Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 36 (1943)
Heft: 1

Artikel: Zur Geologie des Monte Pisano (Toscana)
Autor: Burckhardt, Carl Eduard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-160387

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Geologie des Monte Pisano
(Toscana).

Von **Carl Eduard Burckhardt**, Rom.

Mit 6 Textfiguren.

Einleitung.

Im Jahre 1942 hatte das unter der Leitung von Herrn Dr. A. RITTMANN stehende „Centro Geominerario dell'Istituto per la Ricostruzione Industriale (I. R. I.)" in Rom die Gegend des M. Pisano zu bearbeiten. Die von dem Genannten geleiteten Untersuchungen wurden von A. SPICHER, A. ANFOSSO, F. IPPOLITO, R. SALADINI-PILASTRI und dem Schreibenden ausgeführt. Eine Zusammenfassung in italienischer Sprache durch F. IPPOLITO ist bereits erschienen (Lit. 13), eine ausführliche Publikation mit Karte 1 : 25000 ist im Druck (Lit. 18). Ich danke dem Direktor des „Centro Geominerario", Herrn Dr. A. RITTMANN, und besonders dem Präsidenten der „I. R. I.", S. Exz. Prof. FRANCESCO GIORDANI für die Anregung und die Erlaubnis, eine kurze Übersicht unserer Ergebnisse zu veröffentlichen. Die Laboratoriumsarbeiten wurden im „Istituto di Giacimenti Minerari della R. Università" in Rom durchgeführt, dessen Leiter, Herrn Prof. F. PENTA, wir für die freundliche Zurverfügungstellung des Instituts und der Apparate zu Dank verpflichtet sind.

Der zusammenfassende Charakter dieser Mitteilung bedingt, dass ich hier manche Fragen nur streifen kann; für eine ausführliche Diskussion der verschiedenen Meinungen, für Geschichtliches, vollständiges Literaturverzeichnis etc. verweise ich auf Lit. 18.

Inmitten der Ebenen des Arno im S und des Serchio im W, der Ebene von Lucca im N und dem Alveo del Lago di Bientina im E erhebt sich inselartig eine Gruppe von Hügeln und Bergen, der Monte Pisano (s. Fig. 6, p. 71). Das von N her tief einschneidende Valle del Guappero trennt einen grösseren östlichen, fast ausschliesslich aus palaeozoischen Gesteinen aufgebauten Teil von einem kleineren westlichen, der zur Hauptsache aus Gesteinen des Mesozoikums und Kaenozoikums des Autochthons und der Toskaniden besteht[1]). Während die Schichten im östlichen Teil im grossen gesehen eine Kuppel bilden, fallen sie im W mit 20 bis 60° gegen W und NW. Infolgedessen liegen im östlichen Teil die höchsten Erhebungen (z. B. M. Serra, 918 m), von denen aus das Gelände nach allen Rich-

---

[1]) Über die Verwendung der Bezeichnungen Autochthon und Toskaniden vergleiche die Ausführungen im Abschnitt Tektonik (pag. 69 ff.).

tungen allmählich abfällt, im Zentrum des Komplexes, während sie sich im W in der Nähe des Guappero finden (z. B. Moriglion di Penna, 545 m, und M. delle Croci, 443 m), und das Terrain fällt gegen E steil, gegen den Serchio aber nur allmählich ab.

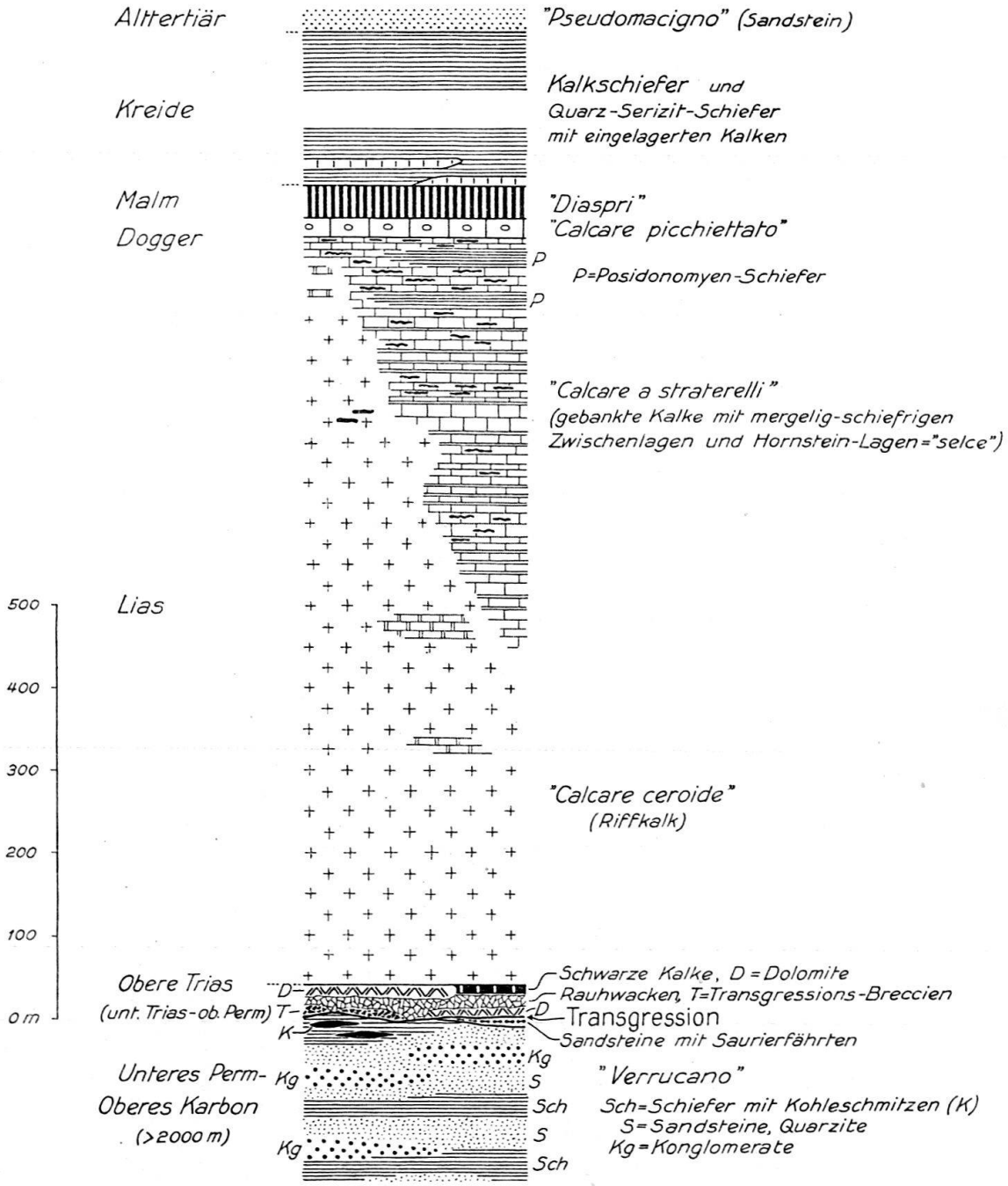


Fig. 1. *Autochthone Schichtreihe.*

1 : 10 000.

Stratigraphie.

AUTOCHTHON.

Permokarbon = „Verrucano" [2]).

Östlich des Guappero wird der M. Pisano zum grössten Teil von schwach metamorphen klastischen Sedimenten aufgebaut. Schiefer, Sandsteine, Quarzite und Konglomerate sind durch alle möglichen Übergänge verknüpft. Unter den Peliten herrschen Quarz-Schiefer und Quarz-Serizit-Schiefer vor, welche zum Teil Kalzit oder Dolomit führen und oft reich an kohligem Pigment sind. Die meist Serizit-führenden Quarz-Sandsteine und Quarzite enthalten ebenfalls hie und da Karbonat. Die Gerölle der Konglomerate, die im SW bis 10 cm gross werden können, bestehen an vielen Orten fast ausschliesslich aus weissem und rosa Quarz; häufig tritt Quarzit, an einigen Stellen auch Turmalinolith hinzu[3]). Das linsenförmige Auftreten der einzelnen Gesteine und die starke Wechsellagerung verunmöglichen das Aufstellen einer für das ganze Gebiet gültigen Stratigraphie, wie dies z. B. Teichmüller & Selzer (Lit. 23) versucht haben, indem sie

Hangende Schiefer	=	Autunien
Konglomerat-führende Schicht	=	Stéphanien
Liegende Schiefer	=	Stéphanien

voneinander unterschieden.

Die linsenförmige Lagerung der Geröllbänke, das Auftreten vereinzelter Kohle- und Graphit-Schmitzen in den obersten Schichten, die Anwesenheit von Rippelmarks und von Kreuzschichtung beweisen, dass es sich um Deltabildungen handelt. Das äusserst spärliche Auftreten von eingeschwemmten Crinoiden und Muscheln lässt auf seltene und örtlich engbegrenzte marine Überflutungen schliessen.

