

Nordumbrische Facies

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **29 (1936)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

I. Nordumbrische Facies.

(Ohne Kalkbänke mit Grossforaminiferen).

Einteilung und Allgemeines.

Die untersuchten Sedimente der nordumbrischen Facies lassen sich, wie ZITTEL (Lit. 86), LOTTI (Lit. 41), BONARELLI (Lit. 3—9) u. A. erkannt haben, von unten nach oben, nach der Gesteinsbeschaffenheit in folgende vier Abteilungen gliedern:

1. Fucoidentschiefer (Scisti a Fucoidi), übergehend in
2. Scaglia s. l. Allmählicher Übergang in
3. harte und weiche, öfter Glaukonit-führende Mergel mit oder ohne Bänke von schwarzem Hornstein (Marne con selci nere), übergehend in die
4. Mergel-Sandsteinformation (Formazione marnoso-arenacea), die aus einer Wechsellagerung von Mergeln und Sandsteinen mit untergeordneten Kalkbänken besteht.

Zu diesen vier Abteilungen sei ganz allgemein folgendes mitgeteilt:

1. Fucoidentschiefer (Scisti a Fucoidi).

Die oft über 50 m mächtige Serie von grünlichen, grauen und rötlichen Schiefen und Mergelschiefen mit Einlagerungen von dunklen bituminösen Schiefen und dichten, muschelig brechenden Kalkmergeln ist im Rahmen dieser Arbeit nicht systematisch untersucht worden. Fossilien scheinen in der ganzen Serie äusserst spärlich vorzukommen. Häufig trifft man Fucoiden-ähnliche Abdrücke, daher der Name. M. CANAVARI (Lit. 10) stellt die Zone auf Grund von Fischfunden im Becken von Camerino ins Aptien.

2. Scaglia s. l.

Die heute übliche Gliederung der 500—600 m mächtigen Serie der Scaglia s. l. beruht vorwiegend auf der Gesteinsfarbe, daher die Namen „scaglia bianca“ (B. LOTTI), „scaglia rosata“ und „scaglia cinerea“. Diese Einteilung ist wegen des raschen lokalen Farbenwechsels und besonders wegen der meist mit Wechsellagerung verknüpften, langandauernden Übergänge der einen Farbe in die andere für eine Parallelisierung über weite Strecken kaum zu verwenden. Die Namen „scaglia rosata“ und „scaglia cinerea“ sind daher in dieser Arbeit nicht als stratigraphische, sondern höchstens als lithologische Begriffe angewandt.

Die Abgrenzung des „calcare rosato“ (nach ZITTEL, 1869, „Rosenrother Kalk“) gegen die im Hangenden folgende „scaglia rosata“

ist ungenügend definiert, wie übrigens auch der Übergang „scaglia rosata-cinerea“. Die „scaglia rosata“ geht gegen oben schliesslich in eine 50—60 m mächtige Wechselfolge von grauen (scaglia cinerea) und roten kalkigen Mergeln (scaglia rosata) über, die ihrerseits von grauen Mergeln, oder der „scaglia cinerea“ überdeckt werden.

Es ergibt sich, dass die im Untersuchungsgebiet geltende Bezeichnung „Scaglia“ eine ca. 400—600 m mächtige, zwischen den Fucoidenschiefern und den teilweise Glaukonit-führenden Mergeln mit schwarzen Hornsteinbänke liegende Serie lithologisch verschiedenartiger Sedimente umfasst. Diese Definition hat aber nur für das untersuchte Gebiet Gültigkeit.

Aus dem unteren Teil der Scaglia wurde von CANAVARI (Lit. 10) am M. Sanvicino ein *Radiolites* gefunden, er stellt daher diese Schichten zum Cénomaniem. Die rote Scaglia wird seit ZITTEL auf Grund von Inoceramen und Echiniden zum Sénonien gerechnet. Seither wurden noch von andern Autoren Fossilfunde aus der Scaglia erwähnt, aber meist ohne genauere Angabe über die Fundstellen. P. PRINCIPI (Lit. 48, S. 75) stellte 1921 in der „scaglia cinerea“ bei der „Croce“ im SE von Chiaserna (Gebiet des M. Catria) Schichten mit untereocänen Nummuliten fest. Diese Angabe ist aber nachzuprüfen.

Für lithologisch ähnliche Ablagerungen in andern Gebieten sollte das Wort Scaglia nur verwendet werden bei gleichzeitiger genauer stratigraphischer Umschreibung der damit gemeinten Schichten.

3. Harte und weiche, teilweise Glaukonit-führende Mergel mit Bänken von schwarzem Hornstein (marne con selci nere).

Diese 20—40 m mächtige Zone zeichnet sich in der Regel morphologisch sehr deutlich ab: Die Hornsteine und harten Mergel verwittern langsamer als die Scaglia im Liegenden und die Mergel-Sandsteinformation im Hangenden und treten daher in der Landschaft meist als bewaldete Hügel hervor.

Im allgemeinen wurde den schwarzen Hornsteinen und Mergeln bei den bisherigen Untersuchungen zu wenig Beachtung geschenkt. Sie sind auf den geologischen Karten nicht ausgeschieden, obwohl es sich um die auffallendsten Gesteine der untersuchten Schichtserie handelt.

Allerdings können die schwarzen Hornsteine in den Mergeln fehlen (so z. B. NE Gubbio, oder in der Umgebung von Cagli im Buranotal, siehe Fig. 1, S. 8); sie sind hier durch harte Kalkmergel, die von zahlreichen, aus amorpher Kieselsäure bestehenden Adern durchzogen sind, ersetzt.

Diese Zone wird gewöhnlich von den hangenden Schichten nicht abgetrennt und je nach den Autoren zum Eocæn oder Miocæn gerechnet.

4. Mergel-Sandsteinformation (Formazione marnoso-arenacea).

Die schwarzen Hornsteine und Mergel treten im oberen Teil der Zone 3 langsam zurück; weiche, graue Mergel nehmen überhand, und es folgt eine mächtige Serie von Mergeln und Sandsteinen, die nicht selten Bänke von hellbraunen, öfter brecciösen oder körnigen Kalkbänken enthalten. Diese Mergelfacies scheint gegen oben vorherrschend zu sein. Fossilien sind in den Mergeln nicht selten, jedoch meist schlecht erhalten und vorläufig nicht bestimmbar.

Im allgemeinen kann gesagt werden, dass die Serie stratigraphisch noch sehr wenig bekannt ist; es wurde noch kein Profil eingehender untersucht.

Auch in vorliegender Arbeit ist die Mergel-Sandsteinformation nur ausnahmsweise in die Untersuchung einbezogen worden.

Über die Mächtigkeit des Komplexes wissen wir noch nichts Sicheres; dasselbe gilt für seine obere Begrenzung.

Beschreibung der einzelnen Profile und Gebiete.

Bei der Beschreibung der Profile halte ich mich nicht an streng geographische Gesichtspunkte, sondern behandle zunächst drei weit voneinander entfernt liegende, von mir ganz genau untersuchte Querschnitte. Diese bilden die Grundlage der weiteren Ausführungen, da die Durchsicht von Dünnschliffen eine Reihe übereinstimmender Ergebnisse geliefert hat. Die zwischen den drei Hauptprofilen geprüften Aufschlüsse ordnen sich der dadurch gewonnenen Gliederung harmonisch ein.

Die drei Hauptprofile sind:

- A. Profil im NE von Gubbio.
- B. Profil WSW Fossombrone im Metaurotal.
- C. Profil am NNW-Hang des M. Acuto, 20 km NNW Perugia.

A. Profil im Bottaccionetal NE Gubbio („Gubbio-Profil“).

Fig. 1 (S. 8) und Tafel I, Profil I.

Geologische Karte: Foglio 116 (Gubbio) della Carta geol. d'Italia al 100.000.
Topographische Karte: Blatt Gubbio 1:50.000.

Direkt im NE von Gubbio und von hier nach SE streichend, erhebt sich, dem hohen Apennin im SW vorgelagert, die mesozoisch-tertiäre Catena Eugubina. Sie besteht im wesentlichen aus einer mit ca. 40° gegen NE geneigten Schichtfolge, die an ihrem SW-Rand bei Gubbio durch eine grosse Verwerfung begrenzt wird; gegen E dagegen tauchen die Schichten unter die Mergel-Sandsteinformation. Die höchsten Erhebungen der Kette sind (von S nach N) der M. An-

sciano 894 m (E ob Gubbio), der M. Calvo 983 m (gerade N von Gubbio) und der M. Semonte 964 m (460 m NW Gubbio). Diese Berge sind durch tiefe NE-SW laufende Quertäler zerschnitten, welche die ganze Gesteinsserie von der Mergel-Sandsteinformation bis zu den oberjurassischen Aptychenschiefen freilegen (vergl. auch Lit. 3).

Die Strasse Gubbio-Scheggia e Pascelupo-Sassoferrato liefert ein lückenloses Profil der ganzen Serie, das im Tal des gegen Gubbio fließenden Bottaccione, längs der Strasse ausgezeichnet aufgeschlossen ist; zahlreiche Steinbruchbetriebe erleichtern das Studium. Im Nachfolgenden wird dieser Querschnitt — ich nenne ihn kurz „Gubbio-Profil“ — im Teilstück *Fucoidenschiefer*-Basis der Mergel-Sandsteinformation an Hand von Profil I auf Tafel I eingehend beschrieben. Die Orientierung ist durch die längs der Strasse liegenden Häuser, die Wasserleitung für Gubbio, Brücken usw. erleichtert.

Profil I wurde von der gegenüberliegenden Talseite senkrecht zum Streichen der Schichten entworfen, folglich ist die Strasse entsprechend verkürzt dargestellt. Soweit wie möglich wurden die Mächtigkeiten längs der Strasse bestimmt.

Für das Teilstück oberhalb der Strassenbrücke (Schichten 41—44) wurden die an der N-Seite der Strasse liegenden Aufschlüsse verwendet und samt der Strasse auf die SSW-NNE gerichtete Profilebene projiziert.

Das Profil diente mir als Grundlage für alle weiteren Untersuchungen. Ich prüfte die Handstücke von etwa 50 Stellen und gebe hier, trotz der Einförmigkeit der Sedimente, genaue, auf Dünnschliffen basierende Gesteinsbeschreibungen von 43 Proben, deren Entnahmestellen in Profil I eingetragen sind.

1. *Fucoidenschiefer*.

Die bei 1 und 2 geschlagenen Proben können noch zum obersten Biancone gestellt werden. Gerade über 2 haben zwischen den Kalken und den weicheren Mergelschiefern tektonische Bewegungen stattgefunden, welche die Mächtigkeit der *Fucoidenschiefer* (2—5) etwas reduziert haben dürften.

1. Plattenkalke mit ganz dünnen, mergeligen Zwischenlagen; frisch: hellgrau bis gelblich; Bruch muschelrig; Anwitterungsfarbe hellgrau bis grau. Im Schliff: dichter, reiner, anscheinend fossilere Kalk mit einigen Pyritkörnern.
2. Plattenkalke mit mergeligen Zwischenlagen; frisch: hellbräunlich und dicht; Bruch splittrig, oft muschelrig; der Kalk ist anscheinend fossilere.

Die Mergelschiefer zwischen 2 und 3 enthalten auch dunkelgraue bituminöse Schiefer mit Fischresten.

3. 15 cm mächtige Mergelkalkbank in grünlichen, rosaroten oder grauen, anscheinend sterilen Schiefen. Frisch: grünlichgrau. Im Schliff: dichter Kalk mit zahlreichen, meist schlecht erhaltenen, ganz kleinen Foraminiferen.

Zwischen 3 und 5 herrscht Wechsellagerung von hellgelben, dichten Kalken mit rosa und graugrünen, mergeligen Schiefen. Selten treten dünne Hornsteinbänke auf.

