gewisse stratigraphische Phänomene.

Wir können hier auf einige Einzelheiten, die schon anderweitig beiläufig berührt wurden, näher eingehen.

<sup>74)</sup> Die Landgebiete des *Oligocäns* blieben noch angedeutet im Isopachenverlauf!

<sup>75)</sup> Vgl. PAECKELMANN's interessante Studie: Lit. 28; sonst z. B. E. D. REED, *Geology of California*, 1933 [sonst REED & HOLLISTER: *Bull. Amer. Ass. Petr. Geol.*, Vol. 20, Nr. 12, 1936), und DAHLGRÜN: *Z. d. D. Geol. Ges.*, Bd. 79, 1928. Sonst wurde von H. STILLE vielfach auch auf solche Erscheinungen gewiesen! (vgl.: *Grundfragen der vergleichenden Tektonik*, 1924). Vgl. auch SRUTZER: *Geol. Rdsch.*, Bd. 21, 1930, H. 2 (1 S.).

a) *Rutschung von Sedimenten während der Bildung einer Sedimentenserie.*

Im  $s + m$ -Komplex des *Helvetiens* gleich unter Casalborgone sehen wir u.a. das in Fig. 9 abgebildete Profil <sup>76)</sup>. Fast horizontale Schichten, an Stelle der Photographie nicht aufgeschlossen, werden überlagert von einem

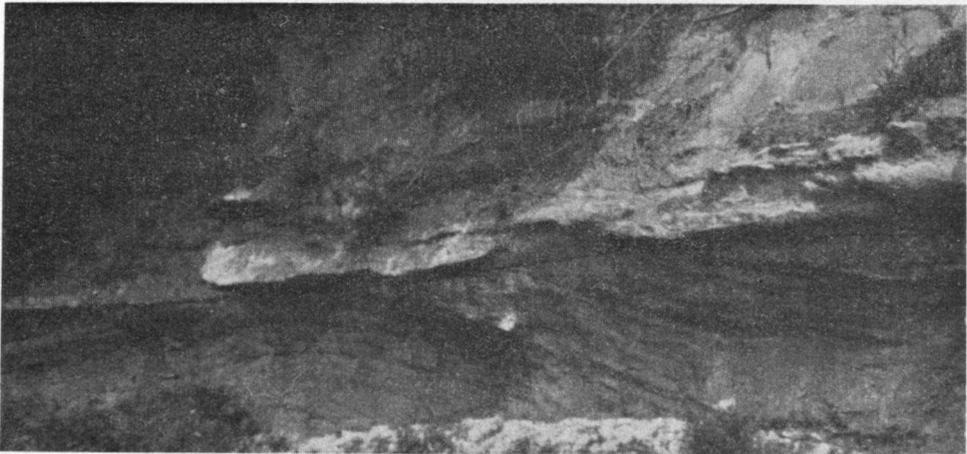


Fig. 9.

Diskordanz im *Helvetien*- $s + m$ -Komplex unter Casalborgone.

dünnen, leicht gefalteten Komplex <sup>77)</sup> der sich über etwa 100 m. horizontal verfolgen lässt. Dieser gefaltete Komplex wird diskordant und scharf abgetrennt überlagert von einer dicken Sandbank und anderen  $s + m$ -Schichten. Die Trennungsfäche zeigt deutlich, nicht eine Art Gleitfläche zu sein, sondern eine sich leicht wellende Diskordanzfläche, bei einer Erosion der gefalteten Schichten entstanden.

Die Erklärung dieses Phänomens wird wohl sein, dass in einer schon entstandenen sedimentären Serie auf geneigtem Grund ein jüngster Schichtenkomplex eine Rutschung mitmachte (die untere, leider nicht beobachtete Grenzfläche muss eine Gleitfläche gewesen sein). Wie nun die Sedimentationsgeschichte des *Helvetiens* uns lehrt, müssen wir in diesen  $s + m$ -Ablagerungen solche sehen, welche vor einem von N.W. nach S. E. fortschreitenden grossen Delta gebildet wurden. Wie das Streichen der gefalteten Schichten (N. E.-S.W.) uns zeigt, fand das Abrutschen nach dem S. E. oder N.W. statt; das Delta weist auf ein solches nach dem Südosten hin. Die dann folgende Erosion ist wahrscheinlich eine submarine gewesen, denn selbstredend rutschte der Schichtkomplex nach tieferen Teilen des Beckens. Später wurden über den gefalteten noch andere Schichten abgelagert.

<sup>76)</sup> Vgl. die Ortsangabe auf der geologischen Karte.

<sup>77)</sup> Umstände halber konnte deren Dicke nur geschätzt werden zwischen 2 u. 5 m.

Besonders ARN. HEIM (Lit. 21) und KUENEN (Lit. 26) erwähnen Rutschen von Sedimenten<sup>78)</sup>, aber die bisher aufgefundenen Angaben über Schrägneigung gewisser Schichtkomplexe, ehe Rutschen stattfindet, können in diesem Falle nicht zu einem Vergleich herangezogen werden, da einerseits Beispiele dafür unter den mit marinen Sedimenten in mancher Hinsicht unvergleichbaren Süßwassersedimenten, andererseits unter ausserordentlich feinkörnigen<sup>79)</sup> marinen Sedimenten bekannt sind.

Die Annahme einer Erosion ist eine nur scheinbare *contradictio*: zwar zeigt das *Helvetien* intensive Sedimentation, aber wir müssen auch den Eindruck einer zeitweiligen Erosion erhalten, welche offenbar nahe verknüpft war mit dem Phänomen der Rutschung. Sie ist wahrscheinlich durch eine intensiv erodierende Wirkung der Turbulenz des Meereswassers während der Rutschung zu erklären, wobei eine die Erosion stark begünstigende Suspension entstand (ausserdem war die Faltung eine schwache, die Erosion brauchte daher nicht sehr stark zu sein, um eine Erosionsfläche hervorzurufen). Auch bei der späteren Zufuhr von Sandkörnern können noch anfänglich erodierende Wirkungen, wenn auch in geringfügiger Masse, eine Rolle gespielt haben.