Im Valle del Guappero finden sich in den obersten Schichten des Verrucano-Komplexes an mehreren Stellen Abdrücke von *Pecopteris*, *Annularia* und *Asterophyllites* in Arten, welche nach den übereinstimmenden Bestimmungen von de Stefani (Lit. 7), de Bosniaski (Lit. 5 und 6) und von andern für Stéphanien und Autunien typisch sind. Dadurch wird das Alter des oberen Teils des Verrucano eindeutig festgelegt. Trotzdem der ganze Verrucano-Komplex über 2 km tief aufgeschlossen ist, tritt sein Liegendes nirgends zutage. Die Natur der Ablagerungen spricht dafür, dass sich diese trotz ihrer grossen Mächtigkeit in relativ kurzer Zeit gebildet haben. Wir stellen deshalb den gesamten Verrucano des M. Pisano ins obere Karbon und ins untere Perm.

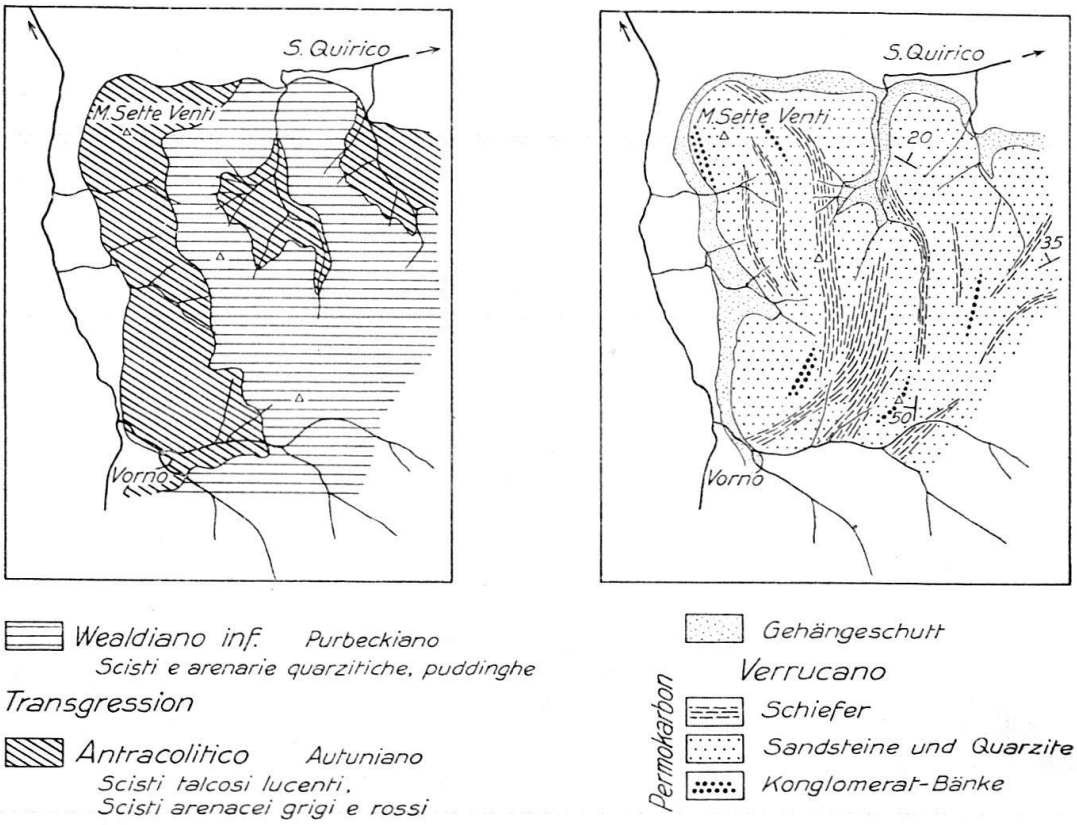
Während nach Auffinden der Flora im Valle del Guappero die meisten Autoren den Verrucano als Perm oder Permokarbon ansahen, teilte ihn Fucini (Lit. 10) in einen unteren palaeozoischen und einen transgressiv darüber lagernden Teil, dem er auf Grund von Fossilfunden (Cyrenen und andere Muscheln) Weald-Alter zuschrieb. Diese Zweiteilung wurde von verschiedenen Autoren bekämpft unter Hinweis auf den schlechten Erhaltungszustand der Muscheln, auf das Fehlen einer Diskordanz zwischen Palaeozoikum und „Weald", auf die Abwesenheit

---

[2]) Mit „Verrucano" wurden von Savi 1832 die schwach metamorphen (jungpalaeozoischen) Pelite, Psammite und Psephite der Toskana bezeichnet. Der Begriff wurde später auch auf Gesteine anderer Gebiete ausgedehnt; es empfiehlt sich jedoch, ihn nur im ursprünglichen, lithologisch-regionalen Sinn anzuwenden.

[3]) Diese Konglomerate mit rosa Quarz werden seit Savi 1832 „anageniti" genannt.

von Komponenten der mesozoischen Kalke in den „Weald"-Konglomeraten und auf die identische Zusammensetzung der Gesteine des Palaeozoikums und des „Weald", sowie auf die transgressive Lagerung der oberen Trias auf dem Verrucano. Wir fügen als weiteren Beweis gegen Fucinis Ansicht hinzu, dass wir bei der Detailkartierung an manchen Stellen die einzelnen Gesteinsschichten (z. B. Konglomerat-Bänke) vom „Weald" Fucinis in sein Palaeozoikum verfolgen konnten (vgl. Fig. 2a und b).



2a 2b

Fig. 2. *Geologische Kartenskizzen des Gebietes zwischen San Quirico und Vorno SSE Lucca.*

1 : 50000.

2a nach A. Fucini, Lit. 10.
2b nach A. Rittmann, Lit. 18.

Im südöstlichen Teil des M. Pisano fand Fucini zahlreiche Tetrapoden-Fährten. Nach v. Huene (Lit. 11 und 12) stammen diese von Pseudosuchiern, eventuell auch von Phytosauriern (jedenfalls von Thecodontiern), sowie zum Teil von *Coelurosaurus*; er stellt deshalb den Verrucano in die obere Trias.

Auch wir fanden solche Fährten in gelben und hellbraunen Sandsteinen, die zwischen dem typischen Verrucano und den Gesteinen der oberen Trias lagern und weniger metamorph sind als die liegenden Verrucano-Sandsteine. Gestützt auf das erwähnte Auftreten von Pflanzen des Autunien in den obersten Schichten des Verrucano und auf die Transgression von oberer Trias über diese Schichten sind wir der Ansicht, dass die Gegend des M. Pisano im oberen Perm und in der unteren Trias Festland war. Die gelben Sandsteine halten wir für den während dieser

Festlandsperiode gebildeten und lokal angehäuften Verwitterungsschutt der palaeozoischen Konglomerate und Sandsteine, in welchen sich die Fährten der oberpermischen und untertriadischen Reptilien erhalten haben.

Obere Trias–Rhät.

Über den palaeozoischen Schiefern, Sandsteinen, Quarziten und Konglomeraten liegt an der linken Talseite des Valle del Guappero ein 30 bis 50 m mächtiger Komplex von dunkelgrauen Dolomiten und dolomitischen Kalken, die gegen oben ohne scharfe Grenze in den „calcare ceroide" des unteren Lias übergehen. In ihnen eingelagert finden sich an einigen Stellen kavernöse Kalke und auch Breccien von Dolomit-Brocken in Dolomit. Am südwestlichen und südlichen Abhang des M. Pisano sind nur noch vereinzelte Erosions-Überreste der mesozoischen Bedeckung erhalten. Sie bestehen aus grauen Rauhwacken, schwarzen kompakten Kalken, in welchen als Seltenheit *Avicula contorta* und Bactryllien gefunden wurden, ferner aus hell- und dunkelgrauen Kalken und Dolomiten, welche auch hier nach oben allmählich in den hellgrauen bis weissen Kalk des unteren Lias übergehen.

Diese Rauhwacken, Kalke und Dolomite wurden bis jetzt auf Grund der Fossilfunde ins Rhät gestellt. Unsere Untersuchungen in den Apuaner Alpen haben jedoch gezeigt, dass dort die Kalke mit *Avicula contorta* (Rhät) von mächtigen Rauhwacken unterlagert werden, welche wohl die obere Trias repräsentieren. Analog halten wir deshalb auch die am M. Pisano vorwiegend im unteren Teil des Komplexes auftretenden Rauhwacken sowie die südöstlich Asciano an ihrer Basis anstehenden dünnbankigen, gelbbraunen Kalke für obere Trias.