4. Dichter Kalk mit sehr kleinen, unbestimmbaren Fossilien.

Es folgen etwa 10 m hellrosa bis hellgraue, oder leicht rötlich gestreifte Kalke, die mit rötlichen oder grünlichgrauen, schiefrigen Mergeln wechsellagern. Hornsteinlagen sind selten. Foraminiferen aus der Gattung *Globotruncana* treten erstmals bei 5 auf. An dieser Stelle lasse ich die Scaglia beginnen.

2. Scaglia.

Späteren Ausführungen vorgreifend sei erwähnt, dass nach meinen Untersuchungen für die stratigraphische Gliederung der Scaglia den Foraminiferengattungen *Globotruncana* und *Globorotalia* entscheidende Bedeutung zukommt¹⁾. Für die Gattung *Globotruncana* bestätigen meine Untersuchungen die kürzlich von H. THALMANN (Lit. 155) vertretene Auffassung, es seien die Vertreter dieser Foraminiferengattung universelle Leitformen für obere Kreide. Um die Profilbeschreibung nicht zu unterbrechen, wurden die hier notwendigen palaeontologischen Bemerkungen an deren Ende verwiesen (s. S. 19).

Zwischen 4 und 5 (vergl. Taf. I, Prof. I) wechsellagern hellgraue, dichte, 5 bis 10 cm mächtige Kalkbänke mit dünnen Lagen (1 cm) von grauschwarzen bituminösen Schiefen und grünlichgrauen, mergeligen Schiefen.

5. Hellgrauer, dichter Kalk mit zahlreichen spitzkieligen *Globotruncanen* = *G. appenninica* n. sp. (vgl. Taf. VI, Fig. 1 und 9); *Haplophragmium* sp. (1 Ex.); *Bolivina* sp., *Nodosaria* sp. (1 Bruchstück). Globigeriniden sind sehr häufig; sie gleichen den von J. G. EGGER (Lit. 114) 1899 gegebenen Abbildungen von *Globigerina cretacea* D'ORB. (Taf. XXI, Fig. 1—3, 10) und *Globigerina aequilateralis* BRADY (Taf. XXI, Fig. 9, 11, 21-23).

Zwischen 5 und 6 verschwinden die Einlagerungen bituminöser Schiefer; die Plattenkalke werden oft fast weiss. Der in dünnen Bänken eingelagerte Hornstein ist meist hellgrau. Die mergeligen Lagen treten nach und nach zurück, sodass die Kalke überwiegen.

6. Dichter, graugrünlcher, ganz wenig geschieferter Kalk. In fünf Schliffen wurden zahlreiche *Globotruncana appenninica* n. sp. (Textfig. 2; Taf. VI, Fig. 2, 3, 6, 10; Taf. VII, Fig. 1; Taf. VIII, Fig. 4) und die bei 5 erwähnten Globigerinen beobachtet (Taf. VI, Fig. 12—14).

¹⁾ Schon J. DE LAPPARENT schreibt 1918 (Lit. 124, S. 14—15): „L'absence de *Rosalina Linnei*, la présence de cette espèce seule, la présence de ses mutations caliciforme et à loges coniques et celles de *Rosalina Stuarti*, nous fourniront trois niveaux qu'il peut être utile de différencier.”

Gegen den Steinbruch zu, welcher die markante Ecke bei 7 verursacht, sind die Plattenkalke, zwischen denen sich noch vereinzelt Mergellagen befinden, weiss, graugrünlich oder leicht rötlich. Globotruncanen sind fast in jeder untersuchten Bank nachgewiesen. Die bis 5 cm mächtigen Hornsteinschichten sind grau, bräunlich oder auch rötlich.



Fig. 2. *Globotruncana appenninica* n. sp.

Profil von Gubbio, Schicht 6. Schliff-Nr. Gu. (26 u). 80 ×

7. Dichter, hellrosaroter, muscheliger brechender Kalk. Im Schliff: *Globotruncana appenninica* n. sp. und kleine Globigerinen sind zahlreich vertreten. Zwischen 7 und 12 sind weisse Plattenkalke mit dünnen, schwarzen oder grauen Hornsteinbänkchen vorherrschend.
8. Vorwiegend rein weisse Plattenkalke mit grauem, oft schwarzem Hornstein. Bruch muscheliger. Im Schliff: hellgelblicher, dichter Kalk mit *G. appenninica* n. sp. und kleinen Globigerinen. Selten sind Textularien.
9. Weisser Plattenkalk, mit grauen und schwarzen Hornsteinbänkchen wechselagernd. Nicht selten sind Einlagerungen von schwarzen, bituminösen Schiefern, die meist an die Hornsteinbänke gebunden sind. Die Kalke führen *G. appenninica* n. sp.
10. Weisse Plattenkalke und Bänke von schwarzem Hornstein. Bei den Globotruncanen zeigt sich eine Veränderung. Die Kiele der innern Windungen sind häufig stark verdickt und an manchen Schnitten ist ganz deutlich eine Zweiteilung des Kieles zu beobachten (vgl. Taf. VI, Fig. 15—26). Die äusseren Umgänge sind dann wieder normal einkielig. Rein morphologisch betrachtet, können diese Formen als Zwischenglieder der einkieligen zur doppelt gekielten *Globotruncana linnei* D'ORB. aufgefasst werden.

11. Dichter, weisser, muschelig brechender Kalk mit schwarzen Hornsteinbänkchen. In den drei Schliften gibt es ebenfalls Formen mit mehr oder weniger deutlich abgerundeten bis doppelt gekielten inneren Windungen. Daneben finden sich zahlreiche kleine Globigeriniden.

Bei 12 befindet sich ein 70 cm mächtiges Band von dunkelbraunen bis schwarzen bituminösen Schiefen, welche scharf gegen die liegenden und hangenden Kalke abgegrenzt sind.

13. Dichte, weisse Plattenkalke mit zahlreichen Globotruncanen. Es sind vorwiegend Exemplare, bei denen die innern Windungen einen doppelten, *linnei*-ähnlichen Kiel besitzen, die äussern dagegen spitz auslaufen wie bei *G. appenninica* n. sp. und *G. stuarti* (Taf. VI, Fig. 21, 23, 26; Taf. VIII, Fig. 3). Daneben sind Globigerinen und kleine Textularien häufig.

Zwischen 13 und 14 nehmen die Plattenkalke nach und nach rötliche bis ziegelrote Färbung an. Entsprechend färbt sich auch der Hornstein rot.

14. Hellroter, dichter, muschelig brechender Kalk. Gleiche Globotruncanen wie bei 13.

Gegen 15 schalten sich in die roten Plattenkalke bis zu 10 cm mächtige, schiefrige, mergelige Kalke ein. Der Hornstein ist hier grau und rötlich.

15. Hellrosa, dichter, schalig-rauh brechender Kalk. Die untersuchten Globotruncanen sind doppelt gekielt und können zu *G. linnei* D'ORB. gestellt werden. Es gibt jedoch noch immer Exemplare, bei denen der äussere Umfang in einen Kiel ausläuft (Taf. VI, Fig. 24).

Gegen 16 und 17 sind die plattigen Kalke wiederum vorwiegend weiss. Der Hornstein ist grau oder leicht rötlich getönt.

16. Weisser, dichter, muschelig brechender Kalk mit *G. linnei*; Prismen von Inoceramenschalen; kleine Globigerinen und Textularien.

17. Weisser Plattenkalk mit *G. linnei*.

Zwischen 17 und 18 färben sich die Kalke und Hornsteinbänke rot. Die Mächtigkeit der Bänke beträgt 10 bis 20 cm. Die Bruchfläche der Kalke zwischen 18 und 32 ist, wo nichts bemerkt, schalig und infolge der Fossilien rauh.

18. Hellziegelroter, dichter Kalk. Zahlreiche Exemplare der typischen *G. linnei*, ferner Globigeriniden und einige Textulariiden.

Bei 19, 20 und 21 sind die roten Plattenkalke sehr konstant ausgebildet. Die Hornsteinbänkchen sind ebenfalls rot. Unter den meist zahlreich vertretenen Mikrofossilien finden sich überall *G. linnei* (Taf. VI, Fig. 29, 32 und 34) und kleine Globigeriniden. Seltener sind Prismen von Inoceramenschalen.

Von 21 an aufwärts wurden keine Hornsteinbänke mehr beobachtet. Die lithologische Entwicklung der Kalke bleibt im übrigen noch gleich.

22. Rosa Kalkbänke, zwischen denen einige mergelig-schiefrige Schichten liegen. *G. linnei* ist häufig; *G. stuarti* (Taf. VI, Fig. 35—41) dagegen nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Prismen von Inoceramenschalen und Globigeriniden sind überall vertreten.

23. Mergeliger, weicher, ziegelroter Kalk mit *G. linnei* und massenhaft kleinen Globigerinen.

24. Dichter, rötlicher Kalk. Bänke bis 20 cm. Massenhaft *G. linnei*; *G. stuarti* scheint dagegen selten zu sein (1 Ex.). Daneben finden sich Globigerinen und kleine Textularien.

Um 25 erreichen die Kalkbänke 20 bis 30 cm Mächtigkeit. Es finden sich hier zahlreiche *G. linnei* und im allgemeinen nur wenig *G. stuarti*. Globigeriniden sind wie überall häufig.

Die Schichten zwischen 25 und 32 bestehen aus roten Plattenkalken, die fast ausnahmslos reich an Mikrofossilien sind.

26. Rosa Kalk mit *G. linnei* (Taf. VI, Fig. 30). *G. stuarti* ist selten. Prismen von Inoceramenschalen und zahlreiche Globigeriniden wurden beobachtet.
27. Ziegelroter Kalk. An einer Calcitader ist Malachit ausgeschieden. In den Schliften ist *G. linnei* häufig (Taf. VI, Fig. 28 und Taf. VIII, Fig. 7); *G. stuarti* viel seltener; daneben finden sich Globigeriniden.
28. 10 bis 20 cm mächtige Bänke von rotem Kalk. *G. linnei* ist häufig; *G. stuarti* viel seltener; ferner finden sich Fragmente von Inoceramenschalen und zahlreiche Globigeriniden.
29. Rote, ziemlich dünn geschichtete (10 cm) Kalke. In zwei Schliften sind sowohl *G. linnei*, als auch *G. stuarti* häufig. Auf freiliegenden Flächen sind die Globotruncanen und Inoceramenprismen ausgewittert.
30. Meist dünnbankige, rosa getönte Kalke mit zahlreichen *G. stuarti*; *G. linnei* ist seltener. Daneben finden sich massenhaft Globigerinen.
31. Ziegelroter Kalk mit vorwiegend *G. stuarti*. *G. linnei* kann in den Schliften nicht mehr mit voller Sicherheit nachgewiesen werden.
32. Dünngelbankter, roter Kalk; oft etwas mergelig. In zwei Schliften sind zahlreiche *G. stuarti* vorhanden. *G. linnei* scheint sehr selten zu sein. Ausserdem finden sich Globigerinen.

Zwischen 32 und 33 wurde ca. alle zwei Meter eine Probe geschlagen, das Gestein angeschliffen oder Schlicke davon angefertigt. Es ergibt sich folgendes:

In den etwa 10 m mächtigen, dünngebankten, roten Kalken über 32 finden sich anscheinend ausschliesslich *G. stuarti* mit kleinen Globigerinen. Bei 33 hören die Globotruncanen plötzlich auf.

33. Dünngelbankte, ziegelrote, oft etwas mergelige Kalke mit massenhaft kleinen Globigerinen.

Es folgen bis zur Stelle, an der die Wasserleitung von Gubbio die Strasse überquert, vorwiegend schiefrig-mergelige Gesteine, die mit dünnbankigen Kalken wechsellagern. Zwischen 33 und 34 sind die ziegelroten Kalke von Globigerinen erfüllt.

34. Hellrosaroter, etwas mergeliger, weicher Kalk mit massenhaft Globigerinen und wenig Globorotalien (Taf. VI, Fig. 42—50).
35. Ziegelroter, dichter Kalk mit Globigerinen und zahlreichen, gut erhaltenen Globorotalien, die bis zur Überführung der Wasserleitung über die Strasse anhalten (Taf. VI, Fig. 45 und 50).
36. Roter Globigerinenkalk. Es sind meist grosse Formen (*G. bulloides* D'ORB.), Globorotalien sind seltener.