KUENEN glaubt der subaquatischen Solifluktion eine geringe Rolle bei der Ausfüllung eines Beckens mit Sedimenten zuerkennen zu müssen, im Gegensatz zu ARN. HEIM's Anschauung. In völligem Einklang mit KUENEN's Ansicht steht die Tatsache, dass in unserem Gebiet nirgends mehr derartige Phänomene beobachtet wurden, und wenn man auch noch so viele Aufschlüsse beobachtet, muss man annehmen, dass derartige Erscheinungen, falls doch noch vorhanden, sicher von äusserst geringer Bedeutung sind.

b) 1) *Tongerölle* („*Clay boulders*“) beobachteten wir an einigen Stellen: gleich oberhalb der Diskordanz zwischen *Jungeocän* und *Tongrien* nahe C. Coppa (F. 22): Fig. 3; im geröllführenden mittleren *Tongrien* nahe C. Nicoletti (G. 23), Fig. 10; ebenso im *Untermiocän* nahe Sulpiano-Cocchetti. Zusammenfassend kann gesagt werden<sup>80)</sup>, dass derartige

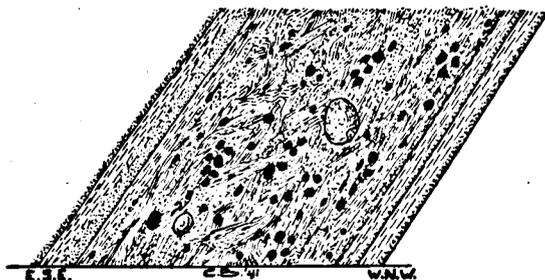


Fig. 10.

Geröllführende Zone im mittleren *Tongrien* nahe C. Nicoletti.

<sup>78)</sup> Vgl. auch TWENHOFEL, Lit. 57, S. 739—'44.

<sup>79)</sup> Vgl. Lit. 57, S. 604 (MISS DRAPER).

<sup>80)</sup> Vgl. Lit. 33; 57: S. (214), 691—'95.

Bildungen im Sinne RICHTER'S auf einem Teil des Meeresbodens<sup>81)</sup> als mehr oder weniger kompakte Tonklumpen, welche durch mechanische Wirkungen aus ihrer ursprünglichen Umgebung in andere Gegenden in ungefähr gleichaltrigen Ablagerungen gerieten, entstanden. Die Mergelgerölle von C. Coppa, oft mit einem Sandhäutchen versehen, sind aber sicherlich aus älteren, nämlich *jungeocänen* Sedimenten entstanden, und in den Sandablagerungen des unteren *Tongriens* aufgenommen worden. Der dünne, mergelige, geröllführende Komplex von C. Nicoletti wurde ausserhalb des Gebietes der W.-E.-gerichteten Hauptzufuhr von alpinen Geröllen nahe Bric d. Pietra gebildet; dann und wann wurden den Mergelablagerungen von C. Nicoletti alpine Gerölle zugeführt, wobei wahrscheinlich an letztgenannter Stelle Umarbeitung der schon verfestigten Mergel, also etwa an Ort und Stelle, zu eckigen Mergelstücken stattfand; die schön abgerundeten Mergelgerölle stammen wahrscheinlich aus den Untiefen der nahen Umgebung (Bric d. Pietra).

Auch die *Untermiocän*-Mergelgerölle von Sulpiano-Cocetti, welche während einer Periode des älteren *Untermiocäns* gebildet wurden, in dem dann und wann sicherlich Umarbeitung abgelagerter Sedimente stattfinden konnte (vgl. II c), sind wahrscheinlich in etwa gleichaltrige Sedimente eingespült worden.

2) ein derartiges, mit Tongeröllen wahrscheinlich völlig vergleichbares Phänomen<sup>82)</sup> kann man wahrnehmen in einer bestimmten Kalkbank des *Tongriens*, in einer Grube gleich nördlich von La Pirenta (C. 26); vgl. Fig. 11: es handelt sich hier um Kalkgerölle gleicher Zusam-

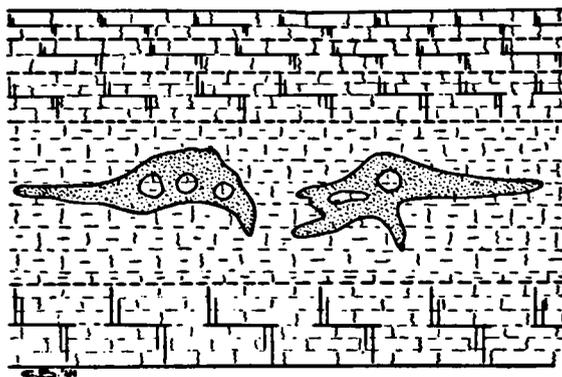


Fig. 11.

Kalkgerölle in einer Kalksteinbank des *Tongriens* nahe bei La Pirenta; unter und oberhalb dieser Bank feiner geschichtete Kalkbänke.

menetzung wie die der Kalkbank, welche jetzt innerhalb einer Matrix groben Sandes gelegen sind. Leider war es nicht möglich, die Begrenzung der Sandablagerungen dreidimensional zu beobachten, sodass eine Er-

<sup>81)</sup> In den obenerwähnten Fällen sind nur diese Böden als dafür in Frage kommend anzuweisen, ein Entstehen in Flüssen kann nicht vorausgesetzt werden.

