

Werk

Titel: Das Paläozoikum Toskanas

Jahr: 1931

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_1931_0003|log58

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

II. Teil. Vergleichende Übersicht über das Paläozoikum von Toskana und Korsika und seine Beziehungen zu den variscischen Faltungen und Intrusionen.

Von

R. Teichmüller und Georg Selzer.

Außerhalb Sardiniens erscheinen im Bereich der Tyrrhenis paläozoische Ablagerungen nur in wenigen Aufbrüchen, die — so klein sie auch sind — doch eine große Bedeutung für die Altersbestimmung der variscischen Orogenesen und Intrusionen dieses Gebietes haben. Kann doch in Sardinien, dem wichtigsten Verbreitungsgebiet des Paläozoikums, mangels entsprechender fossilführender Sedimente nur ausgesagt werden, daß die Hauptfaltung und die Ortsstellung der Granite nach dem Devon und vor dem Perm erfolgt sind.

Da die in der Literatur verstreuten Angaben über die stratigraphische und tektonische Stellung der einzelnen Vorkommen einander zum Teil recht weitgehend widersprechen — ja, das paläozoische Alter mancher Sedimente neuerdings überhaupt angezweifelt wird, während andererseits große Teile des bisherigen „Mesozoikums“ als vortriadisch angesprochen werden —, so erwiesen sich eigene Untersuchungen an Ort und Stelle als notwendig. Sie beschränken sich natürlich auf die für einen Vergleich wesentlichen Tatsachen und wollen Lokalstudien nicht vorgreifen.

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanken wir Herrn Prof. STILLE, — sie im Frühjahr 1930 durchzuführen, ermöglichte ein Zuschuß der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. Auch den Herren Professoren CATERINI und E. FUCINI in Pisa sowie Herrn Prof. HERITSCH in Graz sind wir für mannigfache Unterstützung zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

I. Das Paläozoikum Toskanas.

Wir betrachten zunächst die paläozoischen Ablagerungen, die in den Gewölben Toskanas zutage treten, und versuchen festzustellen, ob auch in diesen durch die alpine Faltung überarbeiteten Gebieten noch Spuren älterer — variscischer — Bewegungen erkennbar sind.

a) Das Paläozoikum der Apuaner Alpen.

Den größten und interessantesten Aufschluß bieten in dieser Hinsicht die Apuaner Alpen, die eine nach NO überkippte Aufsattelung darstellen. Hier haben die 1—2 km tief eingerissenen Täler das vormesozoische Grundgebirge weithin freigelegt. Neben Porphyroiden und Quarzitschiefern erscheinen untergeordnet auch graphitische Schiefer mit Kalklinsen. War man anfangs geneigt, diese Serie für vorpaläozoisch zu halten, so zeigten spätere gelegentliche Funde (MENEGHINI 1880) von Orthoceren und Crinoiden, daß wenigstens die Kalkschiefer am M. Corchia dem Paläozoikum angehören. Für eine nähere Altersbestimmung versuchte ZACCAGNA (S. 36 u. 39) dann die Konkordanz auszuwerten, die nach seiner Meinung zwischen dem Paläozoikum und dem Mesozoikum der Apuaner Alpen bestehen soll. Diese würde natürlich für ein relativ junges Alter sprechen, und so kam ZACCAGNA dazu, die Gneise, Glimmerschiefer und Orthocerenkalke ins Perm zu stellen.

Aber schon ein Vergleich mit dem sicheren Jungpaläozoikum Toskanas weist auf die Unhaltbarkeit dieser Annahme hin. Nirgends wird das Permokarbon dort von Orthocerenkalken vertreten; statt umgewandelten Eruptiven beobachtet man Konglomerate und Grauwacken. Viel mehr erinnert die Vergesellschaftung von Orthoceren und Crinoiden zusammen mit dem petrographischen Verband — Kalklinsen in graphitischen Schiefen — an Obersilur, das in dieser Fazies ja in den Mediterrangebieten weit verbreitet ist. Besonders nahegelegt wird diese Auffassung auch durch den Fund eines *Cyrtoceras* bei Mosceta, von dessen einwandfreier Erhaltung und Bestimmung wir uns im Museum in Pisa überzeugen konnten. So darf also der Nachweis von Silur im Paläozoikum der Apuaner Alpen wohl als ziemlich gesichert betrachtet werden.