15 m nach der Überführung der Wasserleitung stellen sich in den Globigerinenkalken wiederum rote Hornsteinlagen ein.

37—39. Dünnbankige, rote Kalke, mit roten Hornsteinbänken wechsellagernd. Alle Schliffe führen zahlreich grosse Globigerinen und seltener Foraminiferen, die ich vorläufig zu den Globorotaliiden stelle (Taf. VI, Fig. 51 und 53)²).

Über der Hornstein-führenden Zone stellen sich zwischen den rosa Kalken Mergellagen ein. Ihr Anteil an der Gesteinsserie wechselt, doch überwiegen vorerst noch Kalke. Gegen den km-Stein 42 gewinnen die Mergel schliesslich die Oberhand über die Kalke.

40. Wechsellagerung von roten Kalken und Mergeln mit hellen, kalkigen Mergeln. Im Schliff sind die Kalke nicht von jenen bei 37 und 39 zu unterscheiden.

Bei km-Stein 42 sind Mergel, kalkige Mergel und hellgrau-rosa gefleckte Kalke mit Globigerinen vorherrschend.

Die Scaglia von km-Stein 42 an aufwärts ist fast ausschliesslich als grauer bis grünlich-grauer Globigerinenmergel entwickelt. Gerade nach dem km-Stein sind die Mergel und Kalkmergel oft leicht rosa getönt. Makrofossilien sind hier einzig aus dem obersten Teil der grauen Mergel bei 41 von Herrn Prof. G. BONARELLI gefunden worden; er war so freundlich, mir sein Material zu näherer Prüfung zu übergeben. Es handelt sich um ein Bruchstück einer *Acesta* und um zahlreiche, guterhaltene, flache, bis 3 cm grosse Austern, die leider nicht näher bestimmt werden konnten. Abdrücke, die als *Taonurus* bezeichnet werden, finden sich häufig auf den Schichtflächen der kalkigen Mergel. Dass die Darstellung des Profilabschnitts oberhalb der Brücke über den Bottaccione einer Projektion entspricht, wurde oben gesagt.

3. Harte Kalkmergel, weiche Mergel und Glaukonit-führende Bänke.

In der Grenzzone zwischen Scaglia (41) und harten Kalkmergeln (42—43) ist die Schichtfolge gestört (s. Profil I); ich führe dies aber auf tektonische Verquetschung zurück, nicht etwa auf Unregelmässigkeiten in der Sedimentation (wie z. B. Transgression).

Bei 42 befinden sich einige Bänke von feinkörnigem, graugrünem Kalk mit Glaukonit. Darüber folgt Wechsellagerung von hartem, grauem Kalkmergel mit grauen Mergeln. Globigerinen sind in diesen Gesteinen überall verbreitet. Selten sind Stacheln von Seeigeln, kleine Fischzähne und schlecht erhaltene Pteropoden. In den obern Bänken bei 43 finden sich zahlreiche kleine Austern (*Ostrea langhiana* TRABUCO). Die Gesteine dieser Zone werden häufig auch mit dem nicht näher definierten Namen „Bisciaro“ bezeichnet; eine Benennung, welche die Geologen wohl von der Bevölkerung übernommen haben (s. z. B. Lit. 51, 53, 54).

²) Vergl. auch Lit. 146, *Discorbina simulatilis* SCHWAG., Taf. 24, Fig. 15 a—d.

4. Mergel-Sandsteinformation.

Die Kalkmergel 43 mit *Ostrea langhiana* gehen ohne scharfe Grenze in die hangenden grauen Mergel 44 mit untergeordneten Sandsteinbänken über. Hie und da fand ich in den Mergeln einige Zweischaler, die aber infolge ihrer schlechten Erhaltung nicht sicher bestimmt werden können. Kleine Foraminiferen sind überall vorhanden. Soweit ich sie untersucht habe, handelt es sich einstweilen um Formen ohne bestimmte stratigraphische Bedeutung. Ich vermute jedoch, dass bei systematischer Prüfung sicher Resultate zu erzielen sind, die eine genaue auf palaeontologischer Grundlage fussende Gliederung ermöglichen werden, als Ersatz für rein lithologische Unterteilung. Es sei noch bemerkt, dass P. PRINCIPI (Lit. 51) aus der Gegend des Molino Valderchia Miogypsinen erwähnt.

Die Mächtigkeit der Mergel-Sandsteinformation schätze ich auf über 500 m.

Aus dem untern Teil der Serie wurden von drei leicht wieder auffindbaren Stellen Gesteinsproben untersucht und zwar:

Probe 1. Von der 3 m mächtigen, weithin auffallenden, grobkörnigen Sandsteinbank, die an der Strasse ob der zweiten Brücke über den Bottaccione in einem kleinen Bruch ausgebeutet wird.

Probe 2. Über dieser Bank (Probe 1) liegt etwas über der Strasse eine gefasste Quelle. Etwa 10 Schritt talaufwärts, längs der Strasse, führen die grauen Mergel dünnbankige Sandsteine = Probe 2.

Probe 3. Auf der gegenüberliegenden Talseite, gerade über den ersten Feldern, enthalten die Mergel eine ausgewitterte, bis 50 cm mächtige, weithin sichtbare Kalkbank = Probe 3.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt für:

- Probe 1. Grobbrecciöser, sandiger Kalk. Farbe graubraun. Komponenten: Zahlreiche Quarz- und nur vereinzelte Glaukonitkörner.
Grundmasse: feinkörnig, schmutzigbraun.
Fossilien: Valvulinen, Polymorphiniden, Amphisteginen, Cristellarien, Globigerinen und Fragmente von Bryozoen, Echiniden und Pectenschalen.
- Probe 2. Brauner, sandiger Kalk; feinbrecciös. Komponenten: kleine Quarz- und einige Glaukonitkörner.
Grundmasse: körnig und z. T. ohne deutliche Struktur.
Fossilien: *Anomalina* sp., *Polystomella* sp., zahlreiche Globigerinen, Rotaliiden, Textularien, ferner Schalenfragmente und Bruchstücke von Echiniden.
- Probe 3. Feinbrecciöser, hellbrauner Kalk mit wenig Quarzkörnern.
Grundmasse: feinkörnig, graubraun.
Fossilien: kleine Textularien und Rotaliiden; Fragmente von Echiniden.

Palaeontologische Bemerkungen zu den Gattungen *Globotruncana* und *Globorotalia*.

A. D'ORBIGNY³⁾ stellte 1839 das Genus *Rosalina* mit der Art *Rosalina linnei* (oder *linnaeana*) auf. Seitdem wurden ähnliche Formen von REUSS 1854⁴⁾ als *Rosalina canaliculata* und von E. C. QUE-REAU 1893⁵⁾ als *Pulvinulina tricarinata* beschrieben. Eingehend wurden dann zwei Vertreter der Gattung *Rosalina* 1918 von J. DE LAPPARENT (Lit. 124) untersucht und abgebildet.

Einer Mitteilung von H. E. THALMANN 1933 (Lit. 153) ist zu entnehmen, dass die Bezeichnung *Rosalina* D'ORB. (Generotyp *Rosalina globularis*, 1826⁶⁾) synonym ist mit dem Gattungsnamen *Discorbis* LAM. 1804. Da *Rosalina globularis* eine *Discorbis* ist, kann der Name *Rosalina* für die in Frage stehenden Formen nicht beibehalten werden.

CUSHMAN hat dann 1927 (Lit. 97) mit *Pulvinulina arca* 1926 als Generotyp — allerdings ohne die Arbeit von J. DE LAPPARENT 1918 zu kennen — den Gattungsnamen *Globotruncana* eingeführt und definiert: “usually with a double keel on the dorsal and ventral sides”.

Da J. DE LAPPARENT auch die nur mit einem peripheren Kiel versehene, durch Übergänge mit *G. linnei* verbundene Form als *Rosalina stuarti* bezeichnete (Lit. 124, S. 12), wird diese 1934 von H. THALMANN in seiner Studie über die regional stratigraphische Verbreitung der Gattung ebenfalls zum Genus *Globotruncana* gestellt.

Aus diesen Angaben folgt also, dass der Name *Globotruncana* sowohl für zweikielige (*linnei*), als auch für einkielige (*stuarti*) Formen gebraucht wird.

Wie gezeigt wird, treten in den von mir untersuchten Profilen nach dem Erlöschen der *Globotruncanen* nach kurzem Unterbruch neue Foraminiferen auf, deren Zugehörigkeit zu den von H. B. BRADY 1884 (Lit. 92) beschriebenen rezenten *Pulvinulinen* (*P. menardii*, Pl. CIII, fig. 1—2; *P. menardii* var. *fimbriata*, Pl. CIII, fig. 3a—b; *P. tumida*, Pl. CIII, fig. 4—6; *P. canariensis* D'ORB., Pl. CIII, fig. 8—10) nicht zu bezweifeln ist. CUSHMAN (Lit. 97) schlägt 1927 für diese Formen den Namen *Globorotalia* vor (Generotyp *Pulvinulina menardii* var. *tumida* H. B. BRADY) und definiert: “periphery acute or rounded with a single keel”.

³⁾ Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba, par M. RAMON DE LA SAGRA: Foraminifères, par ALCIDE D'ORBIGNY. Paris, ARTHUS BERTRAND, éditeur, 1839, in-8^o, p. 101. Atlas grand in-4^o, tableau V, fig. 10—12.

⁴⁾ Denkschr. der Akad. d. Wiss., Wien, Vol. III, S. 70, Taf. XXVI, Fig. 4a—b.

⁵⁾ Die Klippenregion von Iberg, Beitr. geol. Karte der Schweiz, N. F. 3, 1893.

⁶⁾ Ann. sc. nat., vol. VII, p. 271, N^o 1, pl. XIII, fig. 1—4 et Modèles, 1826, N^o 69.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass das bis jetzt einzig benützte Merkmal für die Unterscheidung von *Globotruncana* und *Globorotalia*, nämlich die Anzahl der peripheren Kiele, wegfällt. Es wäre jetzt zu untersuchen, ob vielleicht andere Merkmale aufzufinden sind, die eine Trennung der kretazischen Formen (*linnei* und *stuarti*) von den jüngeren Globorotalien ermöglichen. Hiefür sind vor allem eingehende morphologische Studien, besonders der bei einigen Arten noch ungenügend bekannten Mundöffnung erforderlich. Untersuchungen in dieser Richtung konnten von mir nicht durchgeführt werden, da mir das hierfür erforderliche isolierte Material fehlte. Sollten solche Beobachtungen zu keinem brauchbaren Resultat führen, so läge es nahe, alle einkieligen Formen zu *Globorotalia* zu stellen und die zweikieligen Formen (Gruppe der *Globotruncana linnei*) als Subgenus von diesem Hauptstamm abzutrennen.

Wie sich die Globotruncanen, bezw. Globorotalien in der Scaglia serie verteilen, ist aus der Zusammenstellung orientierter und zufälliger Schnitte auf Taf. VI, Fig. 1—54 ersichtlich.

Tafel VI zeigt, dass im untern Abschnitt der Schichtserie einkielige Globorotaliiden auftreten, die — was mir bei der Beurteilung ihrer systematischen Stellung besonders wichtig erscheint — durch Zwischenformen (Taf. VI, Fig. 15—26) mit *G. linnei* verbunden sind und daher mit den wesentlich später erscheinenden *G. stuarti* nicht vereinigt werden können. Ich stelle daher auch diese ältesten Formen vorläufig zu den Globotruncanen und bezeichne sie als *Globotruncana appenninica* n. sp.