<sup>82)</sup> Vgl. Lit. 33 c, S. 309.

klärung ihrer Bildungsweise nicht gegeben werden kann, und man sein Genügen nehmen muss mit der naheliegenden Vermutung, dass es sich hier auch um Gerölle, die in etwa gleicher Weise entstanden sind wie Tongerölle, handle.

c) im grobkörnigen Komplex des *Helvetiens* von Albugnano-Bignona kann man viele Phänomene stratigraphischer Bedeutung wahrnehmen: z. B. gleich S. E. von San Antonio (C. 16) im Nordabhang des Hohlweges (bei der Wegteilung dort) ist das Profil der Fig. 12 wahrzunehmen, gewiss ein Querschnitt einer alten Priele, in mergeligen Sandablagerungen gelegen, in der während des Fortschreitens der Sedimentation u. a. Gerölle alpinen Ursprunges sich aneinander stiessen, dann und wann aus

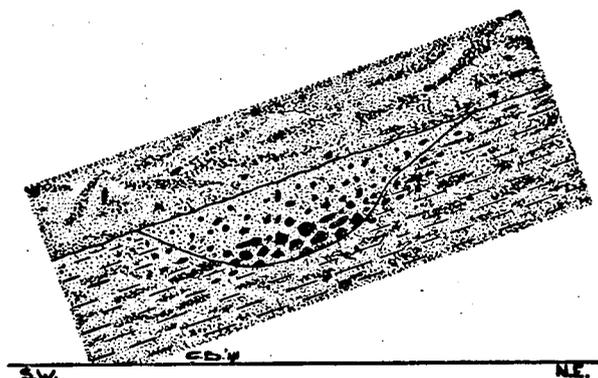


Fig. 12.

Querprofil einer Priele im *Helvetien*-Grobsandkomplex nahe bei San Antonio (C. 16).

der Priele in die sich immer erhöhende Umgebung gerieten, wieder bedeckt wurden, usw. Die Schichtung der Prielensedimente wird übrigens auf keiner Abbildung, auch nicht von HÄNTZSCHEL (Lit. 20, Abb. 25) gezeigt. Später, nachdem Erosion stattgefunden hatte, wurde die ganze Bildung überdeckt von Sandablagerungen mit verworrenere Struktur, die sehr stark an jene der von HÄNTZSCHEL abgebildeten Gezeitenschichtung im (Schlick)-Watt: i. e., Abb. 5 (weniger an Abb. 7) erinnern.

Uebrigens sei noch bemerkt, dass wir im grobkörnigen Komplex von Albugnano öfters Bildungen beobachten können, welche sehr wohl übereinstimmen mit jenen inneren Diskordanzen innerhalb normaler Gezeitenschichtung (i. e., Abb. 13—15), u. a. nahe S. Antonio, wo viele stark an HÄNTZSCHEL's Abb. 13 erinnernde Phänomene zu sehen sind.

### III. TEKTONISCHE BESCHREIBUNG DES GEBIETES.

Ältere Abhandlungen über den Bau des Gebietes findet man bei SACCO<sup>83)</sup> und SUBESS<sup>84)</sup>, Besprechung kleinerer Teile bei SACCO (Lit. 38) und PREVER (Lit. 31). Profile wurden gegeben von PARETO<sup>85)</sup>, SACCO<sup>86)</sup>, PREVER (Lit. 31, S. 39) und ROVERETO<sup>87)</sup>. Die Berge von Monferrato wurden bisher in tektonischen Abhandlungen über das alpine Faltungssystem richtigerweise nur als kleine Faltungserscheinung behandelt; das erklärt aber nicht das oft vollkommene Negieren dieses Faltenbündels innerhalb der Umgrenzung des Alpenbogens<sup>88)</sup>, oder eine beiläufige Behandlung ohne Erforschung der wirklichen Verhältnisse. Wie erwähnt, wurden auf älteren Karten und Profilen nie Störungen angegeben.

Die auffallendste Erscheinung in unserem Gebiete ist wohl, dass es aus Antiklinalen und Synklinalen besteht, deren Faltenaxen verschiedene Richtungen aufweisen, und von denen einige in horizontaler Projektion gebogen sind. Wirkliche Kreuzung der Falten findet aber nicht statt, obwohl man drei deutlich verschiedene Richtungen etwa gleicher Bedeutung unterscheiden kann. Im östlichen Teil des Gebietes dominiert dagegen eine Richtung.

Wir können unterscheiden: a) die ältesten, posteocänen (praeoligocänen), E.-W.-gerichteten Strukturen, nur mit gewisser Mühe anzuweisen, denn sie sind von jüngeren Etagen verborgen: hierzu gehört der Landstreifen des *Tongriens* (vgl. Karte 1, S. 230) über dem mittleren Teil, und wahrscheinlich auch jener im Süden des Gebietes.

b) eine etwas jüngere, altoligocäne (und zum Teil oberoligocäne) N.E.-S.W.-gerichtete antiklinale Struktur an Stelle der heutigen Ant. v. Monticelli-Piazzone-Serra (vgl. Karte 1, S. 230); sie äusserte sich nur im untermeerischen Senkungsbild und bildete einen deutlichen Gegensatz zur gleichgerichteten, östlich von ihr gelegenen Struktur mit relativ stärkerer Senkung. Besonders an Stelle der Ant. v. Serra weist die ersterwähnte Struktur eine salzdomartige Kulmination auf (*Argille scagliose!*).

c) die oberoligocänen und miocänen Strukturen, wie die vorigen Strukturen als nur äusserst langsame<sup>89)</sup> Faltungsäusserungen an-

<sup>83)</sup> Lit. 39 (nur wurden Streichen und Fallen angegeben); 1890, Bull. Soc. belge Géol., etc., T. 4, Mém., S. 3—28; 1895, ib., T. 9, Mém., S. 33—49; 1904, l'Appennino Settentrionale e Centrale, Torino; 1913, Les Alpes occidentales, Turin.

<sup>84)</sup> La Face de la Terre, III, 2.

<sup>85)</sup> 1861, Bull. Soc. géol. France, 2e Série, T. 19, S. 239—320.

<sup>86)</sup> 1889, Lit. 37, 38; 1905, Lit. 32, S. 829, Pl. 31; 1935, Lit. 50.

<sup>87)</sup> Trattato di Geologia morfologica, Vol. 2, S. 1010—1011.

<sup>88)</sup> z. B. in Theorien, welche um das Alpen—Apennin-Problem handeln.