Wie schon erwähnt, setzt sich aber das Grundgebirge hier nur zum geringsten Teile aus Quarzit- und Graphitschiefern und Orthocerenkalken zusammen: Orthogesteine herrschen bei weitem vor. Meist sind sie stark gestreckt. Aber auch dort, wo lokal dies nicht der Fall ist (wie oberhalb Forno), werden die ehemaligen Einsprenglinge von einem Mörtelkranz umgeben, der zeigt, daß die Gesteine im Sinne W. SCHMIDT'S kaltgereckt sind. Da die bis erbsengroßen Quarzeinsprenglinge nach LINDEMANN (S. 272) z. T. noch pyramidale Umrise erkennen lassen und wir andererseits prächtige Korrosionsschläuche in den Quarzen u. d. M. beobachteten, so dürfte das Ausgangsmaterial wohl eine Art Quarzporphyr gewesen sein und nicht ein typisches Tiefengestein, wie es mitunter angenommen worden ist.

Ob diese Porphyroide das Silur kontaktmetamorph verändert haben und damit jünger sind, ist bei der Intensität der alpinen Dynamometamorphose nicht mehr festzustellen. Sind doch selbst die großen tektonischen Strukturen des variscischen Baues fast vollständig verwischt worden: so werden Ortho- und Paragesteine des Paläozoikums von zahllosen Scherflächen durchsetzt, die untereinander wohl weitgehend parallel gerichtet sind und an Schichtung erinnern, aber natürlich keine Schlüsse auf die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse rechtfertigen. Nur an der bereits von ZACCAGNA (S. 37) erkannten Tatsache, daß die Graphitschiefer mit Orthocerenkalklinsen meist dicht unter den Transgressionsgesteinen der Trias liegen, ist wohl nicht zu zweifeln. Sie zeigt, daß die obersilurischen Sedimente auch vor der alpinen Faltung die Quarzitschiefer und Porphyroide ummantelt haben. Offenbar liegen die Verhältnisse hier ähnlich wie in Sardinien, wo sich die Quarzitschiefer als untersilurische Grauwacken und die Porphyroide als (?bretonische) Intrusiva erweisen.

Was nun die Lagerungsbeziehungen des Grundgebirges zur Trias betrifft, so fanden wir nirgends — soweit wir auch den Kontakt in den Apuaner Alpen verfolgten —, einen primären, konkordanten Verband, wie er nach ZACCAGNA doch die Regel sein soll: allenthalben ist es zu mehr oder weniger beträchtlichen disharmonischen Bewegungen zwischen den mobilen Serizitschiefern und den starren Kalkmassen gekommen, sodaß die Grenze heute — soweit unsere Beobachtungen reichen — stets eine Abscherungsfläche darstellt. Das folgt nicht allein daraus, daß die verschiedensten Glieder der „Grezzoni“-serie⁴²⁾ auf kurze Erstreckung hin mit dem Paläozoikum in Berührung treten, sondern es ergibt sich auch schon aus dem Einzelaufschluß, so südlich des M. Uccello, wo Serizitschiefer mit ausgewalzten Quarzkörnern um die Kalkklötze förmlich herumgeschmiert sind und injektionsartig, den Fugen und Spalten folgend, tief in die Grezzoni eindringen. Auch in diesem Fall braucht die Konkordanz der Scherflächen offenbar nicht einer primären Konkordanz der Schichtfugen zu entsprechen.

Andererseits aber darf man angesichts der Aufschlüsse am Westhang der M. Uccello sich nicht verleiten lassen, in dieser Abscherungsfläche eine Bewegungsfläche großen Stiles zu sehen. Denn wohl werden die steil einfallenden Schichtbänke der Grezzoni anscheinend von der horizontal ausstreichenden Störung abgeschnitten, aber es ist nicht zu vergessen, daß das Bild nahezu im Streichen

42) Graue, dolomitische Kalke mit *Encrinurus liliiiformis* LAM.

gesehen ist und daß die Quarzphyllite gleichsinnig mit den Kalken einfallen, wie es auch bereits die Profile von ZACCAGNA zeigen. Schon die Tatsache, daß die (anisichen) Grezzoni als fast geschlossener Ring den Aufbruch der kristallinen Schiefer umgeben und in ihren tiefsten Teilen reich an sandigen und konglomeratischen Einschaltungen sind (s. u.), weist darauf hin, daß es sich hier ungeachtet aller späteren Störungen um die ursprünglichen Transgressionsgesteine der Trias handelt.