Die Unterscheidung der verschiedenen, mit einem peripheren Kiel versehenen Formen scheint auf den ersten Blick schwierig zu sein, da vorerst nur wenigen Merkmalen systematische Bedeutung zukommt. Im allgemeinen zeigt sich jedoch, dass *G. appenninica* n. sp. dickwandiger und flacher ist, als *G. stuarti* und die Globorotalien der jüngeren Scaglia. Von *G. stuarti* unterscheidet sich *G. appenninica* n. sp. ausserdem durch die Zunahme der Windungshöhe in den äusseren Umgängen.

Noch einige Zahlen seien beigefügt:

Im letzten Umgang beträgt die Zahl der Septen an ausgewachsenen Exemplaren: Bei *appenninica* 8—9, bei *linnei* und *stuarti* 7—8, bei den Globorotalien dagegen bis 9. Der grösste Durchmesser ist bei *appenninica* 650—700 μ , bei *linnei* 530—600 μ , bei *stuarti* um 750 μ und bei den Globorotalien um 500 μ . Fast alle Zahlen konnten leider nur auf Grund von Dünnschliffen erhalten werden. Weiter sei noch bemerkt, dass die Spirale aller Globotruncanen und auch der Globorotalien aus der Scaglia nach rechts gewunden ist; jene der meisten recenten Globorotalien dagegen nach links.

Einen nützlichen Anhaltspunkt zur Unterscheidung der *G. stuarti* von *G. appenninica* n. sp. — speziell bei den von mir geprüften Profilen — ermöglichen die immer zahlreich vorhandenen Begleitformen (meist Globigerinen), die sich je nach ihrer Lage in der Schicht-

serie leicht unterscheiden lassen. So treten mit *G. appenninica* zusammen meist kleine, spiralg aufgerollte Globigerinen auf, während die Globorotalienpopulation von anderen Globigerinenformen begleitet wird (Taf. VII, Fig. 1 und 5). Für die Parallelisierung der apenninischen Profile kann deshalb die Trennung in die Gattungen *Globotruncana* für kretazische und *Globorotalia* für jüngere Formen, bis weitere Untersuchungen vorliegen, beibehalten werden.

Bei der Aufstellung einer neuen Systematik ist zu berücksichtigen, dass H. B. BRADY (Lit. 92) bei den meisten rezenten Globorotalien (Pulvinulinen) einen Unterschied zwischen den am Meeresboden lebenden (*bottom specimens*) und den freischwimmenden Tieren (*surface specimens*) feststellte. Es ist wahrscheinlich, dass auch der Dimorphismus bei den fossilen Formen von grosser Bedeutung ist. K. SCHMID (Lit. 152) hat 1934 mit Hilfe variationsstatistischer Methoden nachgewiesen, dass *Globorotalia menardii* D'ORB.-*tumida* BRADY eine einheitliche Species mit dimorpher Konstitution darstellt.

Die eocaenen Globorotalien (Taf. VI, Fig. 51—54) der jüngeren Hornsteinzone können mit *Pulvinulina crassa* D'ORB. = *Globorotalia crassula* CUSH. & STEW. (B. BRADY, Pl. CIII, Fig. 11—12) verglichen werden.

Stratigraphische Gliederung der Scaglia auf Grund des Gubbio-Profiles.

Versuchen wir, aus den zahlreichen Einzelbeobachtungen eine generelle stratigraphische Gliederung der Scaglia abzuleiten, und benützen wir hierfür in erster Linie die Fossilien und erst an zweiter Stelle die lithologische Beschaffenheit der Gesteine, so zeigt sich, dass, gestützt auf die so reichlich vorhandenen Mikrofossilien, bei Gubbio eine Zweiteilung möglich ist in:

1. Scaglia vorwiegend mit Foraminiferen aus der Gattung *Globotruncana* = Scaglia mit Globotruncanen.
2. Scaglia ohne Globotruncanen (dagegen reich an Globigerinen, resp. Globorotalien an der Basis).

1. Scaglia mit Globotruncanen.

Trotz der beträchtlichen Mächtigkeit von etwa 280 m ist der lithologische Habitus der hierher gehörenden Gesteine sehr konstant. Vorherrschend sind weisse, rosa und ziegelrote Plattenkalke mit muschel- oder schalig-unebenem Bruch; sie sind reich an Mikrofossilien. Mergelige Ablagerungen treten in dieser Zone zurück.

Die weitere Unterteilung der Scaglia mit Globotruncanen basiert auf dem Vorhandensein oder Fehlen von Hornsteinlagen oder -knollen. Ich unterteile daher die Scaglia mit Globotruncanen (von unten nach oben) in:

- 1a. Scaglia (mit Globotruncanen) mit Hornstein in Bänken oder Knollen.
- 1b. Scaglia (mit Globotruncanen) ohne Hornstein.

1a. Scaglia (mit Globotruncanen) mit Hornstein in Bänken oder Knollen.

Die Hornstein-führende Scaglia mit Globotruncanen erreicht bei Gubbio eine Mächtigkeit von 160 m. In unserem Profil ist dieses Schichtpaket durch eine etwa 80 cm dicke Lage von schwarzen bis dunkelbraunen bituminösen Schiefen (bei 12) in eine 70 m mächtige untere und eine 90 m mächtige obere Serie geteilt.

Die bituminöse Schicht, die erstmals von G. BONARELLI 1891 (Lit. 3) und später 1897 (Lit. 4), erneut erwähnt wurde, hat für die stratigraphische Einteilung über weite Gebiete vorerst keine Bedeutung, da sie bis jetzt nur noch im Gebiete des M. Acuto (nördlich von Perugia, Profil II) nachgewiesen werden konnte. BONARELLI fand in dieser Lage Zähne von *Ptychodus* und schliesst auf turones Alter. Ob die von DE ANGELIS D'OSSAT (Lit. 2) und P. PRINCIPI (Lit. 48) an der Obergrenze der Fucoidenschiefer erwähnte Lage bituminöser Schiefer mit Schicht 12 des Gubbio-Profiles parallelisiert werden kann, möchte ich nicht entscheiden.

Für eine Parallelisierung über weite Strecken sind wir deshalb auf die Mikrofaua angewiesen, und da haben meine Untersuchungen ergeben, dass im unteren Teil von 1a nur einfach gekielte Globotruncanen, d. h. *G. appenninica* auftreten, die etwa 60 m höher oben im Profil Übergangsformen zu den doppelt gekielten *G. linnei* bilden. Die Zone mit Übergangsformen dürfte etwa 20 m mächtig sein. Im ganzen restlichen Teil der Hornstein-führenden Scaglia ist *G. linnei* das wichtigste Fossil.

Es scheint mir wichtig, schon an dieser Stelle zu bemerken, dass diese Formänderung der Globotruncanen in sämtlichen von mir auf Grund von Dünnschliffen oder Anschliffen überprüften stratigraphischen Profilen festgestellt werden konnte.

Von grossem Nachteil ist natürlich, dass im Gelände auch bei grosser Übung nie sicher zu entscheiden ist, um welche Form von Globotruncanen es sich handelt. Es sind dazu Dünnschliffe oder mindestens Anschliffe nötig. (Um gute Axialschnitte zu erhalten, sind die Schliffe senkrecht zur Schichtfläche zu legen.)

Auf Grund der Globotruncanen kann also die Scaglia mit Hornstein nochmals aufgeteilt werden in:

- 1a'. Scaglia mit einfach gekielten Globotruncanen = Scaglia mit *G. appenninica*.
- 1a''. Scaglia mit doppelt gekielten Globotruncanen = Scaglia mit *G. linnei*.

Dass diese Einteilung zweckmässig und von allgemeiner Bedeutung ist, werden die späteren Ausführungen zeigen. Zusammenfassend gilt für 1a' und 1a'' folgendes:

1a'. Scaglia mit *Globotruncana appenninica*.

Abgrenzung: Die liegenden Fucoïdenschiefer gehen durch langsames Zunehmen des Kalkgehalts nach oben ganz allmählich in die Plattenkalkserie 1a' über. Die Scaglia beginnt praktisch mit dem Erscheinen der Globotruncanen bei 5. Die Obergrenze der Scaglia mit *G. appenninica* ist im Gelände lithologisch nicht ausgeprägt und nur mit Hilfe einer guten Lupe feststellbar. Im Gubbioprofil liegt sie etwa 10 bis 20 m über dem bituminösen Band 12 und kann hier folglich ohne allzu grosse Schwierigkeit aufgefunden werden. Wie aus der Detailbeschreibung (S. 14—15) hervorgeht, bilden die spitzgekielten Globotruncanen (*G. appenninica*) gegen das Ende ihrer Entwicklung Zwischenformen zu der doppeltgekielten *G. linnei*, doch wurde diese Erscheinung stratigraphisch nicht ausgewertet.

Gestein: Vorwiegend weisse bis hellgraue, bräunliche, selten rötliche Plattenkalke. Durchschnittliche Mächtigkeit der Bänke, unten 5—15 cm, oben 10—20 cm. Hornstein in dünnen Bänkchen (bis 6 cm mächtig), mit knolliger Ober- und Unterfläche. Farbe meist grau, braungrau, rötlich oder schwarz.

Mächtigkeit: Etwa 85 m.

Fossilien: Nur Mikroforaminiferen. Kleine Globigerinen sind fast in jeder Bank massenhaft vorhanden. Die Globotruncanen haben im untern Teil der Serie einfach gekielte Windungen (*G. appenninica*). Bei den meisten Exemplaren aus den obern 30 m der Serie sind die innern Umgänge doppelt gekielt, die äussern dagegen noch einfach (Übergangsformen *G. appenninica-linnei*).

1a''. Scaglia mit *Globotruncana linnei*.

Zwischen den Schichten 14 und 15 beginnen die ersten Globotruncanen, die sicher zur Gruppe der *G. linnei* D'ORB. zu stellen sind. Sie kennzeichnen die nächsten 150 m Scaglia des Gubbio-Profiles.

Gestein: Vorwiegend rote, seltener weisse Plattenkalke, die meist rote Hornsteinbänder führen. Selten schalten sich mergelige Lagen zwischen die Kalkbänke ein (bei 15). Die Mächtigkeit der Bänke wechselt rasch; sie beträgt durchschnittlich zwischen 10 und 20 cm.

Das Verschwinden der Hornsteinbänke bei 21 hat auf die Fauna keinen weitem Einfluss, doch ist die Bedeutung der Hornstein-Obergrenze wegen der weitgehenden lithologischen Facieskonstanz im untersuchten Gebiet sehr gross. Wir werden später sehen, dass

sich weiter im S in diesem Niveau Kalkbänke mit Grossforaminiferen einstellen.

Mächtigkeit: Etwa 75 m.

Fossilien: Fast in jeder Bank sind Globotruncanen aus dem Formenkreis der *G. linnei* nachgewiesen. Daneben finden sich zahlreiche Globigerinen, Buliminen und seltener auch Prismen von Inoceramenschalen. Es ist wahrscheinlich, dass die von BONARELLI (Lit. 5) von verschiedenen Lokalitäten des zentralen Apennins beschriebenen kretazischen Echiniden aus der Zone 1a'' stammen.

1 b. Scaglia (mit Globotruncanen) ohne Hornstein.

Die Mächtigkeit der Globotruncanen-führenden Scaglia ohne Hornstein erreicht etwa 120 m.

Wie schon betont wurde, unterscheiden sich die Gesteine vorerst weder lithologisch, noch palaeontologisch von den oben beschriebenen Ablagerungen.

Bei 22 stellen sich in den Schliffen unter den zahlreichen *G. linnei* auch Exemplare ein, die in den Formenkreis der *G. stuarti* zu stellen sind. Bei 24 kommt auf etwa 5—10 *G. linnei* eine sichere *G. stuarti*.

Praktisch kann man daher hier die Untergrenze der *Globotruncana stuarti*-führenden Schichten mit der Obergrenze der Scaglia mit rotem Hornstein zusammenfallen lassen.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass bei Anfertigung einer noch grösseren Zahl von Schliffen schon in etwas tieferen Schichten die ersten Vertreter der *G. stuarti* nachgewiesen werden können; jedenfalls dürfte aber diese Art im Verhältnis zu *G. linnei* immer sehr selten sein. Der Grenze 1a—1b kommt hier vor allem palaeontologisches Interesse zu; im Gelände ist sie schwer nachzuweisen, da die Unterscheidung der verschiedenen Globotruncanen ohne Schliffe grosse Übung erfordert. *G. stuarti* wird gegen oben allmählich häufiger. Bei 29 ist sie schon ziemlich verbreitet, bei 30 und 31 dominiert sie über *G. linnei*.