<sup>89)</sup> Besser können wir hier von langsam als von schwach reden, denn sie haben sich wohl schwach, aber ausserdem noch während längerer Zeit geäussert.

zusehen (Karte 2, S. 230), sind weniger deutlich gerichtet und bildeten sich wie die vorigen nur im vertikalen Sinne im Sedimentverbreitungsbild, nicht im horizontalen Sinne aus (horizontale Verbreitung der Sedimentarten nicht beeinflusst).

d) die intensivste Faltung im Spät-Miocän lässt ein System in drei Richtungen auftretender antiklinaler und synklinaler Strukturen entstehen, welche teils deutlich mit älteren Strukturen zusammen fallen, teils jene vollkommen verschwinden lassen (vgl. z. B. die unter *a* genannte Struktur und die Sy. v. Casalborgone).

e) die spätpliocäne Faltung, äusserst schwach, akzentuierte das Becken von Asti und erhöhte dessen Randgebiete. Das Pliocän v. Cast. Verrua Savoia ist ebenfalls schwach gefaltet: die teilweise ziemlich erhebliche Steilstellung verdankt es gewiss hauptsächlich der empordringenden Tätigkeit der *Argille scagliose*.

Man kann sich selbst an Hand der Karte, der Profile und der Strukturkarte über die meisten geologischen Verhältnisse ein Urteil bilden. Wir wollen hier nur erwähnen, dass die Störung von Topasso hier und da von einer etwa 3 m. mächtigen „Misch-Schicht“ begleitet wird (*Untermiocän*-Mergel mit *Tongrien*-Geröll). Die St. v. Candiglione ist wie die meisten Störungen nicht sichtbar abgeschlossen: ihre Lokalisierung geschah mit Hilfe des Bildes von Streichen und Fallen und unter Verwertung der regelmässigen Abnahme der Dicke vom *Untermiocän*. Die Ant. v. Castagneto enthält wahrscheinlich noch eine Kernstörung.

Es darf noch erwähnt werden, dass besonders das *Langhien* der südlichen Flanke der Ant. v. Cinzano (zwischen Bardassano—Cinzano) überall kleine Transversalfalten aufweist; die Abstände zwischen den Wellengipfeln variieren von 2—25 m. Die Ursache der Entstehung dieser Falten kann nur sein, dass in dieser E.—W.-gerichteten Ant., zwischen N.E.—S.W.- und N.W.—S.E.-verlaufenden Antiklinalen gelegen, ausser einer N.—S.-Verkürzung auch eine E.—W.-gerichtete stattfand.

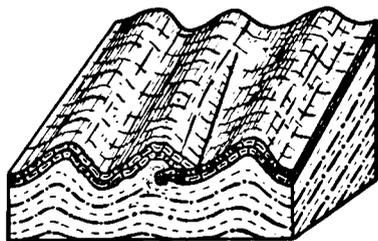


Fig. 13.

Transversalfaltung im *Langhien* (*Untermiocän* und *Helvetien*) der südl. Flanke der Ant. v. Cinzano.

Die Ant. v. Serra zeigt alle Merkmale einer diapyrren Falte; während längerer Zeit (*posteoocän*) drangen die *Argille scagliose* in mehr oder weniger schnellem Tempo in ihr empor. Die *Alteocän*-Kalksteine wurden dabei zertrümmert und in den *Arg. sc.* aufgenommen (ebenfalls auf diese Weise aufgenommenes *Jungeocän* fällt wegen seines Charakters nicht auf).

Bei der spätmioocänen Faltung wurden, wie u. a. das *Tongrien* deutlich zeigt, die die *Arg. sc.* bedeckenden Sedimente aufgehoben, und es entstanden zahlreiche Verwerfungen in der schwächer einfallenden nördlichen Flanke (schematisch angegeben

im Profil 30), wobei der tertiäre Sedimentmantel auseinander und in oft steil aufgerichtete kleine Schollen brach: eine für Salzdomen charakteristische Struktur<sup>99)</sup>.

Auch in den Ant. v. Piazza und Monticelli haben die *Arg. sc.* derartige Bewegungen ausgeführt; daher die Zertrümmerung mancher Formationen (Konglomerate, Breccien, *Alteocän*) und die eigentümlichen Störungen zwischen *Alt-* und *Jungeocän*. Die St. v. Novarese hat im Spätmiocän keine wichtige Rolle gespielt (sie entstand schon bei der posteoocänen Faltung), d.h. nicht nahe Bric Sac, denn westlich davon drangen nur *Arg. sc.* empor, die Störung trifft das *Tongrien* v. Moriondo nicht; ihre Rolle wurde im W. der Ant. v. Piazza grösstenteils übernommen von der St. v. Lauriano. Nahe C. Scarrone enthält das *Jungeocän* Injektionen von *Argille scagliose*.

Im Valle Trincavenna sieht man eine Störung zwischen *Alt-* u. *Jungeocän*, die schon früher angegeben wurde (S. 203); vgl. Fig. 14.

Die Ant. v. Monticelli setzt sich von Cast. Verrua noch unter Umbiegung nach dem Osten zu fort (vgl. Foglio Vercelli), etwa an Stelle des heutigen Po-Laufes.

Die Kulmination von Piazzone zeigt deutlich nur durch Empordringen der *Arg. sc.* unter dem *Alteocän* entstanden zu sein.

Die Sy. v. Tonengo zeigt Komplikationen, die bisher nie erwähnt wurden: merkwürdigerweise sind innerhalb einer Synklinale zwei Aufschiebungen entstanden, zwischen denen die Ant. v. Vignaretto ge-

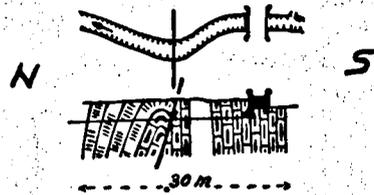


Fig. 14.

Profil im Valle Trincavenna gleich nördl. von La Fabbria.

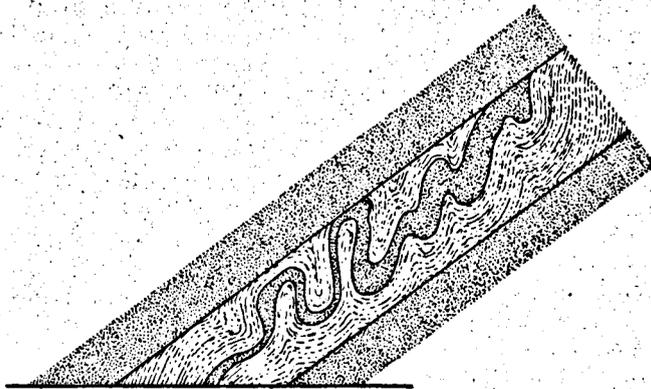


Fig. 15.