Der Kontakt zwischen Palaeozoikum und oberer Trias–Rhät ist nur an wenigen Stellen aufgeschlossen; bis einige cm grosse Schieferstückchen liegen chaotisch in gelbem bis orangebraunem kavernösem Kalk. Wijkerslooth (Lit. 26) hat in diesen Breccien eine Mylonitzone sehen wollen und hält darum das gesamte Mesozoikum, welches wir als autochthon ansehen, für überschoben (vgl. Tektonik). Die Grösse der Schieferstückchen und ihre ungeregelte Lagerung sprechen jedoch dafür, dass hier eine Transgressions-Breccie vorliegt, die lokal (im S des M. Pisano) durch Abrutschen des Mesozoikums tektonisch etwas beansprucht worden ist, wofür auch die stellenweise stark gestörte Lagerung der liegenden Verrucano-Schiefer spricht. Im grossen lässt sich jedoch keine Winkeldiskordanz zwischen Palaeozoikum und Mesozoikum nachweisen. Dieses Fehlen einer Winkeldiskordanz, das Vorkommen von Rauhwacken und das unregelmässige Auftreten der einzelnen obertriadischen Gesteinstypen weisen darauf hin, dass die Gegend des M. Pisano bei der Transgression der oberen Trias aus flachliegenden palaeozoischen Gesteinen gebildet war und ein schwaches Relief besass, was die lokale Bildung lagunärer Ablagerungen, z. B. von heute als Rauhwacken vorliegenden Anhydrit-Dolomit-Gesteinen, bedingte (vgl. Lit. 4). Die stellenweise auftretenden Breccien (Dolomit-Brocken in Dolomit) lassen sich entweder durch submarine Rutschung oder durch Einsturz des Hangenden ausgelaugter Salzlager erklären.

Jura.

Über den Kalken, Rauhwacken und Dolomiten der oberen Trias folgen in einer Mächtigkeit von 300 bis 1000 m vorwiegend weisse bis hellgraue, seltener gelbe, rotbraune oder braune, etwas marmorisierte Riffkalke, die wegen ihres oft wachsartigen Aussehens „calcare ceroide" genannt werden. Meist sind

sie massig ausgebildet; grobbankige Einlagerungen finden sich nur selten. Hie und da, besonders in den oberen Partien, treten vereinzelte, wenige cm mächtige Lagen von schwarzen Hornsteinen („selce") auf.

Im unteren Teil dieses Riffkalk-Komplexes sind neben Algen Ammoniten, Muscheln und Gastropoden des unteren Lias gefunden worden. Die obersten Partien, die strichweise rötlich bis gelb sind, werden von verschiedenen Autoren mit dem „ammonitico rosso" (Lotharingien) parallelisiert.

Dieser Riffkalk geht seitlich und gegen oben in 30 bis 300 m mächtige, vorwiegend gelbbraune bis blaugraue gutgebankte Kalke mit dünnen mergeligen Zwischenlagen über („calcare a straterelli"). Im N wechseln in unregelmässiger Weise grobbankige mit dünnbankigen Typen, die stellenweise reich an schwarzen Hornsteinlagen („selce") sind. Im S hingegen folgen auf gutgebankte, meist graue, „selce"-reiche Kalke mit mehr oder weniger mergeligen Schieferzwischenlagen schiefrige Kalke, in denen die „selce" stark zurücktreten oder ganz fehlen.

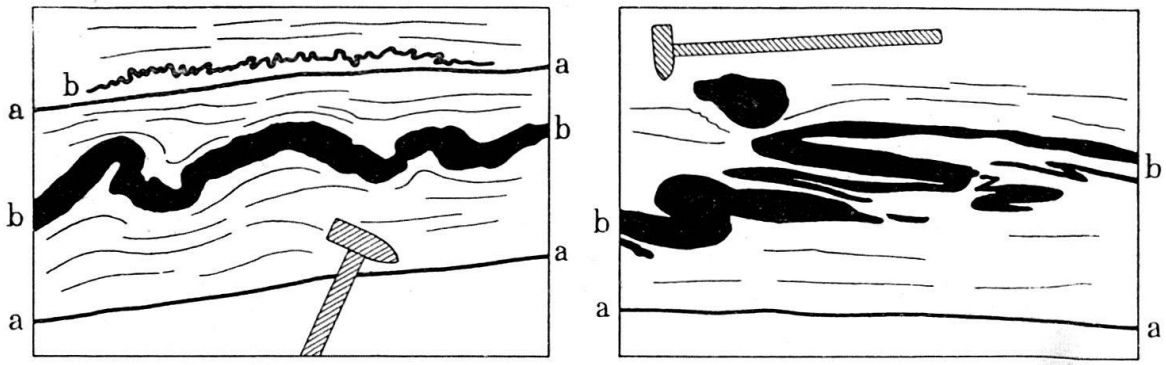


Fig. 3. *Gefaltete Hornsteinlagen („selce") in ungefalteten Kalkbänken.*
„Calcare a straterelli", NE San Giuliano.

Fig. 4. *Gefaltete und zerrissene Hornsteinlagen („selce") in ungefalteten Kalkbänken.*
„Calcare a straterelli", E-Hang Monte delle Croci.

a = Schichtflächen der Kalkbänke, b = „Selce".

Nach Photographie gezeichnet.

Die in diesen Kalken so häufigen, „selce" genannten Hornsteinlagen liegen meist konkordant in den Kalkbänken. Stellenweise sind sie jedoch stark gefaltet, während die Ober- und die Unterfläche der Kalkbank, welche die „selce"-Lage einschliesst, absolut planparallel verlaufen, die Kalkbank selbst also kein Anzeichen von Faltung zeigt (s. Fig. 3).

A. Rittmann erklärt diese Erscheinung folgendermassen: In einem Meer, in welchem Tiefe, PH-Konzentration etc. die Bildung von Kiesel-Absätzen gestatteten, bildeten sich Kuchen von „selce" (Reste von Kieselalgen etc.). Von Zeit zu Zeit rutschte Kalkschlamm, der sich auf in der Nähe liegenden submarinen Abhängen abgesetzt hatte, lawinenartig in diese tieferen Meeresteile und riss dabei die „selce"-Kuchen mit sich fort. Waren diese bereits diagenetisch verfestigt, so wurden sie mehr oder weniger in ihrer ursprünglichen Form horizontal

im Kalkschlamm eingebettet, wobei sie durch ihr eigenes Gewicht mit der Zeit tiefer in ihn einsanken und ihn zusammendrückten (s. Fig. 4, links oben). Waren die Kiesel-Kuchen aber noch relativ weich, so wurden sie gefaltet, zusammengestaut, zerrissen und erhärteten in dieser Form zusammen mit dem Kalkschlamm (s. Fig. 3 und 4). Nachdem sich das gesamte hereingerutschte Material abgelagert hatte, begann auf dem sich verfestigenden Schlamm erneut der Absatz von „selce", während sich auf den Böschungen solange Kalkschlamm ablagerte, bis er wieder abrutschte und sich der oben beschriebene Vorgang wiederholte.

Die scharfe Abgrenzung der einzelnen, 20 bis 50 cm mächtigen Kalkbänke erklärt sich an dieser Stelle also nicht durch rhythmische Änderungen in den Sedimentationsbedingungen infolge des Wechsels der Jahreszeiten oder ähnlichem, sondern dadurch, dass zwischen den einzelnen Rutschungen soviel Zeit verstrich, dass sich das von der letzten Abgleitung gelieferte Material genügend verfestigen konnte, um von der nächsten nicht wieder aufgewühlt zu werden.

Lokal finden sich im nördlichen Teil in den obersten Partien des „calcare a straterelli" wenige m mächtige Einlagerungen mehr oder weniger mergeliger Schiefer mit *Posidonomya bronni* (oberer Lias); verschiedene Autoren weisen aber darauf hin, dass möglicherweise *P. ornata* oder *P. alpina* vorliegen könnte (Dogger – unterer Malm).

Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass die bisherige Einteilung in

scisti a posidonomia	=	ob. Lias
calcare a straterelli con selce	=	mittl. Lias
ammonitico rosso	=	unt. Lias
calcare ceroide	=	unt. Lias

nicht aufrecht erhalten werden kann. Die einzelnen Glieder des Komplexes sind heterop zueinander; an mehreren Stellen kann man den seitlichen Übergang von „calcare ceroide" in „ammonitico rosso" und in „calcare a straterelli" oder den von „calcare a straterelli" in „scisti a posidonomia" beobachten. Da der Erhaltungszustand der von uns gefundenen Posidonomyen keine sichere Bestimmung erlaubt, verbleibt zur Datierung nur die im unteren Teil des „calcare ceroide" gefundene, kürzlich von v. Arthaber (Lit. 1) revidierte Ammonitenfauna des unteren Lias. Die Frage, ob „calcare ceroide" plus „calcare a straterelli" nur den Lias oder auch noch einen Teil des Doggers repräsentieren, bleibt weiterhin offen.