Im obern Teil der Scaglia mit Globotruncanen wurden vorwiegend *G. stuarti* angetroffen, ganz zu oberst nur noch *G. stuarti*.

Auf Grund der Globotruncanen kann die Scaglia ohne Hornstein folglich eingeteilt werden in:

1b'. Scaglia mit *G. linnei* und *G. stuarti*, etwa 115 m.

1b''. Scaglia mit vorwiegend *G. stuarti*, 5—10 m.

1b' sind vorwiegend rote, schalig brechende Plattenkalke, die ausser den Globotruncanen noch Globigerinen, Buliminen und Fragmente von Inoceramenschalen führen. Mergellagen sind hier selten (bei 22 und 23).

1b'' sind grösstenteils ziegelrote, dünngeschichtete Kalke mit untergeordneten kalkig-mergeligen Lagen. Neben den Globotruncanen

finden sich zahlreiche Globigerinen. Inoceramenprismen wurden keine beobachtet.

Abgrenzung der Scaglia mit Globotruncanen (1) gegen die Scaglia ohne Globotruncanen (2)

Der palaeontologisch-stratigraphisch wichtigen Grenze entspricht keine markante lithologische Änderung des Gesteins. Mit Hilfe einer starken Lupe kann aber auch im Felde auf frischen Gesteinsflächen das plötzliche Fehlen der relativ grossen *G. stuarti* konstatiert werden. Die kleinen Globigerinen sind durchgehend und gleich häufig vorhanden.

Auf die Globotruncanen-führenden Gesteine folgt eine wenig mächtige Kalkzone, ausschliesslich Globigerinen enthaltend; zu diesen gesellen sich nach oben allmählich die bisher nicht beobachteten Vertreter der Gattung *Globorotalia*. Es ist wichtig, festzustellen, dass bei Gubbio keine Überschneidung *Globotruncana-Globorotalia* nachgewiesen werden kann, und es sei schon hier bemerkt, dass dies auch für alle andern von mir geprüften Profile gilt.

2. Scaglia ohne Globotruncanen.

Im Gegensatz zu der eben beschriebenen, vorwiegend aus Plattenkalken aufgebauten Serie, kommen wir jetzt in ein, etwa 220 m mächtiges Paket, das nur unten Kalke aufweist, oben dagegen vorwiegend Mergel.

Der untere Teil besteht grösstenteils aus dünngebankten, ziegelroten Kalken und gleichgefärbten schiefrigen Mergeln. Über diesem Komplex folgt eine charakteristische Stufe von meist dünngeschichteten, dunkelroten Kalken mit Knollen und Schnüren von rotem Hornstein. Überlagert werden diese Hornstein-führenden Kalke wiederum von dünngebankten, rötlichen Kalken, die häufig Einlagerungen von grauen und rosa getönten, mergeligen Partien aufweisen. Der mergelige Anteil der Gesteinsserie gewinnt schliesslich die Oberhand, und die rötlichen Mergel treten in Wechsellagerung mit grauen Partien. Den Abschluss der ganzen Serie bildet ein 100 m mächtiges Paket von vorwiegend hellgrauen bis grünlichgrauen Mergeln. Unter Berücksichtigung der früher erwähnten (S. 16—17) Foraminiferenführung ergibt sich also bei Gubbio folgende Einteilung:

- 2 a. Kalke und Mergel mit Globigerinen und Globorotalien,
- 2 b. Globigerinenkalke mit rotem Hornstein,
- 2 c. Wechsellagerung von roten und grauen, z. T. kalkigen Mergeln,
- 2 d. Graue Globigerinenmergel (oder kurz graue Mergel).

2a. Kalke und Mergel mit Globigerinen und Globorotalien.

Es wurde gezeigt, dass die Schichten mit *G. stuarti* von Kalken mit kleinen Globigerinen abgelöst werden. Etwa bei 34 erscheinen die ersten Globorotalien, die dann in den nächsten 40 m der Serie das Faunenbild beherrschen. Auf die Globigerinen-Globorotalien-Kalke legen sich wiederum Schichten, die vorwiegend nur Globigerinen enthalten und bei 37 roten Hornstein führen.

Die Mächtigkeit der ganzen Folge bis zu den Globigerinenkalken mit rotem Hornstein (= 2b) beträgt etwa 60 m.

Im Felde ist die Zone an der Verbreitung der oft schiefrigen Mergel und Kalkmergel leicht zu erkennen.

2b. Globigerinenkalke mit rotem Hornstein.

Stratigraphisch sehr wichtige und immer leicht zu erkennende Zone.

Mächtigkeit: Etwa 20 m.

Gestein und Fossilien: Rote, meist dünngebankte Kalke mit massenhaft grossen Globigerinen (*G. bulloides* D'ORB.) und einzelne Globorotaliiden (Taf. VI, Fig. 51—54). Andere Fossilien sind sehr selten. Auf der rechten Talseite des Bottaccione wurde ein unbestimmbarer Seeigel gefunden. Der Hornstein führt keine Radiolarien.

2c. Wechsellagerung von roten und grauen, z. T. kalkigen Mergeln.

Diese roten und grauen Globigerinengesteine unterscheiden sich nur durch die Färbung von den grauen Globigerinenmergeln 2d im Hangenden. Die Abgrenzung 2c—2d ist unscharf und für eine Parallelisierung kaum geeignet.

Mächtigkeit: Etwa 40 m.

2d. Graue Globigerinenmergel.

Der untere, härtere, kalkreichere Teil der Mergel ist meist ganz gut geschichtet. Die oberen Mergellagen sind feiner, die Schichtung ist weniger deutlich. Auch ein leichter Farbunterschied ist zwischen den ältern und jüngern Mergeln wahrzunehmen. Die unteren sind meist hellgrau bis graugrün und wittern hellbraun an. Der obere Teil ist eher rein hellgrau und an Stellen, an denen die Mergel, wie in Bachbetten, frisch ausgewaschen sind, leicht bläulichgrau. Trotz dieser lithologischen Unterschiede scheint mir eine Unterteilung der Serie 2d nicht nötig zu sein, denn die Mikrofauna ist durchgehend einförmig.

Mächtigkeit: Etwa 100 m

Fossilien: Die Mergel sind durchwegs reich an Globigerinen. Selten sind ausgewitterte Nodosarien und Rotaliiden. Die Schichtflächen sind gewöhnlich durch grosse Abdrücke von Algen (*Taonurus*) gekennzeichnet. Ein von G. BONARELLI entdeckter Fossilhorizont findet sich im obersten Teil der Serie (*Acesta* sp. und *Ostrea* sp.).

Über das Alter der Scaglia.

Die im Gubbio-Profil beobachteten Fossilien erlauben vorerst nur eine sehr summarische Altersbestimmung der einzelnen Schichtgruppen. Das liegt vor allem an der lückenhaften Kenntnis der vertikalen Verbreitung der wichtigsten Foraminiferen, nämlich der Globotruncanen und Globorotalien. Globotruncanen sind bis heute von zahlreichen Orten, die sich über die ganze Erde verteilen, beschrieben; sie scheinen bezeichnend für obere Kreide zu sein (s. H. THALMANN, Lit. 155).

Das Alter der Scaglia mit Globotruncanen wäre demgemäss kretazisch, doch kann vorläufig nicht genau entschieden werden, bei welcher Stufe der Kreide die Scaglia beginnt.

Das Alter der Scaglia mit Globigerinen usw. bleibt auf Grund des Fossilmaterials noch ungewiss; immerhin sind aus den jüngsten Scagliaschichten einige Fossilien (z. B. *Acesta* sp.) von entschieden miocaenem Habitus festgestellt worden; auch deuten die Foraminiferen aus der Mergel-Sandsteinformation — ich fand eine *Amphistegina* — auf miocaenes Alter hin. Das heute vorliegende Fossilmaterial genügt aber doch nicht zu definitiver Altersbestimmung.

Ich werde auf die Altersfrage der Scaglia am Schluss der Behandlung der umbrischen Faciesgebiete zurückkommen.

B. Profil WSW Fossombrone im Metaurotal.

Fig. 1.

Blatt Pesaro (109) 1 : 100.000 und Blatt Fossombrone 1 : 25.000.

Das 40 km NE von Gubbio liegende Profil wurde 3,58 km WSW von Fossombrone im Metaurotal aufgenommen. Etwa 2 km W der Stadt liegt an der Via Flaminia (Roma-Fano-Milano) bei km 28 das Dorf S. Lazzaro. Der Metauro durchbricht hier die im W von Fossombrone etwa SSE—NNW streichende, östlichste Antiklinale des Apennins. Die über den Fucoidenschiefen folgende Scaglia des W-Schenkels dieser Antiklinale ist im Talgrund des Metauro in einem regelmässigen Profil aufgeschlossen. Die Schichten fallen mit 30—45° gegen SW.

Das Profil wurde hauptsächlich zur Kontrolle der sich aus der Untersuchung der Scaglia bei Gubbio ergebenden allgemeinen Gliederung aufgenommen. Auf eine Detailzeichnung kann verzichtet

werden, da die Analogie mit Gubbio im Gelände ohne Schwierigkeiten zu erkennen ist. Als Anhaltspunkte dienen bei der Beschreibung einige auffallende, helle Kalkbänke an der Basis der Scaglia mit Globorotalien und Globigerinen (2a).

Im Nachfolgenden sind die Zahlen der im Gelände gemessenen Strecken jeweils eingeklammert und hinter die aus ihnen errechneten Mächtigkeitszahlen gesetzt.

Fucoidenschiefer.

Tonige, rötliche, grüngraue und gelblichgraue Schiefer oder Mergelschiefer mit häufigen schwarzen, bituminösen Schieferzwischenlagen. Anscheinend sind die Schichten fossillier. Im Dach der Serie wechsellagern Schiefer und härtere, helle, muschelrig-brechende Mergelkalke. Es stellen sich hier auch schmale, rötliche und hellgraue Hornsteinbänke ein.

Die Grenze gegen die Scaglia ist durch das Auftreten von *Globotruncana appenninica* gekennzeichnet. Im Gelände ist diese Stelle ohne Schwierigkeit wiederzufinden.

1. Scaglia mit Globotruncanen

(total ca. 235 m).

1a. Scaglia mit Hornstein (ca. 170 m).

Wie bei Gubbio, kann die Scaglia an Hand von Dünnschliffen in Scaglia mit *Globotruncana appenninica* und Scaglia mit *G. linnei* gegliedert werden.

1a'. Scaglia mit *Globotruncana appenninica* (ca. 80 m).

6 m (10 m) weisse Kalke mit muschelrigem Bruch. Bänke 10—15 cm mächtig. An der Basis des Schichtpaketes sind mergelig-schiefrige Lagen zwischen die Kalkbänke eingeschaltet. Hornstein grau oder rötlich. Globotruncanen ausnahmslos mit einem peripheren Kiel. Globigerinen sehr häufig und klein.

10 cm schwarze, bituminöse Schiefer (N45W, 32W); sie dürfen nicht mit Schicht 12 (S. 15) aus dem Gubbio-Profil parallelisiert werden, sondern sind eine in tieferem Niveau auftretende Schieferlage (s. S. 22 und Lit. 2).

15 m (26 m) weisse Plattenkalke mit schalig-rauhem Bruch. Hornstein vorwiegend grau. Globotruncanen einfach gekielt.

57 m (104 m) Wechsellagerung von weissen, hellgrauen und roten Plattenkalken mit grauen, schwarzen und roten Hornsteinlagen; diese bilden im Flussbett hervorstehende Bänke. *Globotruncana appenninica* (unten) und Übergangsformen zu *G. linnei* (oben) sind überall verbreitet.