Die Störung von Cucca bei Novaresi.

<sup>99)</sup> Vgl. z. B. die Profile der Arcadia- und Vacherie-„salt dome“ der Gulf Coast Region in den Verein. Staaten: SPOONER, 1926, Bull. Am. Ass. Petr. Geol., Vol. 10, S. 217—292.

faltet wurde. Man hätte eher beiderseits entgegengesetzt gerichtete Aufschiebungen in einer antiklinalen statt synklinalen Falte erwarten können, aber hier wurde eine andere, merkwürdige Lösung für das Problem der Verkürzung bei der Faltung gegeben, wobei ein Segment der Ant. v. Serra mit ausgeschnitten wurde. Im Felde fallen besonders starke Druckerscheinungen im *Langhien* zwischen Tabiella-Aramengo ins Auge. Die Störung von Cucca ist gut zu lokalisieren; bei Novaresi ist sie am Weg entlang wie auf Fig. 15 wahrzunehmen. Sie wird von mehreren kleinen Störungen mehr oben im Profil begleitet, aber im schwacheinfallenden <sup>91)</sup> *Untermiocän* S. E. von C. Grassino wurden diese nur als zerknitterte Schichten wahrgenommen und nur schematisch auf der Karte angegeben.

Die Ant. v. Cortiglione und das Gebiet bei Vallese-Piazzone weisen wieder Tätigkeit der *Arg. scagliose* auf, hier oft von Injektionscharakter: nahe Vignali und in der St. v. Voggiardi (oft reich an *Alteocän*-Blöcken). Auch in der Ant. v. Murisengo-Villadeati sind *Argille sc.* während längerer Zeit emporgedrungen, wie u. a. das *Tongrien*-Verbreitungsbild lehrt, daher die merkwürdige Begrenzung der Störungen (vgl. Foglio Vercelli). Das *Tongrien* zeigt eine schwache, doch deutliche Transversalfaltung.

Man hat mehr derartige Faltungsercheinungen wie in den Bergen v. Monferrato erwähnt, oft als Kreuzung von Falten: vgl. z. B.:

1894, J. ROUSSEL, Bull. Serv. Carte géol. France, vol. 5; 1895: P. ZÜRCHER, ibid. (vol. 7), nr. 48; 1900, M. LUGEON, ibid. (vol. 11), nr. 77; 1901, A. GÜEBHARD, C. R. 8e Congr. géol. Intern. (Paris), 1er Fasc., p. 631—645; 1925, W. STAUB, Eclogae geol. Helvetiae, T. 19, p. 98—126; 1937, H. TERPSTRA, Ing. Ned. Ind., 4e jrg., No. 2, IV, p. 29.

In vielen Fällen handelt es sich nur um Undulation der Faltenachsen, und auch in unserem Gebiet ist keine wirkliche Kreuzung der Falten zu sehen. Es sind mir keine direkt vergleichbaren Fälle bekannt, wie auch verständlich wird durch eine besondere Kombination zweier Eigenschaften, d. h. ein schöner Gleithorizont (*Arg. sc.*) und die besondere Lage innerhalb der Umspannung des Alpenbogens: daher die doch regelmässig in einander übergehenden Faltungen des Tertiärs in drei Richtungen, welche im *Spätmiocän* zugleichzeitig oder fast zugleichzeitig erfolgten, während vorher mehr Faltungen in je einer dominierenden Richtung stattgefunden hatten.

Die *Argille scagliose* verhalten sich offenbar ebenso plastisch wie Salzserien in bestimmten Gebieten, wie schon GIGNOUX (Lit. 17) bemerkt. Man kann gewissermassen eine Parallele ziehen zwischen dem Kettenjura und den Bergen von Monferrato: in beiden Fällen liegt eine oberflächliche Faltung vor, in den Kernen der Antiklinalen tritt nur eine, nie eine ältere Etage zutage: ein schöner Gleithorizont. In beiden Fällen handelt es sich um eine Epidermisfaltung (Abscherungs-„Decke“: BUXTORF), eine schwache Faltung einer obersten Gesteinsserie, in unserem

<sup>91)</sup> Einfallen der Schichten und jenes der Landschaft nicht sehr abweichend.

Gebiete während der Faltung in drei Richtungen gleitend über den *Argille scagliose*. Das im östlichen Teil der Berge von Monferrato eine (N. E. - S. W.-)Richtung dominiert, ist dem etwaigen Fehlen von *Arg. sc.* zuzuschreiben, oder der Lage dieses Gebietes, d. h. jedenfalls mehr ausserhalb der Umspannung durch den Alpenbogen.

Merkwürdig sind auch jene in den Kernen der Strukturen endenden Störungen, wie die St. v. Topasso, v. Voggiardi-Buggiali, von Montalero und jene in der W.- und N.-Flanke der Ant. von Murisengo. Daneben bestehen die salzdomartigen Kulminationen der *Arg. sc.* an mehr konischen Verwerfungen entlang; sie sind zuweilen nahe verbunden mit den vorhin gemeinten Störungen; letztere sind wahrscheinlich wie die *Arg. sc.*-Kulminationen auf Bewegungen mit hauptsächlich vertikaler Tendenz zurückzuführen<sup>92)</sup>, und vielleicht gerade durch derartige Bewegungen der *Arg. sc.* im Untergrund entstanden. Die St. v. Novarese z. B., welche als normale Faltenaufschiebung begonnen hatte, wurde später in eine Störung mit einem mehr verwerfungsartigen Charakter verändert.