Über dem „calcare a straterelli" liegen 10 bis 40 m mächtige, graue bis graublaue Kalke von schalig-muscheligem Bruch. In einer feinkristallinen Kalzit-Grundmasse liegen einsprenglingsartig bis 1 mm grosse, eckige, glänzende, schwarze Kalzit-Kristalle, die von manchen Autoren als Reste von Crinoiden-Stielgliedern angesprochen werden. Das getüpfelte Aussehen hat diesem Kalk den Namen „calcare picchiettato" gegeben. In diesem dünnbankigen bis mehr oder weniger massigen, z. T. „selce"-reichen Kalk finden sich südlich des M. Cupola konglomeratisch-brecciöse Einlagerungen. Lotti und andere sprechen von Basiskonglomeraten der Bathonien-Transgression. Diese Konglomerate treten jedoch nicht an der Basis des „calcare picchiettato" auf, sondern in mehreren Horizonten im unteren Teil des Komplexes. Die bis einige dm grossen Komponenten bestehen aus dem gleichen Material wie der Zement, nämlich aus gewöhnlichem „calcare picchiettato"; Gerölle von „calcare a straterelli" finden sich keine. Der „calcare a straterelli" geht ausserdem, wie man an der gleichen Lokalität feststellen kann, allmählich ohne Anzeichen einer Transgressionsfläche in den „calcare picchiet-

tato" über. Es handelt sich somit nicht um ein transgressives Basalkonglomerat, sondern um Breccien, die durch submarine Rutschungen während der Ablagerung des „calcare picchiettato" entstanden sind.

Fossilien sind in diesem Kalk bis jetzt keine gefunden worden. Da er zwischen dem „calcare a straterelli" (ob. Lias, evtl. auch noch unt. Dogger) und den „diaspri" (Malm) liegt, halten wir ihn bis auf weiteres für das Äquivalent des (mittl. und ob.) Doggers.

Der „calcare picchiettato" wird von einer 20 bis 50 m mächtigen Schicht radiolaritartiger, roter und weisser, seltener grünlich-grauer Kieselgesteine, den sogenannten „diaspri", überlagert. Im Dünnschliff zeigt sich, dass das Gestein fast ausschliesslich aus Quarz aufgebaut ist; der spärliche Serizit ist unregelmässig eingestreut oder mehr oder weniger parallel angeordnet und gibt dann der betreffenden Gesteinspartie ein schwach schiefriges Aussehen. In diesen, in den Apuaner Alpen etc. weit verbreiteten Tiefsee-Absätzen wurde an verschiedenen Orten neben Radiolarien *Aptychus punctatus* Voltz gefunden, wonach die „diaspri" in den (oberen) Malm gestellt werden.

Kreide und Tertiär.

Zwischen den „diaspri" des Autochthonen und dem sicheren Palaeozoikum und den obertriadischen Rauhwacken der Toskaniden liegt eine stark verschuppte Zone von wechselnder Mächtigkeit. In ihrem unteren Teil herrschen bunte Kalkschiefer vor, die neben Kalzit tonige Substanz, Quarz, sauren Plagioklas, Chlorit und Glimmer enthalten. Durch Zurücktreten des Kalzits und Überhandnehmen der anderen Komponenten gehen die Kalkschiefer lokal in Quarz-Serizit-Schiefer über. In den tieferen Teilen treten wenige m mächtige Einlagerungen von Bänken massiger Kalke, gebankter Kalke mit „selce" und schwach marmorisierter, Rumpfit-führender cipollinartiger Kalke auf.

Im oberen Teil des Komplexes überwiegen rote Quarz-Serizit-Schiefer, welche den oben beschriebenen palaeozoischen Schiefern des Autochthonen ausserordentlich ähnlich sind. Eine genauere Abgrenzung dieser Schiefer, die wohl als Vertreter des Palaeozoikums der Toskaniden betrachtet werden müssen, gegen die autochthonen Kreide-Schiefer, war uns wegen der starken Verschuppung und der mangelhaften Aufschlüsse jedoch nicht möglich.

In diesem Schieferkomplex finden sich ausserdem neben eingeschuppten Rauhwackefetzen der Toskaniden Sandsteinlinsen von wechselnder Mächtigkeit. Dieser grünlichgraue bis ockergelbe, oft zerreibliche Sandstein, der sich durch seine silberglänzenden Glimmerschüppchen auszeichnet, wird seit langer Zeit wegen seiner Ähnlichkeit mit dem „macigno", dem alttertiären Sandstein der Toskaniden, „pseudomacigno" genannt. Seine Zusammensetzung (vorwiegend Quarzkörner, daneben Körner von saurem Plagioklas, Muscovitschuppen und Tonschieferstückchen in feinkörniger Quarz-Serizit-Grundmasse mit limonitischen Substanzen) ist nach Lencewicz (Lit. 14), Fossa Mancini (Lit. 8 und 9), Wijkerslooth (Lit. 26) und Bonatti (Lit. 3) sowie nach unseren Untersuchungen dieselbe wie die des „macigno" der Toskaniden. Der „pseudomacigno" unterscheidet sich vom „macigno" nur durch seine mehr oder weniger ausgeprägte Dynamometamorphose, die er bei der Überschiebung erlitten hat.

Da „macigno" und „pseudomacigno" identisch sind und da im „macigno" gefundene Fossilien für alttertiäres Alter der beiden Sandsteine sprechen, halten wir die fossilleeren Kalkschiefer und Quarz-Serizit-Schiefer des Autochthonen

mit den eingelagerten Kalken für Kreide. Da der „macigno" in den Toskaniden auf ein altes Relief transgrediert, ist es möglich, dass auch im Autochthon die Sedimente des unteren Eocaens und der oberen Kreide erodiert sind und der Kalkschieferkomplex nur einen Teil der Kreide repräsentiert.

TOSKANIDEN.

Permokarbon = „Verrucano".

An der Basis der Rauhwacken und Dolomite (obere Trias) der Toskaniden tritt am Saumpfad, der von Ripafratta zum Kloster Rupecava am N-Hang des M. Maggiore hinaufführt, kurz vor dem Kloster ein wenige m mächtiger Komplex von roten Schiefern, Sandsteinen, Quarziten und Konglomeraten zutage, der seinerseits wieder von Kalkschiefern unterlagert wird. Diese klastischen Gesteine stimmen in Mineralbestand, Textur und Struktur vollständig mit denen des autochthonen Verrucano überein; die typischen Konglomerat-Komponenten, rosa Quarz und Turmalinolith, finden sich auch hier.

Weiterhin muss zum Palaeozoikum ein grosser Teil der oben beschriebenen Quarz-Serizit-Schiefer gerechnet werden, die in den oberen Partien der liegenden Kalkschiefer–Schiefer–„pseudomacigno"-Serie vorherrschen, die aber aus den obenerwähnten Gründen von den autochthonen Kreideschiefern nicht abgetrennt werden konnten.

Obere Trias.

Auf dem Verrucano, zumeist jedoch auf Kalkschiefern oder auf „pseudomacigno" aufliegend, folgen bei Rupecava zirka 50 m mächtige graue Rauhwacken und Dolomite, welche gegen oben allmählich in hellgrauen bis weissen „calcare ceroide" übergehen. An mehreren Stellen, z. B. beim Kloster Rupecava, beobachtet man an der Basis des Komplexes unregelmässige, dünne Mylonitzonen. Beim P. 433 südlich Rupecava fanden sich in gelblichem kavernösem Kalk am Kontakt mit den liegenden Kalkschiefern Bruchstücke grauer Quarz-Serizit-Schiefer und Körner von rosa Quarz sowie Sandsteinstückchen; das Gestein entspricht der auf pag. 63 beschriebenen Transgressions-Breccie. Im Valle del Mulino steht an der Basis der Rauhwacke ein dichter, dunkelgrauer Kalk an, in welchem bis 2 cm grosse, oft parallel angeordnete Stücke von rotem Quarz-Serizit-Schiefer und rosa Quarzkörner liegen; auch dieses Gestein deuten wir als Transgressions-Breccie.

Obwohl bis jetzt in diesen Rauhwacken und Dolomiten keine Fossilien gefunden worden sind, halten wir sie doch für gleichaltrig mit den ihnen durchaus entsprechenden Gesteinen der oberen Trias des Autochthonen.

Jura.