1a''. Scaglia mit *Globotruncana linnei* (ca. 90 m).

An der Basis der Serie finden sich rosa Kalke mit rötlichem Hornstein, die gegen oben in weisse Plattenkalke mit grauem, oft rötlichem Hornstein übergehen. Mächtigkeit 31 m (56 m). *G. linnei* ist häufig, ebenso Globigerinen.

35 m (55 m) rosarote, dichte Plattenkalke. Hornstein rot. *G. linnei* ist spärlich verteilt; die Kalke führen in grosser Zahl kleine Globigerinen.

25 m (37 m) ziegelrote Plattenkalke mit roten Hornsteinbänken. *G. linnei* ist noch vertreten, aber spärlich.

1b. Scaglia ohne Hornstein (ca. 65 m).

1b'. Scaglia mit *Globotruncana linnei* und *G. stuarti* (ca. 62 m).

7 m (10 m) rote, schalig-rauh brechende Plattenkalke. Nur wenige Globotruncanen; es konnte nicht festgestellt werden, ob *G. stuarti* schon vorhanden ist.

23 m (33 m) ziegelrote Plattenkalke. Nach 7 m (9 m) folgt ein 10 m mächtiges Bänkchen von weissem, dichtem, hartem Kalk. Die roten Kalke unmittelbar darunter führen massenhaft *G. linnei* (Taf. VI, Fig. 27 und 31) und wenige *G. stuarti*. Die restlichen 16 m (24 m) sind rote Kalke mit zahlreichen *G. linnei* und vereinzelt *G. stuarti*. Neben den Globotruncanen finden sich Prismen von Inoceramenschalen und zahlreiche Globigeriniden.

32 m (46 m) rote, gut gebankte Kalke. In diesen treten nach 11 m (16 m) zwei, etwa 10 cm mächtige Bänkchen von weissem, hartem Kalk auf. Vier Schiffe aus der 32 m mächtigen Serie lieferten (von unten nach oben):

1. *G. linnei* (sehr häufig); *G. stuarti* (nicht einwandfrei nachgewiesen); Prismen von Inoceramen; Globigeriniden.
2. *G. linnei* (häufig); *G. stuarti* (nicht sicher nachgewiesen); Inoceramenprismen; Globigeriniden.
3. *G. linnei* (zahlreich); *G. stuarti* (nicht selten, Taf. VI, Fig. 37); Globigeriniden.
4. *G. linnei* (selten); *G. stuarti* (häufig); Inoceramenprismen; Globigeriniden.

1b''. Scaglia mit *Globotruncana stuarti*.

3 m (4 m) roter Kalk mit zwei dünnen Bänkchen von weissem, hartem Kalk. Es wurden von drei Stellen Schiffe angefertigt. *G. stuarti* (Taf. VI, Fig. 39) ist sehr zahlreich vorhanden, *G. linnei* nicht mit Sicherheit nachzuweisen.

Die Globotruncanen erlöschen etwa 1—2 m unter einer auffälligen, 60 cm mächtigen Bank von weissem, feinbrecciösem Kalk (N48 W, 45 W). Die Unterfläche dieser Bank ist knollig.

2. Scaglia ohne Globotruncanen.

2a. Scaglia mit Globorotalien und Globigerinen (ca. 40 m).

In den etwa 2 m mächtigen roten Kalken unterhalb der auffälligen Kalkbank wurden massenhaft kleine Globigerinen festgestellt. Über der Kalkbank folgen noch etwa 3 m dünnbankige Kalke, in denen neben den Globigerinen auch schon Globorotalien vorkommen (Taf. VI, Fig. 42). Darüber wechsellagern kalkig-mergelige und schiefrige Gesteine, die etwa 20 m (30 m) Mächtigkeit erreichen. Diese Schichten sind reich an Globorotalien (Taf. VI, Fig. 48) und Globigerinen.

Die letzten 17 m (25 m) unter den Globigerinenkalken mit rotem Hornstein führen vorwiegend nur Globigerinen.

2b. Globigerinenkalke mit rotem Hornstein (ca. 20 m).

An der Basis dieser Kalke liegt zwischen parallelen Schichtflächen eine 2—3 m mächtige, stark gestörte Zwischenlage; die Störung dürfte auf disharmonische Faltung zurückzuführen sein.

Im Hangenden folgen die roten und grauen, z. T. kalkigen Mergel 2c und schliesslich die grauen Globigerinenmergel 2d; sie werden von zahlreichen Bewegungsflächen durchzogen. Eine genaue Mächtigkeitsbestimmung ist daher kaum möglich.

Die grauen Globigerinenmergel gehen in ungestörter Folge in harte und weiche Mergel mit Bänken von schwarzem Hornstein über. Die Mergel führen selten etwas Glaukonit.

C. Das Profil am NNW-Hang des M. Acuto, 20 km NNW Perugia („Acuto-Profil“).

Fig. 1; Taf. I, Prof. II.

Geologische Karte: Foglio 122 (Perugia) della Carta geol. d'Italia al 100.000.
Topographische Karte: Blatt Umbertide 1 : 50.000.

Das interessante Profil liegt am rechten Talhang des Fosso delle Tonne, der etwa 1 km W Umbertide von SSW her in den Tevere mündet. Das tief eingeschnittene Tal trennt die NNW—SSE streichende Kette in zwei Erhebungen, den M. Acuto (926 m) im SE und den M. Valcinella (694 m) im NW. Auf beiden Talhängen des in SN-Richtung verlaufenden Fosso delle Tonne sind der Biancone, die Fucoidenschiefer und die Scaglia bis zu den Kalkmergeln mit schwarzen Hornsteinbänken aufgeschlossen.

Besonders günstig für meine Untersuchung ist die im Bau stehende Strasse von Umbertide nach Poggio gewesen, längs der in den Jahren 1932—34 das dargestellte Profil aufgenommen wurde.

Ausserdem habe ich die Gegend zwischen dem M. Acuto und dem 5 km weiter WSW gelegenen M. Murlo eingehend kartiert, gebe aber in vorliegender Arbeit nur das Profil Fig. 3, M. Acuto-M. Murlo, das meine tektonische Interpretation vorläufig wiedergibt. Diese weicht wesentlich ab von den durch B. LOTTI (Lit. 27) und P. PRINCIPI (Lit. 60) gegebenen Darstellungen. Ich werde in einer späteren Arbeit meine Auffassung näher begründen⁷⁾.

⁷⁾ Das wichtigste Ergebnis meiner Aufnahmen beruht auf der Feststellung, dass die auf der Mergel-Sandsteinformation liegenden „scisti varicolori“ und die diese konkordant überlagernden Sandsteine von W her überschoben sind. Stratigraphisch entsprechen die scisti varicolori den obern Partien der Scaglia (Obereocaen und Oligocaen), während die Sandsteine durch Einlagerungen von Miogypsinenkalken als unteres Miocaen (Burdigalien) gekennzeichnet sind und, wie sich das aus den weiteren Ausführungen ergeben wird, mit der Mergel-Sandsteinformation parallelisiert werden können (s. Fig. 3).

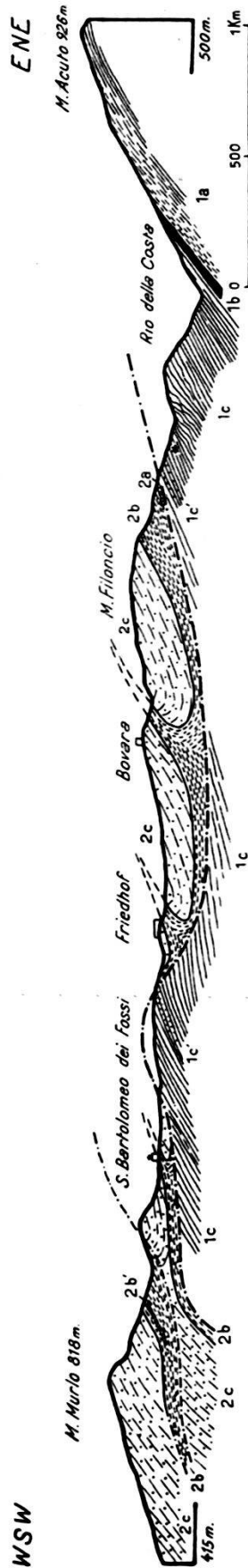


Fig. 3. Profil vom M. Murlo zum M. Acuto, nördl. von Perugia.

Autochthone Serie:

- 1a. Scaglia: Rote und graue kalkige Mergel.
- 1b. Bänke von schwarzem Hornstein mit Glaukonit-reichen kalkigen Mergeln.
- 1c. Mergel-Sandsteinformation (* Fundstelle von *Clia* cf. *pedemontana* (MAYER), det. R. RUTSCH, Basel).
- 1c'. Einlagerungen von Kalken mit Foraminiferen, Bryozoen und Resten von Zweischalern.

Überschobene Serie:

- 2a. Verschrüftes Paket von rotem, jedenfalls mitteoceänen Globigerinenkalk.
- 2b. Scisti varicolori = verschiedenfarbige tonige, sehr plastische Mergel.
- 2b'. Konglomerate und Breccien, z. T. mit obereocänen Foraminiferen.
- 2c. Sandsteine mit Einlagerungen von Kalken mit Miogypsinen, Lepidocyclinen und eingeschwemmten älteren Foraminiferen (Sideroliten, Kreide-Orbitoiden, eocaene Alveolinen, Discocyclinen, Nummuliten u. a.).

Bevor wir auf die Beschreibung des Acuto-Profiles eintreten, sei bemerkt, dass ein Vergleich der Scaglia des M. Acuto mit der 25 km weiter im E liegenden Scaglia von Gubbio einen deutlichen Facieswechsel, der sich schon in der Farbe der Gesteine äussert, erkennen lässt. Bei Gubbio dominieren rote und ziegelrote Kalke; am M. Acuto sind die gleichaltrigen Sedimente hellrosa bis hellbraunrosa. Ausserdem ist die Scaglia des M. Acuto kalkreicher als die von Gubbio.

Endlich ist die Mächtigkeit der Scaglia am M. Acuto wesentlich geringer als bei Gubbio und den übrigen Profilen, die ich aus Umbrien und den Marken kenne; doch sei betont, dass sich auch am M. Acuto, gestützt auf die Dünnschliffuntersuchung, dieselbe Gliederung der Scaglia durchführen lässt wie bei Gubbio.

1. *Biancone*.

Serie von vorwiegend hell- bis dunkelgrauen, dichten, teilweise Hornsteinknollen-führenden Kalken. Eine Schliffserie dieser Abteilung wurde noch nicht hergestellt; immerhin ergab die Untersuchung einiger Proben, dass die Kalke im allgemeinen reich an Calpionellen sind. Es handelt sich meist um ähnliche Formen wie sie TH. LORENZ 1901 (Lit. 129), J. CADISCH 1932 (Lit. 96) und H. J. FICHTER 1934 (Lit. 116) aus den Schweizer Alpen beschreiben.

Nach den in Anlehnung an H. J. FICHTER ausgeführten Messungen können am M. Acuto auseinander gehalten werden:

1. *Calpionella* cf. *alpina* LORENZ, grosse Form (Dimensionen: Gesamtlänge 70 μ ; davon Kragen 9 μ ; Breite 61 μ ; Öffnung 32 μ).
2. *Calpionella* mit abstehendem Kragen (Dimensionen: Gesamtlänge 95—97 μ , davon Kragen 10 μ ; Breite 65 μ ; Öffnung 65—70 μ) und
3. eine lange Form mit schwach auswärts stehendem Kragen (Dimensionen: Gesamtlänge 90 μ , davon Kragen 15 μ ; Breite 45 μ ; Öffnung 40 μ).

2. *Fucoidenschiefer*.

Karminrote, dunkelgraue oder grünliche Schiefer, die oft in kleine, scharfkantige Trümmer zerfallen. Gegen die Scaglia stellen sich grüngraue, dichte, muschelrig brechende, oft etwas mergelige Kalke ein. Die Fucoidenschiefer wurden stratigraphisch und palaeontologisch nicht näher untersucht.