Auch in unserem Gebiete sehen wir deutliche Anklänge an die Anschauung DE SITTER's (Lit. 54) über den Zusammenhang zwischen stratigraphischen Merkmalen und dem Entstehen asymmetrischer Falten und Aufschiebungen in der Richtung des Auskeilens bzw. der Dickenabnahme gewisser Abteilungen einer Sedimentenserie. Vgl. z. B. das Verhalten der Ant. v. Gassino, auch der v. Castagneto mit dem stratigraphischen Verhalten gewisser Etagen. Die Störung von Topasso ist dem Auskeilen des *Tongriens* zu verdanken, vielleicht auch jene von Candiglione<sup>93)</sup>. Die Asymmetrie der Ant. v. Cortiglione und die Störung von Voggiardi-Buggiali sind zurückzuführen auf das Auskeilen des *Oberoligocäns* (Vignali, C. Vignassa). Auch die St. von Cucca-Cocconato sind der Tatsache zu verdanken, dass das Tertiär in dieser Umgebung an Mächtigkeit einbüsste, während die St. von Cocconato vielleicht auf das Auskeilen des *Oberoligocäns* im Untergrunde zurückzuführen ist. Vergleicht man die tektonischen und stratigraphischen Merkmale unseres Gebietes eingehend mit der Ansicht von DE SITTER, dann sieht man mehr Anklänge damit als sich hier angeben lassen. Die Bedeutung mancher Merkmale wäre noch höher zu schätzen, wenn mehr derartige Analysen stattgefunden hätten.

<sup>92)</sup> Vgl. z. B.: B. G. ESCHER, Zouttektoniek, Jaarb. 1933 v. d. Mijnbouw. Ver. (26 S., 26 Fig.) und H. STILLE, Normaltektonik, Salztektonik und Vulkanismus, Z. d. D. Geol. Ges., Bd. 74, 1922, S. 215—226.

<sup>93)</sup> Also dem in unmittelbarer Nähe Auskeilen des *Tongriens*, im Untergrund verborgen.

#### IV. KURZE BEMERKUNGEN UEBER DIE MORPHOLOGIE DES GEBIETES.

Besonders deutlich vorhanden<sup>\*)</sup> ist oft der Einfluss der Geologie auf das Landschaftsbild. An erster Stelle fallen in mancher Hinsicht ausgesprochene Gegensätze durch Verschiedenheit der Lithologie (*Arg. sc.—Tongrien-Konglomerate* usw.<sup>\*\*)</sup> auf. Der Einfluss des geologischen Baues ist der viel grössere, und daher haben relativ hohe geologische Kulminationen oft mehr erhobene Landschaftsformen entstehen lassen als sich durch die Lithologie allein erklären liess, z. B. im Mergelgebiet der Ant. von Berzano und Cortiglione (hier spielen konglomeratische Schichten im *Jungocän* der Sy. v. Vallarolo eine bedeutende Rolle!).

Auffallend ist der Zusammenhang von geologischem Bau und Entwässerung. Ausserhalb des Gebietes hat der Po sich in seinem Laufe in hohem Masse leiten lassen

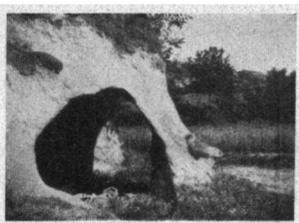


Fig. 16.

Natürliche Brücke im  
grobsandigen mittleren  
*Helvetien* W. v. Pogliano.

von der geologischen Struktur unseres Gebietes! Im Gebiet selbst werden die südlichen Abhänge der Ant. v. Gassino, von Cinzano und v. Berzano und die Sy. von Casalborgone, v. Cervotto und v. Tonengo grösstenteils konsequent entwässert. In der Ant. v. Gassino ist ein Teil der kleinen Flüsse der N.W.-Flanke schneller rückwärts erodiert, wahrscheinlich weil das Gefälle dieser Flüsse von Anfang an viel grösser war in dieser steileren antiklinalen Flanke als das der Flüsse der S.E.-Flanke; auch war die Erosion des Po wirksam auf die Verkürzung der Flüsse zwischen Erosionsbasis und Anfang. Besonders der Rio Maggiore N.E. v. Gassino hat die günstigen geologischen Verhältnisse benutzt (den Rückgang des *Tongriens* und das Einfallen dieser Ant.); er konnte sich schnell in die Mergelablagerungen des *Untermiocäns* der Ant. von Cinzano zurückziehen, auf diese Weise in seinem Oberlaufe (mit zum Teil obsequenter Entwässerung) eine teilweise inkonsequente Entwässerung bewerkstellend: im Oberlaufe als Ersatz eines früheren, wahrscheinlich doch konsequenten Entwässerungssystems. Auch die anderen Flüsse der N.W.-Flanke der Ant. v. Gassino zeigen einen teilweise obsequenten Lauf.

Zu erwähnen ist noch, dass der kleine Nebenfluss des Rio della Morra westlich von Pogliano (C. 14) nahe C. Valbione in der Grobsandzone des mittleren *Helvetiens* ein Beispiel einer natürlichen Brücke gegeben hat: Fig. 16.

Manche kleinen Flüsse sind zum Teil subsequent zu nennen: solche sind der Rio Bossola und der Rio Gianasso respekt. südwestlich und nordwestlich von Bardassano (zwischen *Tongrien* und *Langhien*), ferner der Rio del Pertengo bei San Raffaële (konsequent entwässernd angefangen). Der Rio di San Gencio hat sich nach Anschneiden der Ant. v. Castagneto durch den Po in den verhältnismässig weichen Gesteinen rückwärts eingegraben.

<sup>\*)</sup> Erst nach vollem Wert zu schätzen, falls die topogr. Karten 1:25.000 benutzt werden.

<sup>\*\*)</sup> Vgl. die oft besondere Rolle der resistenten *Langhien*-Ablagerungen, die an manchen Stellen als Wasserscheide auftreten, oder jedenfalls relativ hohe Hügelreihen bilden.

Das *Langhien* hat in der Sy. v. Cervotto—Moncestino zwei einander gleichende, grösstenteils konsequente Entwässerungssysteme voneinander getrennt gehalten; der Rio Ardovana entsprang im Norden wohl als subsequenter Fluss, der Rio Gioliti bei Moncestino als obsequenter Fluss.