Die höheren Schichtglieder der Toskaniden sind — abgesehen von dem Kreideschiefer–„macigno"-Komplex bei S. Ginese, der auf Grund der geringen dynamischen Beanspruchung seiner Gesteine wohl ebenfalls den Toskaniden zugeordnet werden muss, und der vom M. Pisano durch eine Bruchzone getrennt ist — nur am M. Maggiore und nördlich davon erhalten; weiter südlich sind sie bis auf sehr geringfügige Reste der Erosion zum Opfer gefallen. Am M. Maggiore liegt stellenweise über der Rauhwacke und dem Dolomit ein hellgrauer bis weisser, massiger Riffkalk, der dem „calcare ceroide" durchaus entspricht.

An der Basis der darauffolgenden, „maiolica" genannten Kreidekalke treten an einigen Stellen stark laminierte bis mylonitisierte Kalke, an anderen Stellen wieder gelbrote, stark ausgelaugte mergelige „diaspri" zutage, die den „diaspri" des autochthonen Malms gleichzusetzen sind. Die zwischen dem unteren Lias und dem Malm liegenden Glieder fehlen hier; sie finden sich jedoch anderenorts im W (M. Oltre Serchio) und N (Alpi Apuane) in gleicher Folge und Ausbildung wie im Autochthonen („calcare ceroide" — „calcare a straterelli" — „calcare picchiettato"). Ihr lokales Fehlen am M. Pisano deuten wir durch eine Vorschiebung innerhalb der Toskaniden (vgl. pag. 73).

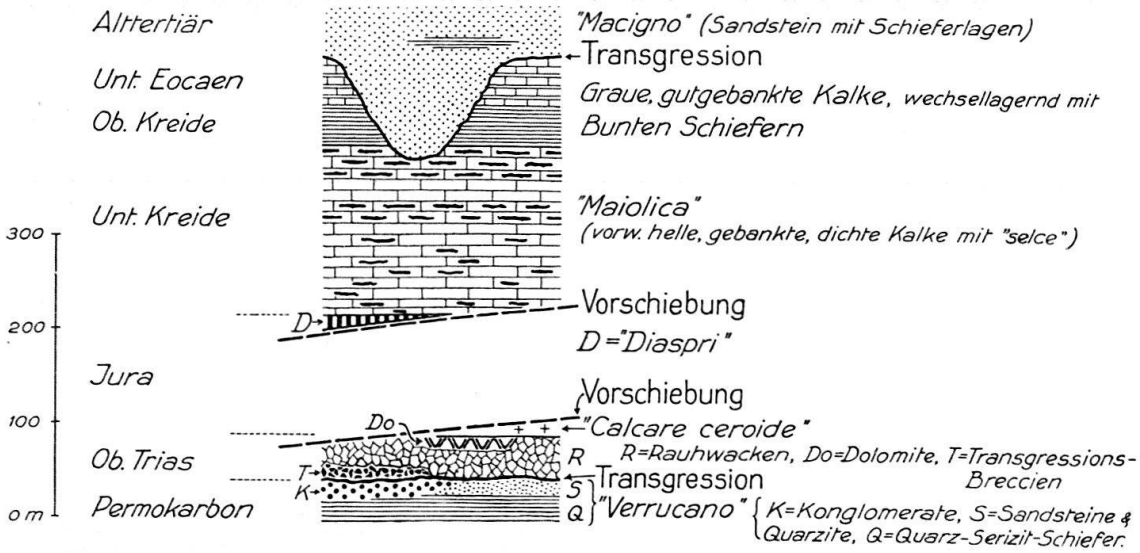


Fig. 5. *Schichtreihe der Toscaniden.*

1 : 10000.

Untere Kreide.

Die untere Kreide wird am M. Pisano durch 150 bis 200 m mächtige, vorwiegend grobgebankte bis massige, dichte Kalke, die sogenannte „maiolica", vertreten. Im untersten Teil dunkelgrau, wird der Kalk bald gelblich und weiss, um in den obersten 20 bis 30 m wieder eine dunkelgraue Färbung anzunehmen. Typisch sind die besonders in den oberen Teilen reichlich eingelagerten „selce", welche jedoch im Gegensatz zu den schwarzen jurassischen „selce" weiss sind, sowie die im ganzen Komplex verbreiteten dünnen, orange bis gelbbraun gefärbten Kalzit-Adern. Im Schliff erkennt man in einer kryptokristallinen Kalzit-Grundmasse hohlkugelförmige Organismen-Reste, welche vielleicht von Lageniden stammen. Andere Fossilien sind bis jetzt in der „maiolica" am M. Pisano nicht gefunden worden. Die Zuteilung dieser Kalke zur unteren Kreide erfolgt auf Grund lithologischer Ähnlichkeit und gestützt auf die stratigraphische Stellung zwischen den „diaspri" des Malms und den bunten Schiefern und gutgebankten Kalken der oberen Kreide und des unteren Eocaens.

Obere Kreide und unteres Eocaen.

Es folgt eine 90 bis 100 m mächtige Serie von bunten Schiefern („scisti policromi") und grauen gutgebankten Kalken. In den unteren 40 bis 50 m stehen fast ausschliesslich gelbe, grüne und rote, mergelige bis tonige, griffelförmig zer-

brechende Schiefer an, in denen an einigen Stellen bis 1 m dicke, linsenförmige, graue Kalkbänke (wohl Kalkalgen-Riffe) sowie kleine Linsen quarzitischer Sandsteine liegen. Gegen oben beginnen die Kalkbänke vorzuherrschen, bis sich im obersten Teil des Komplexes die Schiefer auf wenige cm mächtige Lagen zwischen den 25 bis 250 cm mächtigen Kalkbänken reduzieren. Dieser graue, gutgebankte, teils spätige, teils kompakte, zum Teil auch etwas mergelige Kalk wurde bis jetzt allgemein als „calcare nummulitico" benannt; wir fanden jedoch nur Rotalien, Textularien, Nodosarien und Globigerinen und keine Nummuliten, so dass uns dieser Name nicht gerechtfertigt erscheint.

Im allgemeinen werden die bunten Schiefer ins Senon, der „calcare nummulitico", der anderenorts auch Nummuliten geliefert hat, ins untere Eocaen gestellt. Da wir an der Basis der bunten Schiefer aber keine Anzeichen einer Transgression gefunden haben und die Grenze Kreide–Tertiär in diesem Komplex am M. Pisano bis jetzt nicht durch Fossilien festgelegt ist, betrachten wir bis auf weiteres die ganze Schichtgruppe als obere Kreide und unteres Eocaen.

Alttertiär.

Das oberste Glied der überschobenen Serie bildet wie im Autochthonen ein stellenweise über 100 m mächtiger, ockergelber, zerreiblicher Sandstein mit silberglänzenden Glimmerschuppen, der „macigno". Wie an vielen anderen Stellen im nördlichen und zentralen Appenin ist er auch am M. Pisano transgressiv. Während er bei Ripafratta auf den Kalken des unteren Eocaens liegt, findet er sich weiter im S auf den dunklen Kalken der oberen „maiolica"; bei S. Ginese im N des M. Pisano scheint er auf den bunten Schiefern der oberen Kreide zu liegen.

An mehreren Stellen treten linsenförmige Einlagerungen schwarzer Tonschiefer in den Sandsteinen auf. Diese selbst bestehen aus einer feinkörnigen, vorwiegend aus Quarz, tonigen und limonitischen Substanzen und Serizit zusammengesetzten Grundmasse, in welcher hauptsächlich Körner von Quarz, saurem Plagioklas, Alkalifeldspat und Muscovitschuppen als Komponenten liegen. Tonschieferstückchen, grössere Quarzkörner etc., die dem „macigno" anderenorts oft ein konglomeratisches Aussehen verleihen, treten am M. Pisano stark zurück oder fehlen ganz.

Der „macigno" wurde bis vor kurzem allgemein ins mittlere Eocaen gestellt. Die grossen Mächtigkeiten, die er stellenweise im Apennin erreicht, und seine transgressive Lagerung auf einem stark ausgeprägten Relief — wobei die jüngsten überlagerten Schichten dem unteren Eocaen angehören, zur Ausbildung dieses Reliefs also nur die Zeit zwischen unterem und mittlerem Eocaen zur Verfügung gestanden hätte — lassen es wahrscheinlich erscheinen, dass sich die Bildung dieser Sandsteine über eine bedeutend längere Zeit erstreckte. In der Tat wurden auch in letzter Zeit an verschiedenen Orten Anzeichen gefunden, wonach der „macigno" an diesen Stellen das Oligocaen umfasst. Da am M. Pisano Fossilien bis jetzt fehlen, bezeichnen wir den „macigno" bis auf weiteres als Alttertiär.

Tektonik.

Die Überschiebung der Toskaniden.