Die in der Sandsteinformation eingelagerten Kalke enthalten ausser den Miogypsinen und Lepidocyclinen auch noch eingeschwemmte Fossilien wie Rudistenfragmente, Discocyclinen, Alveolinen und Nummuliten.

Beiläufig möchte ich hier auf einen interessanten Foraminiferenfund hinweisen: Im Burdigalien des M. Galletto (4 km S vom M. Murlo) habe ich zusammen mit Miogypsinen, Lepidocyclinen, Amphisteginen, aufgearbeiteten Alveolinen, Discocyclinen u. a. eine der *Trillina howchini* SCHLUMB. (Lit. 140) nahestehende Form gefunden (Taf. XV, Fig. 4—5; siehe diesbez. die palaeontologischen Bemerkungen von Herrn Dr. M. REICHEL im Anhang).

3. Scaglia.

1. Scaglia mit Globotruncanen

(total ca. 190 m).

Die Scaglia mit Globotruncanen lässt sich einteilen in:

- 1a. Scaglia mit Hornstein und in
- 1b. Scaglia ohne Hornstein.

1a. Scaglia (mit Globotruncanen) mit Hornstein (ca. 170 m).

Bei 1 (Prof. II auf Taf. I) enthalten die Schichten Globigerinen, aber noch keine Globotruncanen. Diese erscheinen dann aber, freilich noch spärlich, bei 2 und sind bei 3 schon sehr häufig. Folglich beginnt die Scaglia zwischen den Schichten 1 und 2.

Die Serie weist, wie bei Gubbio, eine Einlagerung von schwarzbraunen, bituminösen Schiefen auf (Schicht 10), wodurch auch hier eine Zweiteilung in eine untere und in eine obere Abteilung gegeben ist.

1a'. Scaglia mit *Globotruncana appenninica* (ca. 100 m). Bis zum bituminösen Band, also während etwa 70 m, sind Plattenkalke von hellgrauer, seltener rein weisser Farbe vorherrschend. Der zwischengelagerte Hornstein ist gewöhnlich grau oder schwarz. Es wurden von neun Punkten (Schichten 1 und 2 mitgerechnet) Proben mikroskopisch untersucht, die folgendes ergeben:

1. Grünlichgrauer, oft etwas geschieferter Kalk mit Einlagerungen von 2—3 cm mächtigen, schiefrig-mergeligen, rosa, oder grünlichgrauen Zwischenlagen. Fossilien: viele kleine Globigeriniden (*G. cretacea* D'ORB.).
2. Grünlichgraue, oft rosa gestreifte Kalke mit einigen 2—3 cm dicken Lagen von bituminösen Schiefen. Fossilien: Massenhaft Globigeriniden und vereinzelte *Globotruncana appenninica*.
3. 5—10 cm dicke Bänke grauer Plattenkalke. Fossilien: Zahlreiche Globigeriniden und *G. appenninica* (Taf. VI, Fig. 7 und 8; Taf. VIII, Fig. 4).
4. Grau und rosa gebänderte, häufig etwas schiefrige Kalke mit Einlagerungen von rosa und grauen, tonigen Mergeln. Fossilien: Massenhaft Globigerinen und *G. appenninica*.
5. Hellgraue, bräunlich anwitternde Plattenkalke. Bänke bis 20 cm mächtig. Hier setzen grauschwarze und graue Hornsteinbänke ein. Fossilien: Globigeriniden und zahlreich *G. appenninica*.
6. Hellgrauer, muschelrig brechender, von dünnen, braungefärbten Calcitadern durchsetzter Kalk. Hornstein hellgrau. Fossilien: Wie bei 5 (Taf. VI, Fig. 5 und 11).
7. Hellbräunlichgrauer Plattenkalk; Bänke zwischen 5 und 15 cm mächtig; Hornstein schwarz oder grau. Fossilien: Globigerinen und zahlreich *G. appenninica*.
8. Hellgrauer Kalk in Wechsellagerung mit schwarzen Hornsteinbänkchen. Fossilien: Kleine Globigerinen, einige Buliminien? und zahlreiche Globotruncanen.

9. Hellgrauer Kalk. Hornstein schwarz und mit ganz wenig bituminösen Schiefen verbunden. Fossilien: Bei den zahlreich vorhandenen Globotruncanen sind die Kiele der inneren Umgänge häufig verdickt und laufen dann in zwei Spitzen aus (Taf. VI, Fig. 15—26). Daneben finden sich Globigerinen.

Bei 10 liegen die 80 cm mächtigen, schwarzbraunen bituminösen Schiefer, die scharf gegen die hellen Kalke abstossen. Darüber folgen weiter etwa 30 m hellgraue Plattenkalke mit zahlreichen Bänken von meist grauem Hornstein. Fünf Proben zeigen im Dünnschliff folgendes:

11. Hellgrauer, bräunlich anwitternder Kalk. Hornstein schwarz und grau. Foraminiferen nicht selten ausgewittert, Fossilien: Massenhaft Globigerinen. Die Globotruncanen sind gleich wie bei 9.
12. Dünngelbankter grauer Kalk mit ebensolchem Hornstein. Fossilien: Zahlreiche Globigerinen; sehr interessant sind hier die Globotruncanen, die wie im Profil bei Gubbio deutlich Zwischenformen von der spitz gekielten zur doppelt gekielten Form darstellen; d. h. die inneren Umgänge sind gewöhnlich deutlich doppelt gekielt, während die äusseren spitz auslaufen (Taf. VI, Fig. 18 bis 20, 22 und 25; Taf. VIII, Fig. 2).
13. Hellgrauer Kalk mit zahlreichen kleinen Pyritkristallen. Hornstein grau. Fossilien: Globigerinen; Globotruncanen wie bei 12. Der doppelte Kiel ist so deutlich, dass einige Grenzformen schon zu *G. linnei* gestellt werden können.
14. Hellgrauer Plattenkalk; Bänke bis 15 cm mächtig. Hornstein hellgrau. Fossilien: Wie bei 13.
15. Hellgraue bis bräunliche, 5—15 cm mächtige Schichten von Plattenkalk. Hornstein hellgrau, oft rötlich. Fossilien: Globotruncanen deutlich doppelt gekielt; sie können zu *G. linnei* gestellt werden. Es finden sich aber immer noch zahlreiche Exemplare, deren äusserste Windung in einen peripheren Kiel ausläuft (Taf. VI, Fig. 15).

1a''. Scaglia mit *Globotruncana linnei* (ca. 70 m). Die Abgrenzung der Scaglia 1a'' gegen 1b' (mit beiden Globotruncanen *G. linnei* und *G. stuarti*) stösst auch im Acuto-Profil auf Schwierigkeiten. Wie wichtig es ist, überhaupt einen Anhaltspunkt zu finden, wird sich in den nachfolgenden Ausführungen noch zeigen.

Es folgen jetzt 70 m hellgraue und braunrosa Plattenkalke, mit Einlagerung zahlreicher grauer Hornsteinbänke. Aus dieser Zone habe ich von sechs Punkten Schiffe angefertigt; 4 davon ergaben:

16. Hellgraue, gutgebankte Kalke und grauer Hornstein in dünnen Lagen. Fossilien: Globigerinen und z. T. schön kofferförmige *G. linnei*.
17. Hellgraue, oft leicht bräunliche, 20 cm mächtige Plattenkalke. Hornstein knollig, grau bis schwärzlich, häufig rot unrandet. Fossilien: Zahlreiche typisch kofferförmige *G. linnei* und kleine Globigerinen.
18. Braunrosa bis hellbrauner, muschelartig brechender Kalk. Hornstein grauschwarz. Foraminiferen oft gut ausgewittert. Fossilien: Massenhaft *G. linnei* und kleine Globigerinen, daneben einige Buliminen (Taf. VII, Fig. 2).

19. Hellbraunrosa, auch hellgraue Plattenkalke. Hornstein schwärzlich mit roter Umrandung. Fossilien: Wie bei 18.

1b. Scaglia (mit Globotruncanen) ohne Hornstein (ca. 20—25 m).

Bei 20 zeigen sich die obersten, meist roten Hornsteine. An dieser Stelle wurden auch die ersten sicheren *G. stuarti* festgestellt. Praktisch deckt sich am M. Acuto die Obergrenze des Hornsteins mit dem ersten Auftreten von *G. stuarti*. Bei Anfertigung von Schlifften aus der Serie zwischen 19 und 20 ist es nicht ausgeschlossen, noch *G. stuarti* zu finden, doch dürfte diese im Verhältnis zu *G. linnei* immer sehr selten sein.

1b'. Scaglia mit *Globotruncana linnei* und *G. stuarti* (ca. 20 m). Das Gestein mit beiden *Globotruncana*-Formen unterscheidet sich nicht von den Ablagerungen im Liegenden. Es sind vorwiegend braunrosa und graurötliche Plattenkalke. Im oberen Teil der Serie (bei 22) erscheinen in den Kalken karminrote Flecken. Die Farbengrenzen verlaufen senkrecht zu den Schichtflächen.

Aus Schichtpaket 1b' wurden zehn Proben untersucht; fünf davon ergaben:

20. Bräunliche bis rötlichbraune, hellbraun verwitternde Plattenkalke. Infolge zahlreicher ausgewitterter Foraminiferen ist die Gesteinsoberfläche körnig. Fossilien: Massenhaft *G. linnei*; *G. stuarti* scheint noch selten zu sein. Häufig sind kleine Globigerinen.
21. Hellrosa bis bräunlicher Plattenkalk mit massenhaft Foraminiferen. Fossilien: Vorwiegend *G. linnei* (Taf. VI, Fig. 33) und kleine Globigeriniden; *G. stuarti* (Taf. VI, Fig. 40) ist ganz vereinzelt.
22. Brauner bis bräunlichrötlicher Kalk mit karminroten Flecken, die einige Meter Durchmesser erreichen können. Fossilien: Zahlreich ist *G. linnei*; *G. stuarti* findet sich ebenfalls nicht selten. Häufig sind kleine Globigerinen.
23. Rotbrauner, gut geschichteter Kalk, Bänke zwischen 10 und 15 cm. Fossilien: Massenhaft Globotruncanen, unter denen *G. linnei* noch etwas über *G. stuarti* dominiert. Sehr häufig sind kleine Globigerinen (Taf. VII, Fig. 3).
24. Braunrosa, gut gebankter Kalk. Das Gestein erscheint durch das massenhafte Auftreten der Globotruncanen fein getüpfelt. Fossilien: *G. stuarti* ist in zahlreichen und guten Exemplaren vorhanden (Taf. VI, Fig. 38; Taf. VIII, Fig. 6), *G. linnei* dagegen relativ selten. Globigerinen wie überall sehr zahlreich. Es wurden auch einige Prismen von Inoceramenschalen beobachtet.

1b''. Scaglia mit *G. stuarti* (ca. 2 m). Um die untere und obere Grenze dieser schmalen Zone festzustellen, wurden zwischen 24 und 25 fünf weitere Proben (a—e), die sich auf etwa 2 m verteilen, geprüft; sie zeigten von unten nach oben folgendes:

- a. Massenhaft *G. stuarti* (Taf. VI, Fig. 36) und Globigerinen.
- b. Wie bei a.
- c. Zahlreich sind Globigerinen; *G. stuarti* kommt nur vereinzelt vor.

- d. Zahlreich sind *G. stuarti* (Taf. VI, Fig. 41) und Globigerinen.
- e. Nur kleine Globigerinen.

Die Schichten, in denen *G. linnei* aller Wahrscheinlichkeit nach fehlt, scheinen somit auf 2—3 m beschränkt zu sein.

2. Scaglia ohne Globotruncanen

(total ca. 140—150 m).

Bemerkungen zur Gliederung: Auf die Schichten mit *G. stuarti* folgen vorerst nur Globigerinen-enthaltende Kalke; erst nach etwa 1,5—2 m stellen sich Globorotalien ein. Wie bei Gubbio und bei Fossombrone, sind auch am M. Acuto Globotruncanen und Globorotalien scharf getrennt in ihrem Auftreten.