Klar erschlossen sind diese ältesten, klastischen Sedimente des Mesozoikums vor allem an der Straße, die von Vinca ins Tal der Canalonga führt (s. Abb. 38). Auf der Westseite des Torrente Lucido liegt unter dolomitischen Kalken, die hier nach ZACCAGNA *Encrinus liliiformis* enthalten sollen, eine vielleicht 50 m mächtige Folge von Kalken und Quarzkonglomeraten, die keine Andeutung von Durchbewegung oder merklicher Metamorphose erkennen lassen. Leider fanden wir trotz längeren Suchens keine kristallinen Gerölle, die ja als „Dauerpräparate“ des variscischen, nicht alpin beanspruchten Grundgebirges ein besonderes Interesse hätten. —

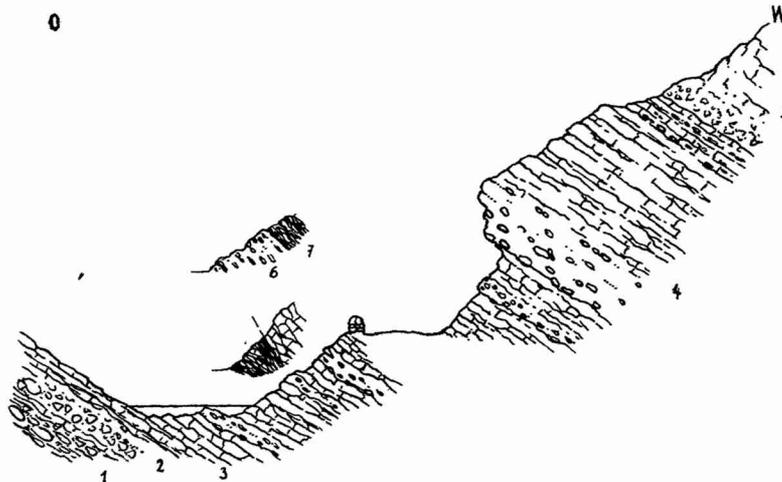


Abb. 38. Die Basalkonglomerate der tieferen Trias der Apuaner Alpen am T. Lucido westl. von Vinca.

1. Serizitschiefer mit Quarzgeröllen,
2. Kalkbrekzien,
3. Phyllitische Kalke, darüber Kalke mit Quarzkieseln,
4. Dunkle Kalke mit Quarzgeröllen,
5. Dolomitischer Kalk mit *Encrinus liliiformis*,
6. Verschieftes Quarzkonglomerat,
7. Graphitische Schiefer mit Kalklinsen.

Auch im Bachbett nördlich der Brücke steht dieselbe Serie noch an, während sie auf der Ostseite von phyllitischen Kalken und Kalkbrekzien unterlagert wird. Diese letzteren glauben wir ebenfalls noch als sedimentär ansehen zu müssen, da die Komponenten z. T. gerundet sind und beträchtliche Materialverschiedenheiten aufweisen. Serizitschiefer mit bis faustgroßen Quarzgeröllen bilden das Liegende dieser Schichtfolge, die in sich, soweit die Aufschlüsse es erkennen lassen, konkordant zu sein scheint.

Da Fossilien in dieser Serie noch nicht gefunden sind, bleibt das Alter noch ungewiß. Immerhin macht der allmähliche Übergang der Konglomerate in die Encrinuskalke es doch wahrscheinlich, daß hier triadische Sedimente vorliegen. Gegen diese Auffassung soll allerdings nach ZACCAGNA, der die Schichten ins Perm stellt, der innige Verband mit Orthocerenkalken sprechen. Und in der Tat stehen ja bereits unmittelbar südlich der Brücke im Bachbett des Torrente Lucido dunkle Schiefer und Kalke an, die den wohl wirklich paläozoischen Kalken und Schiefen einige 100 m bachaufwärts nicht unähnlich sind. Indessen sind sie durch einige Querstörungen neben die Triaskonglomerate verworfen worden und dürften somit für die Altersbestimmung belanglos sein. Das gleiche gilt auch für die Verhältnisse an der Macstà di Vinca, wo nach ZACCAGNA'S Darstellung unter den Grezzoni permische Konglomerate und Kalke erscheinen sollen. Wenn auch die Schichtfolge durch Verwerfungen gestört ist, so spricht doch auch hier der allmähliche Übergang der konglomeratigen Kalke in die Encrinuskalke für ein triadisches Alter des sog. Perms. (Leider ist gerade an diesen Stellen der Verband mit dem wirklichen Paläozoikum nicht aufgeschlossen.)