Ein palaeontologischer Nachweis einer Überlagerung älterer Gesteine auf jüngere ist am M. Pisano der Fossilarmut wegen bis jetzt nicht erbracht worden. Überblickt man jedoch die Schichtserie vom Palaeozoikum östlich des Valle di

Guappero bis zum „macigno" bei Ripafratta, so stellt man fest, dass über einer Serie von klastischen Gesteinen, Rauhwacken und Dolomiten, Kalken, Kalkschiefern und Sandsteinen (Verrucano bis „pseudomacigno") eine zweite Serie folgt, die in Ausbildung und Folge der einzelnen Glieder der ersten durchaus analog ist (wenn man vom lokalen, tektonisch bedingten Fehlen des Jura in der oberen Serie absieht); nur die Gesteine der Kreide differieren etwas in den beiden Serien. Wir parallelisieren die einzelnen Glieder folgendermassen (vgl. die Fig. 1, p. 60 und 5, p. 68):

Autochthon	Toskaniden	
pseudomacigno	macigno	
Kalkschiefer und Quarz-Serizit-Schiefer mit eingelagerten Kalken	graue gutgebankte Kalke bunte Schiefer maiolica	
diaspri	diaspri	
calcare picchiettato	(calcare picchiettato)	fehlen lokal am M. Pisano
calcare a straterelli	(calcare a straterelli)	
calcare ceroide	calcare ceroide	
Rauhwacke und Dolomit (Transgressions-Breccie)	Rauhwacke und Dolomit (Transgressions-Breccie)	
Konglomerate, Sandsteine und Quarzite, Schiefer	Konglomerate etc. von Rupecava; Quarz-Serizit-Schiefer z. T.	

Aus dem zweimaligen Auftreten dieser identischen Serie schliessen wir auf eine Überschiebung. Die Feldbeobachtungen bestätigen diese Ansicht: die untersten Glieder der Toskaniden (Palaeozoikum und obere Trias) sind mit den Kalkschiefern und dem „pseudomacigno" des Autochthonen intensiv verschuppt und in den basalen Teilen der überschobenen Rauhwacke treten mylonitisierte Zonen auf. Auch zeigen verschiedene Schichtglieder des Autochthonen, z. B. der „calcare ceroide", die Kalkschiefer der Kreide und die darin eingelagerten cipollinähnlichen Kalke sowie der „pseudomacigno" eine schwache Metamorphose, während die entsprechenden Gesteine der Toskaniden keine Anzeichen einer solchen aufweisen.

Als Gleithorizont haben zum Teil die autochthonen Kalkschiefer und die an der Basis der Toskaniden liegenden palaeozoischen Schiefer, hauptsächlich aber die heute als Rauhwacken vorliegenden lagunären Dolomit–Anhydrit-Bildungen der oberen Trias gedient.

Die verschiedene Ausbildung der Kreide in den beiden Serien weist darauf hin, dass hier eine Überschiebung grösseren Ausmasses vorliegen muss und nicht nur eine lokale Verschuppung, wie R. Staub (Lit. 20) und Wijkerslooth (Lit. 26) annahmen. Die beiden tektonischen Einheiten treten denn auch in der weiteren Umgebung des M. Pisano (Alpi Apuane etc.) in entsprechender Ausbildung auf und wurden bisher als Toskaniden I und Toskaniden II den darüber liegenden Liguriden gegenübergestellt. Die in den Alpi Apuane[4]) unter den Liguriden liegenden Toskaniden II weisen dieselbe Schichtfolge auf wie die überschobene Serie am M. Pisano. Darunter folgt lokal die aus reduziertem Palaeozoikum, Mesozoikum und „pseudomacigno" aufgebaute „Schuppenzone von Massa", welcher die Konglomerate etc. von Rupecava vielleicht gleichzusetzen sind, unterlagert von der tiefsten Einheit, den Toskaniden I, deren Schichtfolge mit der des Autochthonen am M. Pisano verglichen werden kann. Da keine Anzei-

[4]) Die Gebiete südlich des M. Pisano wurden von uns nicht untersucht.

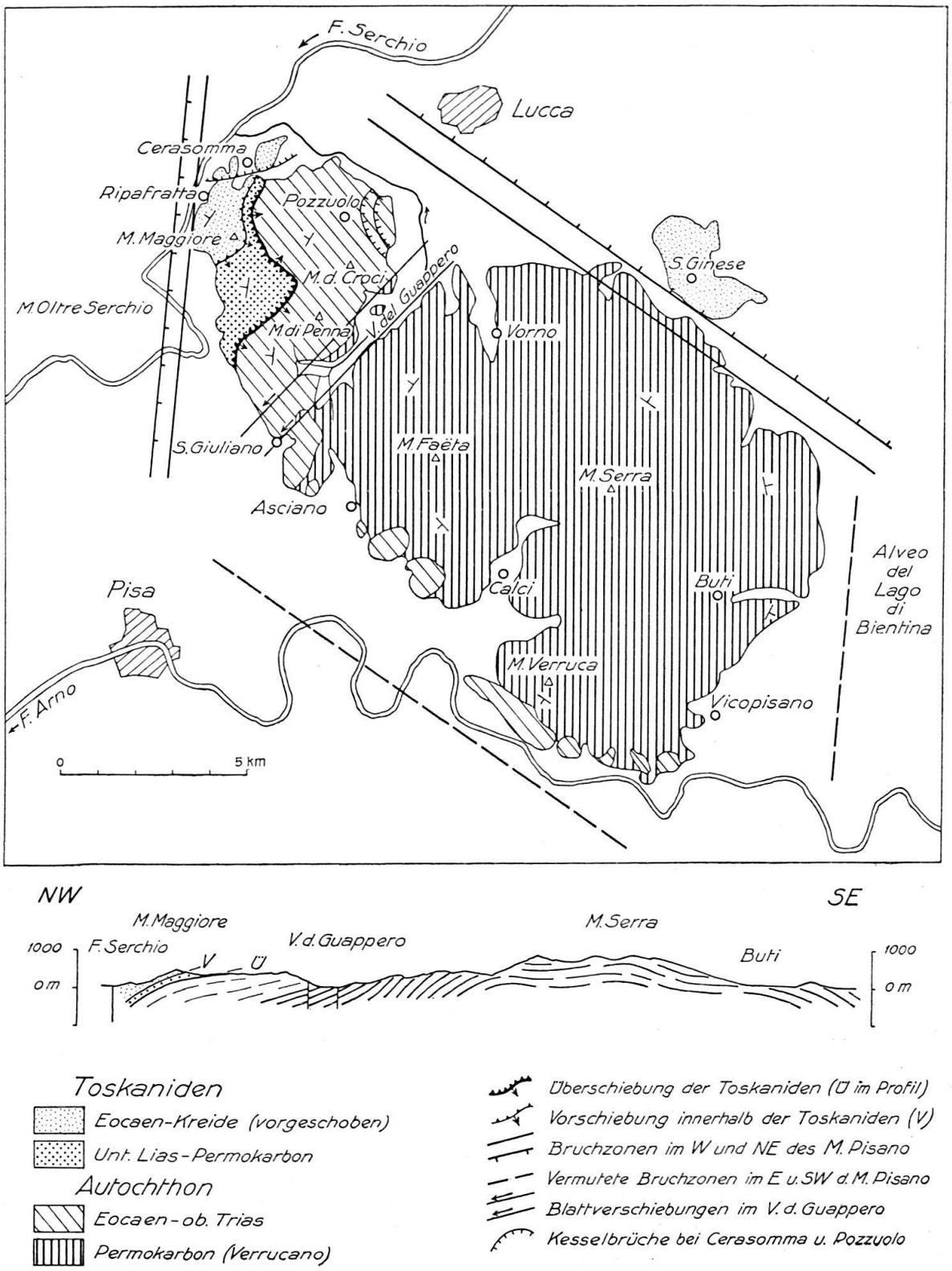


Fig. 6. *Tektonische Skizze und Profil des Monte Pisano.*

1 : 200000.

chen für die Deckennatur dieser Toskaniden I vorliegen, ziehen wir es vor, von Autochthon (= Toskaniden I) und von Toskaniden (= Toskaniden II) zu sprechen.

Beobachtungen, welche die Überschiebungsrichtung zu bestimmen gestatten, konnten am M. Pisano keine gemacht werden. Es wurden jedoch auch keine Tatsachen beobachtet, welche gegen die herrschende Ansicht (Herkunft der Toskaniden aus der Tyrrhenis) sprechen würden.

Da am M. Pisano bis jetzt keine nach der Überschiebung gebildeten Sedimente gefunden wurden, kann über deren Alter nur soviel gesagt werden, dass sie nach der Ablagerung des „macigno" resp. des „pseudomacigno" im Alttertiär erfolgt sein muss.

Andere tektonische Deutungen[5]).