Grössere, teilweise konsequente Quertäler wurden gebildet durch die N.-Hälfte der Ant. v. Piazza (Valle Trincavenna!), und auch der Oberlauf des Torrente Versa bildet ein Quertal durch die Ant. v. Vignaretto. Auch der Lauf des Rio Freddo und des Rio Fabiasco, ursprünglich eine konsequente Entwässerung bewirkend, zeigt Zusammenhang mit dem geologischen Bau. Bemerkenswert ist noch das Verhalten des Stura in der Ant. v. Murisengo; dort herrschten besondere Verhältnisse, entstanden durch das Empordringen der *Argille scagliose* zwischen resistenten Gesteinsserien (*Tongrien, Langhien*), die den Lauf dieses Flusses in erheblichem Masse beeinflussten.

## V. LITERATURVERZEICHNIS.

1. ANDREE, K. (1908) Ueber stetige und unterbrochene Meeressedimentation, ihre Ursachen, sowie über deren Bedeutung für die Stratigraphie; Neues Jahrb. f. Miner., etc., Beil. Bd. 25, S. 366—421.
2. — (1911) Die Diagenese der Sedimente, ihre Beziehungen zur Sedimentbildung und Sedimentpetrographie; Geol. Rundschau, Bd. 2, S. 61—74, 117—130.
3. — (1915) Wesen, Ursachen und Arten der Schichtung; Geol. Rundschau, Bd. 6, S. 351—397.
4. BARRELL, J. (1912) Criteria for the recognition of ancient delta deposits; Bull. Geol. Soc. America, Vol. 23, S. 377—446.
5. — (1917) Rhythms and the measurement of geologic time; Bull. Geol. Soc. America, Vol. 28, S. 745—904.
6. — (1925) Marine and terrestrial conglomerates; Bull. Geol. Soc. America, Vol. 36, S. 279—342.
7. BELLINI, R. (1904) L'Elveziano nelle Colline di Chivasso presso Torino; Boll. Soc. geol. Ital., Vol. 23, S. 371—378.
8. — (1905) Le varie facies del Miocene medio nelle Colline di Torino; Boll. Soc. geol. Ital., Vol. 24, S. 607—653.
9. BRINKMANN, R. (1932) Ueber die Schichtung und ihre Bedingungen; Fortsch. Geol. u. Pal., Bd. 11 (DEECKE-Festschr.), S. 187—219.
10. CHELUSSI, I. (1913) Sulla natura e sulla origine dei conglomerati terziari delle Colline di Torino; Boll. Soc. geol. Ital., Vol. 32, S. 371—397.
11. DACQUÉ, EDG. (1926) Paläogeographie; Enzykl. der Erdkunde, Leipzig u. Wien, FR. DEUTSCHE.
12. DEECKE, W. (1923) Die Fossilisation; Berlin, Gebr. BORNTRÄGER.
13. DIENER, C. (1925) Grundzüge der Biostratigraphie; Leipzig u. Wien, FR. DEUTSCHE.
14. DREHER, OTTO (1938) Dip-Karten; Beispiele für die Anwendung besonderer Zeichen für Streichen und Fallen; Senckenbergiana, Bd. 20, H. 3/4, S. 221—228.
15. ENGELBERTS, F. G. (1939) Geologische waarnemingen in de Romagna'sche Apennijnen; Geologie en Mijnbouw, 1e Jrg. No. 10, S. 240—252.
16. FECHTER, H. J. (1934) Geologie der Bauen-Brisen-Kette am Vierwaldstättersee und die zyklische Gliederung der Kreide und des Malm der helvetischen Decken; Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, N.F., Liefer. 69.
17. GIGNOUX, M. (1922) Alcune riflessioni sulle condizioni di giacimento dei petroli emiliani e sulla tettonica dell'Apennino; Boll. Soc. geol. Ital., Vol. 41, S. 234—245.
18. — (1936) Géologie stratigraphique; MASSON et CIE., Deux. Edition.
19. HAUG, EM. (1911) Traité de Géologie, 2 (Les périodes géologiques); Paris, ARMAND COLIN.
20. HÄNTZSCHELL, W. (1936) Die Schichtungsformen rezenter Flachmeer-Ablagerungen im Jade-Gebiet; Senckenbergiana, Bd. 18, H. 5/6, S. 316—356.
21. HEIM, ARN. (1924) Ueber submarine Denudation und chemische Sedimente; Geol. Rundschau, Bd. 15, S. 1—47.
22. — (1934) Stratigraphische Kondensation; Eclogae geol. Helvetiae, Vol. 27, No. 2, S. 371—383.
23. KAESER, ER. (1931) Der Grundsatz des Aktualismus in der Geologie; Zeitschr. D. Geol. Ges., Bd. 83, S. 389—407.
24. KERNER-MARILAU, FR. (1934) Paläogeographie, mit besonderer Berücksichtigung auf die Fehlerquellen; Berlin, Gebr. BORNTRÄGER.
25. KREJCI-GRAF, K. (1932) Definition der Begriffe Marken, Spuren, Fährten, Bauten, Hieroglyphen und Fucoiden; Senckenbergiana, Bd. 14, H. 1/2, S. 19—39.