Die Schichten mit Globorotalien sind von den Globigerinenkalken mit rotem Hornstein überlagert. Bei Gubbio und Fossombrone folgen darüber vorwiegend mergelige Sedimente. Am M. Acuto dagegen sind die äquivalenten Schichten kalkreicher. Die Mächtigkeit dieser Gesteine ist ebenfalls wesentlich geringer als z. B. bei Gubbio.

2a. Scaglia mit Globigerinen und Globorotalien (ca. 50 m).

Es sind meist dünnebankte, graue, rosa und bräunliche Kalke, die von unregelmässigen, meist senkrecht zur Schichtung verlaufenden, karminroten Flecken durchzogen werden. Aus der 50 m mächtigen Serie liegen sechs Schiffe vor:

- 25. Hellgraue, dünnebankte Kalke. Fossilien: Zahlreiche Globorotalien und Globigerinen.
- 26. Bräunlichrosa, braun anwitternder Kalk. Fossilien: Wie bei 25.
- 27. Hellbrauner Kalk. Bänke bis 15 cm mächtig. Fossilien: Vorwiegend grosse Globigerinen (*G. bulloides* D'ORB.). Globorotalien sind nicht mehr so häufig wie bei 26.
- 28. Hellrosa, dünnebankter Kalk. Fossilien: Grosse Globigerinen; Globorotalien sind nur spärlich vertreten.
- 29. Hellgraue und rötliche, dünnebankte Kalke. Fossilien: Globigerinen sehr zahlreich; Globorotalien vereinzelt.
- 30. Hellgrauer, dünnebankter, plattiger Kalk. Fossilien: Grosse Globigerinen.

Gegen die obere Hornsteinzone zu hören die Globorotalien langsam auf, dagegen persistieren die Globigerinen, die dann auch die Kalke mit rotem Hornstein kennzeichnen.

2b. Globigerinenkalke mit rotem Hornstein (ca. 1 m).

Diese sonst so charakteristische Zone ist im Acuto-Profil gerade noch durch ein Hornsteinbänkchen bei 31 angedeutet. Der knollige, oft grünlichgraue Hornstein liegt in dunkelroten, dünnbankigen

Kalken mit Globigeriniden, es handelt sich um die auf Taf. VI, Fig. 50—54 dargestellten Formen. Die Umgebung des Hornsteins zeigt Spuren von Malachit.

2c. Wechsellagerung von roten und grauen Kalken und kalkigen Mergeln (ca. 50 m).

Untersucht wurden sechs Handstücke, die alle sehr ähnlich sind. Es werden hier daher nur drei Schliffe beschrieben:

32. Karminrote, schiefrige, dünn-schichtige (2—5 cm) Kalke. Die braungefärbten Calcitadern verlaufen senkrecht zur Schichtung. Fossilien: Globigerinen.
33. Graue, oft schiefrige, dünnbankige Kalke. Die Farbe wechselt rasch zwischen grau und rot. Fossilien: Globigerinen.
34. Graue bis grünlichgraue, schiefrige, oft mergelige Kalke, die hier die Untergrenze der rein grauen Mergelkalke darstellen. Fossilien: Globigerinen.

2d. Graue und grünlichgraue Mergelkalke (ca. 40 m).

Es wurden von drei Punkten Schliffe angefertigt.

35. Grünlichgrauer, leicht schiefriger Mergelkalk. Fossilien: Massenhaft Globigerinen.
36. Dunkelgraue, mergelige, 5 cm mächtige Bank mit grünblauen Tonschmitzen.
37. Graue, mergelige Kalke mit zahlreichen, gut ausgewitterten Foraminiferen. Fossilien: Nodosarien, Rotaliiden, Operculinen (*O. complanata* DEFBR.), Crustellarien (*Robulus* sp.) sind verbreitet. Am W-Hang vom M. Acuto und M. Valcinella wurden aus diesen Schichten guterhaltene Exemplare von *Acesta miocenica* SACCO, ferner zahlreiche Terebrateln gesammelt. In den genau entsprechenden Schichten sind auch im Profil von Gubbio *Acesta* und flache Austern vorhanden.

4. Schwarze Hornsteinbänke mit harten und weichen, teilweise Glaukonit-führenden Mergeln.

Die Scaglia geht nach oben ganz allmählich in die Glaukonit-führenden Mergel mit Bänken von schwarzem Hornstein über. Irgendwelche Anzeichen für einen Sedimentationsunterbruch fehlen; das bestätigt sich auch in den guten Aufschlüssen dieser Grenzzone am W-Hang des M. Acuto.

Die graugrünlischen, Glaukonit-führenden Bänke (bei 38) sind denen von Gubbio (dort bei 42) sehr ähnlich. Auffallend sind dagegen die bis 40 cm mächtigen Bänke von schwarzem Hornstein, welche bei Gubbio fehlen. Die einzigen Fossilien, die besonders in den Mergeln gefunden wurden, sind kleine Austern (*O. langhiana* TRAB.), die schon von Gubbio erwähnt wurden.

Die wichtige, durch die schwarzen Hornsteine charakterisierte Zone geht unmerklich in graue, schiefrige, nur spärlich Glaukonit-

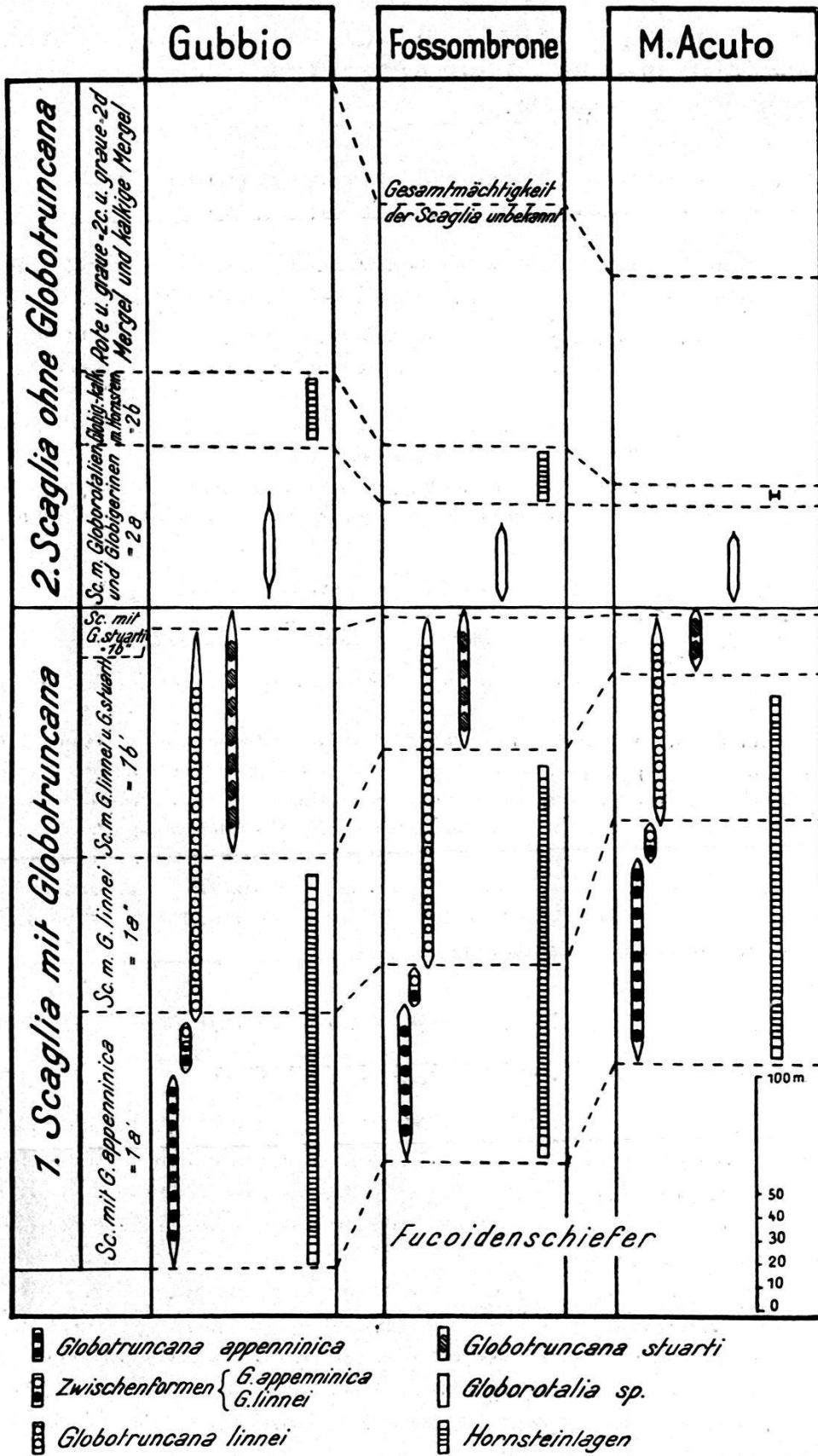


Fig. 4. Vertikale Verteilung der wichtigsten Mikroforaminiferen und der Hornsteinlagen bei Gubbio, Fossombrone und am M. Acuto.

führende Globigerinenmergel über, die die Basis der Mergel-Sandsteinformation bilden.

Parallelisierung und allgemeine Ergebnisse.

Fig. 4 veranschaulicht die wichtigsten Zusammenhänge der drei untersuchten Profile aus der nordumbrischen Facies, in der — wie erwähnt — Kalkbänke mit Grossforaminiferen ganz fehlen.

Es ergibt sich, dass die lithologisch sehr gleichartigen Scaglia-Bildungen, in denen Grossfossilien sehr selten sind, anhand der Mikroforaminiferen stratigraphisch gegliedert werden können. Diese Gliederung hat in dem ganzen von mir geprüften Gebiet von Nordumbrien, d. h. von Urbino im N. bis etwa zur Grenzlinie A—B im SE Gültigkeit. Dies bestätigen ergänzende Untersuchungen, die ich an folgenden Orten ausführte:

1. Im Tale des Candigliano zwischen Piobbico und Acqualagna (NNW Cagli).
2. Im Buranotal zwischen Cantiano und Cagli.
3. Im Esinotal gegenüber der Station Genga am Wege nach Pierosara.
4. Im Gebiet zwischen Fossato und Fabriano.
5. Am Monte Subasio bei Assisi.
6. Im Gebiet Foligno—Colfiorito—Muccia.
7. Im Gebiet zwischen Spoleto und Terni.

Überall ist die Verteilung der Kleinforaminiferen die gleiche, einzig die Mächtigkeiten der verschiedenen Zonen variieren etwas.

Im Gebiete SE der Linie A—B erscheinen dann in der Scaglia Bänke von brecciösen Kalken mit Faunen von Grossforaminiferen verschiedenen Alters. Südöstl. C—D setzt dann die hauptsächlich durch küstennahe Sedimente gekennzeichnete abruzzesische Facies ein.

II. Südumbrische Facies.

(Mit Kalkbänken mit Grossforaminiferen.)

Umgrenzung und Einteilung.

Über die Abgrenzung des Gebietes im NW orientiert Übersichtskarte Fig. 1; meine Untersuchungen reichen nach SW bis Poggio Fidoni, 6 km WSW Rieti. Gegen die im SE anschliessende abruzzesische Facies (s. III. Teil) besteht wieder ein ganz allmählicher Übergang. Aus praktischen Gründen wähle ich als Trennungslinie: M. Boragine (1829 m) — M. Cerasa (1550 m) — Posta und von da weiter in SSW-Richtung (Linie C—D in Fig. 1).

Die östl. Begrenzung des untersuchten Gebietes folgt (von N nach S) der Linie Visso—Norcia—Cascia—Posta.

Ausgangspunkt unserer Ausführungen bildet wieder die Detailbeschreibung einer grösseren Anzahl lokaler Profile, über deren topo-