Als erster deutete Lotti (Lit. 15) die Repetition der Schichten am M. Pisano tektonisch; er nahm eine überkippte Falte von beschränktem Ausmass an und stellte die unter den Rauhwacken der Toskaniden liegenden Konglomerate von Rupecava, die Quarz-Serizit- und Kalkschiefer und den „pseudomacigno" in die Trias. Steinmann (Lit. 21), Lencewicz (Lit. 14), Tilmann (Lit. 25) und andere sprachen von einer Überschiebung am M. Pisano, ohne jedoch nähere Details anzugeben. Staub (Lit. 20) parallelisiert sowohl die von uns als autochthon angesehenen Gesteine wie auch die überschobenen mit seiner Serie von Spezia (= Toskaniden II) und nimmt eine lokale Verschuppung im Rücken dieser Serie an. Teichmüller, Behrmann, Quitzow und Selzer (Lit. 2, 22, 23 und 24) gehen auf die durch das Vordringen der Liguriden bedingte Überschiebung der Toskaniden in der Gegend des M. Pisano nicht näher ein.

Wijkerslooth (Lit. 26), gestützt auf die Arbeiten von Lotti, Fucini u. a., setzt die Hauptüberschiebung an die Basis der Rauhwacke und stellt den ganzen Verrucano östlich des Guappero sowie die Konglomerate von Rupecava zu den Toskaniden I, das autochthone und das überschobene Mesozoikum zu den Toskaniden II. Die von uns als Hauptüberschiebung angesehene Dislokationsfläche betrachtet er als lokale, nach der Überschiebung der Toskaniden II auf die Toskaniden I erfolgte Verschuppung. Wie wir jedoch oben (pag. 63) gesehen haben, handelt es sich bei den von Wijkerslooth als Mylonitzonen angesehenen Breccien um Transgressions-Breccien; das unmittelbar auf dem grossen Verrucanokomplex des M. Pisano liegende Mesozoikum ist also vom Palaeozoikum nicht durch eine Überschiebung getrennt.

Gegen jede Überschiebung sprechen sich Fucini (Lit. 10) und Redini (Lit. 17) aus, welche beide die Ansicht einer kontinuierlichen Schichtreihe vertreten. Fucini lässt über die (autochthonen) Kalkschiefer und „diaspri" (beide nach ihm Tithon) sein Weald transgredieren, zu dem er ausser dem „pseudomacigno", den Quarz-Serizit-Schiefern, den Konglomeraten von Rupecava und den Rauhwacken der Toskaniden grosse Teile des Verrucano östlich des Valle del Guappero (s. Fig. 2 u. p. 62) sowie den rezenten Gehängeschutt rechnet. Über dem „Weald" folgt nach Fucini normal die „maiolica" (= Hauterivien). Redini stellt sämtliche Schichtglieder zwischen dem Verrucano östlich des Guappero und der Rauhwacke der Toskaniden in die mittlere und obere Trias, wobei er sich auf einige von Vinassa de Regny bestimmte Fossilien aus dem „calcare ceroide" stützt, welche jedoch, wie v. Arthaber (Lit. 1) nachgewiesen hat, unzweifelhaft Formen des Lias repräsentieren.

---

[5]) Ausführliche Diskussion in Lit. 18.

Die Vorschiebung der „maiolica" in den Toskaniden.

Untersucht man den Kontakt der „maiolica" zu ihrem Liegenden in den Apuaner Alpen und am M. Pisano, so konstatiert man, dass dieselbe bald auf „diaspri", bald auf „calcare picchiettato", auf „calcare a straterelli", auf „calcare ceroide" oder auf Rauhwacke liegt. Hie und da finden sich an ihrer Basis stark laminierte bis mylonitisierte Kalke. Der tektonische Stil ist oberhalb und unterhalb der Vorschiebung verschieden. Am M. Pisano sind die Kalke der „maiolica" von unzähligen feinen, mit orange-gelbem Calcit ausgeheilten Klüftchen durchsetzt und stellenweise in starke Falten gelegt, während in den darunter liegenden Schichten ruhige, schwach gegen W geneigte Lagerung die Regel ist. Innerhalb der Toskaniden ist also die „maiolica" mit ihrem Hangenden über ihr Liegendes weitergeglitten, wobei stellenweise die „diaspri" (und die übrigen Juragesteine) bald weggeschürft, bald angehäuft wurden.

Tektonik des Palaeozoikums östlich des Guappero.

Der Verrucano östlich des Guappero bildet, wie bereits bemerkt, im grossen gesehen eine nach allen Seiten abfallende Kuppel. Dieser einfache Kuppelbau wird jedoch lokal durch ungezählte tektonische Störungen meist geringen Ausmasses kompliziert. Kleinere Falten, Spitzfalten, lokale Überschiebungen, Ruschelzonen, Brüche, mit Quarz, Klinochlor, Ankerit und Haematit ausgefüllte Spalten finden sich überall und sind zum Teil auf das verschiedene Verhalten der weicheren Schiefer und der härteren Sandsteine und Konglomerate gegen die tektonische Beanspruchung während der Überschiebung zurückzuführen, teils hängen sie mit der Entstehung der grossen Bruchzonen zusammen. Wo härteres und weicheres Material in Bänkchen von nur wenigen cm Mächtigkeit miteinander abwechselte, kam es zur Ausbildung tektonischer Breccien, die sich durch ihre fluidale Textur von den ebenfalls vorkommenden tektonischen Breccien der Verwerfungen unterscheiden.

Bruchzone Lucca–S. Ginese.

Vom Hauptmassiv durch eine schutterfüllte Senke getrennt, liegt im NE des M. Pisano der aus flachlagernden bunten Schiefern der oberen Kreide und aus „macigno" aufgebaute Hügel von S. Ginese, der wahrscheinlich zu den Toskaniden zu rechnen ist. Zwischen diesem Hügel und dem Hauptmassiv zieht sich eine Bruchzone durch, deren Lage auf Figur 6 schematisch angegeben ist. Da hier die mesozoische Bedeckung des autochthonen Verrucano vollständig erodiert ist, kann die Sprunghöhe nur geschätzt werden; sie beträgt mindestens 1500 m.

Parallel zu dieser Verwerfungszone scheint im SW des M. Pisano eine weitere zu verlaufen, die jedoch durch die Alluvionen des Arno verdeckt wird. Die mesozoische Bedeckung am S- und SW-Rand des M. Pisano scheint an mehreren Stellen infolge der Absenkung des südlich gelegenen Gebietes gegen diese Bruchzone abgeglitten zu sein, wodurch die unmittelbar darunterliegenden palaeozoischen Schiefer lokal stark gestört wurden.

Bruchzone des Serchio-Tales.

Im W wird der M. Pisano durch eine Bruchzone begrenzt, die sich in N–S-Richtung zwischen dem M. Pisano und den M. Oltre Serchio dahinzieht. Kleinere, mit ihr in Verbindung stehende, z. T. antithetische, z. T. synthetische Brüche

sind z. B. in den Steinbrüchen östlich Ripafratta in den grauen gutgebankten Kalken des unteren Eocaens aufgeschlossen. Ob es sich um eine der Bruchzone Lucca–S. Ginese analoge Verwerfungszone oder um einen Grabenbruch handelt, kann erst nach genauer Bearbeitung der M. Oltre Serchio[6]) entschieden werden.

Im E des M. Pisano zieht sich eine ebenfalls N–S verlaufende Senke hin (Alveo del Lago di Bientina), welche wohl einem analogen Vorgange wie die Senke zwischen M. Pisano und M. Oltre Serchio ihre Entstehung verdankt. Die alles bedeckenden Alluvionen verunmöglichen jedoch jede nähere Untersuchung dieses Gebietes.

Blattverschiebungen des Valle di Guappero.

Am Strässlein, das von S. Giuliano ins Valle del Guappero führt, ist eine seit alter Zeit bekannte Blattverschiebung aufgeschlossen; sie verläuft von SW nach NE und bringt Verrucano mit Rauhwacke und „calcare ceroide" in Kontakt. Gegen NE verliert sie sich unter den Alluvionen des Guappero-Tales. Während sie im S von mehreren kleinen, parallel laufenden Störungszonen begleitet ist, deren Vorhandensein meist nur durch das Auftreten tektonischer Breccien im „calcare ceroide" erkannt werden kann, tritt 600 m weiter im NW eine zweite, durch eine prachtvolle tektonische Breccie ausgezeichnete Blattverschiebung auf (Sattel nördlich des M. S. Giuliano). Sie lässt sich weiter gegen NE am E-Hang des Moriglion di Penna (Mylonit-Zone im „calcare ceroide") bis zum E-Fuss des M. delle Croci verfolgen, wo pflanzenführender Verrucano im E an „calcare ceroide" im W stösst, und wo zur horizontalen also auch eine vertikale Komponente tritt.