26. KUENEN, PH. H. (1935) The Snellias Expedition 1929—'30, Vol. 5 (Geological Results), Pt. 1: Geological interpretation of the bathymetrical results.
27. KUMM, A. (1932) Schicht, Bank, Lager; Geol. Rundschau, Bd. 23 A (SALOMON-CALVI-Festschrift), S. 186—200.
28. PAECKELMANN, W. (1930) Ueber Beziehung zwischen Fazies und Tektonik im Devon des Sauerlandes; Zeitschr. D. Geol. Ges., Bd. 82, S. 500—598.
29. PARONA, C. F. (1930) Affioramento di terreni mesozoici presso Lauriano Po nella Collina di Torino; Atti Reale Acc. d. Sc. di Torino, Vol. 65, S. 213—223.
30. PERETTI, L. (1928) Le formazioni conglomeratiche Aquitaniane dei Colli di Superga; Boll. Soc. geol. Ital., Vol. 47, Fasc. 2, S. 159—170.
31. PREVER, P. L. (1907) Aperçu géologique sur la Colline de Turin; Mém. Soc. Géol. de France, 4e Série, Tôme 1, Mém. no. 2.
32. RÉUNION extraordinaire de la Société Géologique de France en Italie, à Turin et à Gênes; Bull. Soc. Géol. France, 4e Série, Tôme 5, 1905, S. 809—852 (Pl. 27—31).
33. RICHTER, RUD. (1922) a. Ton als Geröll im gleichzeitigen Sediment; Senckenbergiana, Bd. 4, H. 3, S. 137—141.  
(1924) b. Schlickgerölle, auf dem Meeresgrund entstehend; Ibid., Bd. 6, H. 3/4, S. 163—165.  
(1926) c. Die Entstehung von Tongeröllen und Tongallen unter Wasser; Ibid., Bd. 8, H. 5/6, S. 305—315.
34. ROCCATI, AL. (1905) Sabbia manganesifera di Moncucco Torinese; Boll. Soc. geol. Ital., Vol. 24, S. 401—416.
35. SACCO, FED. (1887) Classification des terrains tertiaires conforme à leurs faciès; Bull. Soc. Belge de Géol., etc., Tôme 1, Mém., S. 276—294.
36. — (1888) Le Ligurien; Bull. Soc. Géol. France, 3e Série, Tôme 17, S. 212—229.
37. — (1889) Les conglomerats du Fylsch; Bull. Soc. Belge de Géol., etc., Tôme 3, Mém., S. 149—162.
38. — (1889) Un Coin intéressant du Tertiaire d'Italie; Bull. Soc. Belge de Géol., etc., Tôme 3, S. 12—28.
39. — (1889—'90) Il Bacino terziario del Piemonte (con tre carte geologiche: 1. bac. terz., scala di 1: 100.000; 2. bac. quatern., scala di 1: 500.000; 3. geologia applicata, scala di 1: 500.000); Milano, Tipogr. BERNARDONI di C. REBESCHINI (teilweise in Zeitschriften publiziert: vgl. Suppl. Lit. Liste, S. 390 usw.).
40. — (1890) Sur la position stratigraphique des charbons fossiles du Piemont; Bull. Soc. Géol. France, 3e Série, Tôme 18, S. 235—244.
41. — (1893) Le genre *Bathysiphon* à l'état fossile; Bull. Soc. Géol. France, 3e Série, Tôme 21, S. 165—169.
42. — (1897) Sur la Classification des terrains tertiaires; Congr. Géol. Intern. Zürich 1894; Compt. Rendu, S. 309—320.
43. — (1904) Il Piacenziano sotto Torino; Boll. Soc. geol. Ital., Vol. 23, S. 497—503.
44. — (1904) L'Appennino settentrionale e centrale (con append.); Torino, Tipogr. P. GERBONE.
45. — (1905) Les étages et les faunes du Bassin Tertiaire du Piémont; Bull. Soc. Géol. France, 4e Série, Tôme 5, S. 893—916.
46. — (1907) Le facies faunistiche del Miocene torinese; Rivista Ital. di Paleontologia, Anno 13, Fasc. 4.
47. — (1930) Il Pliocene marino attorno ai Colli torinesi; Atti Reale Acc. d. Sc. di Torino, Vol. 65, S. 86—100.
48. — (1930) Le „Facies“ del Cretaceo nell' Appennino; Atti Reale Acc. d. Sc. Torino, Vol. 66, Disp. 1a, S. 67—84.
49. — (1930) Le formazioni abissali in Italia; Ibid., S. 195—216.
50. — (1935) Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scale di 1: 100.000, costituente il Bacino Terziario del Piemonte (Torino, Vercelli, Mortara, Carmagnola, Asti, Alessandria, Cuneo, Cava, Genova N. e Voghera O.); Roma, Inst. Poligr. d. Stato Libreria.
51. — (1936) Il Fenomeno diluvioglaciale nelle Alpi durante l'Era terziaria; Boll. Soc. geol. Ital., Vol. 55, Fasc. 1, S. 63—115.
52. SCHMIDT, H. (1935) Die bionomische Einteilung der fossilen Meeresböden; Fortschr. Geol. u. Pal., Bd. 12, H. 38.

53. SHEPPARD, G. (1925) The occurrence of boulders in the Tertiary Formations of Ecuador, South America; *Geol. Mag.*, Vol. 62, S. 368—369.
54. SITTER, L. U. DE (1939) The principle of concentric folding and the dependence of tectonical structure on original sedimentary structure; *Proc. Kon. Akad. Wetensch. A'dam*, Vol. 42, S. 412—430.
55. STAMP, L. DUDLEY (1925) Seasonal rhythm in the tertiary sediments of Burma; *Geol. Mag.*, Vol. 62, S. 515—528.
56. STRAUSS, L. (1928) *Geologische Fazieskunde*; *Jahrb. Kngl. Ungar. Geol. Anstalt*, Bd. 28, H. 2, S. 74—272.
57. TWENHOFEL, W. H. (1932) *Treatise on Sedimentation*; Baltimore, WILLIAMS & WILKINS, Sec. Edition.
58. — (1936) Marine unconformities, marine conglomerates, and thicknesses of strata; *Bull. Amer. Ass. Petr. Geol.*, Vol. 20, Nr. 6, S. 677—703.
59. VORTISCH, W. (1930) Ursache und Einteilung der Schichtung; *Jahrb. Geol. Bundesanstalt*, Wien, Bd. 80, H. 3/4, S. 453—496.
60. WALTHER, JOH. (1893) *Bionomie des Meeres: 1er Teil einer Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft*, Jena, FISCHER.
61. — (1894) *Lithogenesis der Gegenwart: 3er Teil einer Einleitung usw.*
62. WINKLER, A. (1925) Zum Schichtungsproblem (ein Beitrag aus den Südalpen); *Neues Jahrb. f. Min. etc., Abhandl., Beil. Bd. 53, Abt. B*, S. 271—314.