Bei der Verschiebung haben sich in den harten Kalken des Lias spindelförmige klaffende Spalten gebildet, die mit den Blattverschiebungen ungefähr einen Winkel von 45° bilden, und in welche Blöcke der einst darüberliegenden Gesteine des Autochthonen und der Toskaniden hineingestürzt sind[7]). Die Lage dieser Spalten gestattet den Schluss, dass sich die gesamte westlich des Guappero liegende Masse des M. Pisano infolge der Entstehung der grossen Bruchzonen um 500 bis 600 m gegen SW bewegt hat.

Kesselbrüche und lokale Störungen im Mesozoikum westlich des Guappero.

Infolge der Bewegung des westlich des Guappero liegenden dreieckigen, im W von der Bruchzone des Serchio, im NE von der Bruchzone Lucca–S. Ginese und im SE von den Blattverschiebungen des Valle del Guappero begrenzten Komplexes gegen SW haben sich in seiner N-Ecke (bei Cerasomma) und in seiner E-Ecke (bei Pozzuolo–M. del Pino) kompliziert gebaute, z. T. gestaffelte Kesselbrüche gebildet. Weitere kleine Brüche und Störungen finden sich im gesamten Mesozoikum. Für ihre ausführliche Beschreibung verweise ich auf Lit. 18.

Zusammenfassung.

Fassen wir die gewonnenen Ergebnisse kurz zusammen, so erhalten wir für den M. Pisano folgendes Entwicklungsbild:

---

[6]) Die Bearbeitung dieses Gebietes soll in nächster Zeit durch F. Ippolito erfolgen.

[7]) Siehe die ausführliche Arbeit von A. Spicher in diesem Heft (Lit. 19).

Im oberen Karbon und unteren Perm bildeten sich im Gebiet des Autochthonen wie auch weiter im W Ablagerungen von Kies, Sand und Schlamm, hie und da auch von verschwemmtem Pflanzenmaterial in einem mächtigen Delta. Der Zusammensetzung der Gesteine nach stammt ihr Material aus einem Gebiet, in dem saure Granite und besonders Pegmatite anstanden. Über seine Herkunft kann bis jetzt nichts gewisses gesagt werden; die am M. Pisano beobachtete Kornvergrösserung von W nach E lässt an dieser Stelle auf Schüttung von E schliessen.

Während des oberen Perms und der unteren Trias war das autochthone Gebiet Festland; die Verwitterungsprodukte dieser Zeit bilden heute u. a. die gelben Sandsteine, in denen sich die Fährten der damals lebenden Saurier finden.

Von der oberen Trias an sank sowohl das autochthone Gebiet wie auch das der Toskaniden kontinuierlich bis zum Beginn der Kreide. Auf die Transgressionsbreccien und lagunären Bildungen der oberen Trias folgen die mächtigen Riffkalke des (unteren) Lias („calcare ceroide"), der z. T. gleichaltrige „calcare a straterelli" und der „calcare picchiettato", die beide in tieferem Wasser abgelagert wurden, und in denen sich Spuren häufiger submariner Rutschungen finden (vgl. p. 62 und 65). Im Malm erreichte die Senkung ihr grösstes Ausmass während der Ablagerung der radiolaritähnlichen „diaspri".

In der Kreide lagerten sich im Autochthon hauptsächlich Kalkschiefer mit spärlichen Zwischenlagerungen von Kalken ab, während weiter im W auf die „selce"-reiche „maiolica" die bunten Schiefer der oberen Kreide folgen, die gegen oben in die grauen gutgebankten Kalke des unteren Eocaens übergehen. Im E und im W folgt, z. T. transgressiv, der „pseudomacigno" resp. der „macigno", ein Sandstein, der nach seiner Zusammensetzung (Feldspatgehalt) nicht den Verwitterungs-Schutt des Verrucano oder anderer in der Umgebung des M. Pisano anstehender Gesteine repräsentiert, sondern dessen Herkunft in kristallinen Gebieten, die evtl. im W, im Gebiet der heutigen Tyrrhenis, lagen, zu suchen ist.

In der Kreide sehen wir also ein langsames, lokal von Senkungen unterbrochenes Heben des Meeresbodens, bis im unteren Eocaen Flachsee (graue gutgebankte Kalke) und Festland herrscht und sich ein Relief ausbildet, über dem sich der „macigno" resp. der „pseudomacigno" transgressiv ablagert.

Es setzen die grossen tektonischen Bewegungen ein: Auf die Überschiebung der Toskaniden, welche das autochthone Palaeozoikum lokal stark beansprucht und es im grossen zu einem N–S verlaufenden Rücken staut, und auf die Vorschiebung innerhalb der Toskaniden folgt das Herausheben des Massivs des M. Pisano, verbunden mit der Ausbildung der grossen N–S und WNW–ESE verlaufenden Bruchzonen. Weiter ereignet sich das Abgleiten des westlich des Guappero gelegenen Komplexes längs Blattverschiebungen gegen SW, was neben lokalen Störungen die Ausbildung der kompliziert gebauten, gestaffelten Kesselbrüche bei Cerasomma und Pozzuolo zur Folge hat. Erosion und Akkumulation, welche seit der (nach Teichmüller in der savischen Phase erfolgten) Heraushebung des Massivs tätig waren, haben dieser Gegend der Toskana unter weitgehender Anlehnung an den Innenbau ihr heutiges Aussehen gegeben.

Literatur.

1. Arthaber, G. v., Revision der Fauna der hellen Kalke der Pisaner Berge. Zbl. Min. etc. B, 5, 1935.
2. Behrmann, R. B., Die Faltenbögen des Apennins. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl. III, 15, 1936.

3. Bonatti, St., Studio petrografico delle Alpi Apuane. Mem. Descr. Carta Geol. d'Ital. 26, 1938.
4. Brückner, W., Über die Entstehung der Rauhwacken und Zellendolomite. Eclogae geol. Helv. 34, 1941.
5. de Bosniaski, S., Flora fossile del Verrucano del M. Pisano. Proc. verb. Soc. Tosc. Sc. Nat. 1890.
6. de Bosniaski, S., Nuove osservazioni sulla flora fossile del Verrucano del M. Pisano. Proc. verb. Soc. Tosc. Sc. Nat. 1894.
7. de Stefani, C., Scoperta di una flora carbonifera nel Verrucano del M. Pisano. Atti R. Acc. dei Lincei Ser. IV, 7, 1891.
8. Fossa Mancini, E., Alcuni osservazioni sul Verrucano del M. Pisano. Boll. Soc. Geol. Ital. 38, 1920.
9. Fossa Mancini, E., Qualche osservazione sul Verrucano del M. Pisano. Boll. Soc. Geol. Ital. 40, 1921.
10. Fucini, A., Studi geologici sul M. Pisano. Atti Acc. Gioenia 14 (Catania) 1924.
11. Huene, Fr. v., Saurierfährten aus dem Verrucano des M. Pisano. Zbl. Min. etc. B, 11, 1940.
12. Huene, Fr. v., Die Tetrapodenfährten im toskanischen Verrucano und ihre Bedeutung. N. Jb. Min. etc. Beil. Bd. 86, B, 1941.
13. Ippolito, F., Studi geologici sul M. Pisano. Boll. Soc. Geol. Ital. 1943.
14. Lencewicz, S., Profile Geologiczne przez Apennin Toskanski. C. R. Soc. Sc. Warschau, 1917.
15. Lotti, B., Geologia della Toscana. Mem. Descrit. Carta Geol. d'Ital. 13, 1910.
16. Masini, R., Osservazioni geologiche sui terreni antichi del M. Pisano. Boll. Soc. Geol. Ital. 42, 1923.
17. Redini, R., Contribuzione allo studio geologico del M. Pisano. Boll. R. Uff. Geol. LX, 1935.
18. Rittmann, A., Geologia del M. Pisano. (In corso di pubblicazione a cura dell'I. R. I., Roma.)
19. Spicher, A., Über deszendent gefüllte Spaltenbildungen am M. Pisano. Eclogae geol. Helv. 36, 1943.
20. Staub, R., Die Bedeutung der Apuanischen Alpen. Vj.-Schr. Natf. Ges. Zürich 77, 1932.
21. Steinmann, G., Alpen und Appenin. Monatsber. Deutsch. Geol. Ges. 1907.
22. Teichmüller, R., Über das Vorland des Apennins. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl. F. III, 1, 1932.
23. Teichmüller, R. & Selzer, G., Zur Geologie des Tyrrhenisgebietes. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl. F. III, 3, 1931.
24. Teichmüller, R. & Quitzow, W., Deckenbau im Apenninbogen. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl. F. III, 13, 1935.
25. Tilmann, N., Tektonische Studien in der Catena metallifera Toskanas. Geol. Rundschau 17, 1926.
26. Wijkerslooth, P., Bau und Entwicklung des Apennins. Amsterdam 1934.

Manuskript eingegangen den 2. September 1943.