Es ergibt sich also, daß in dem von ZACCAGNA als Perm gedeuteten Schichten der Apuaner Alpen mit erheblicher Wahrscheinlichkeit silurische Sedimente, variscische Porphyroide und tiefere Trias enthalten sind, — daß aber die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse infolge der alpinen Durchbewegung nicht mehr sicher zu rekonstruieren sind.

Es fragt sich nun, ob nicht vielleicht auch in anderen Schichten der Apuaner Alpen noch paläozoische Ablagerungen vorliegen könnten, deren Verknennung bei der starken Angleichung mesozoischer Sedimente an die älteren ja nicht befremden würde. In Betracht kommt da vor allem ein mächtiger Komplex von Serizitquarziten und Chloritschiefern mit Quarzaugen, der zweifellos paläozoischen Habitus trägt, wenn er auch zwischen Unterer und

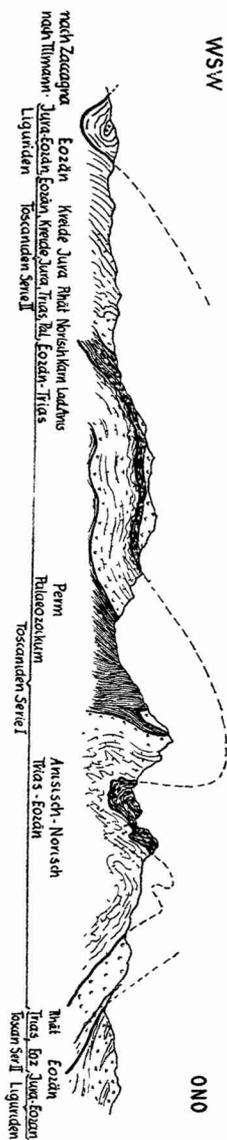


Abb. 39. Der Bau der Apuaner Alpen nach den Auffassungen von ZACCAGNA und TIMANN (Schema!).

Zugrunde gelegt wurde dieser Skizze ein Profil TIMANN'S (S. 653), das aber besonders insofern abgeändert wurde, als an der Basis der „Toscanischen Serie II“ auch die höheren, ? paläozoischen Teile der scisti sopra i marmi eingetragen wurden, obwohl sie in diesem Schnitt fehlen.

Oberer Trias liegt und deshalb von ZACCAGNA (S. 56—59) als Äquivalent der Raibler Schichten gedeutet wurde, für die ja gleichfalls eine bunte Folge von Konglomeraten, Sandsteinen und Schiefertonen bezeichnend ist. Merkwürdig bleibt dann nur die starke Metamorphose (weisen doch Mineralien wie Disthen und Ottrelith auf höchste Meso- bzw. tiefste Epizone hin), zumal ein Teil der liegenden Schichten, wie die Grezzoni, fast keinerlei Umwandlung erfahren zu haben scheint und erst recht die hangenden Sedimente sie vermissen lassen. Wenn man trotzdem an dem triadischen Alter dieses Schichtenkomplexes festhalten will, so ist man zu der Annahme gedrängt, daß die alpine Metamorphose hier in besonderem Maße selektiv gewirkt hat und daß erst die starken Bewegungen, denen gerade dieses zwischen zwei Kalkklötzen eingequetschte Schichtpaket wie kein anderes ausgesetzt war, die sonst ausbleibenden Umsetzungen in Fluß brachten und somit lokal die Anpassung an die neuen Druck- und Temperaturbedingungen ermöglichten⁴³⁾.

Den Schwierigkeiten dieser

43) Erleichtert werden mochten diese Umwandlungen weiter durch vulkanische Restlösungen, die auch den Bewegungsbahnen innerhalb der höchsten und daher stark durchbewegten Teile der Marmorserie von Carrara folgten und hier zur Bildung von Turmalin, Skapolith, Titanit, Eisenglanz, Magnet Eisen, grüne Hornblende, Chlorit, Epidot, Klinozoisit etc. führten (vgl. LINDEMANN S. 283 ff.). Bei dem starken Streß und der offenbar großen Entfernung des Magma-Herdes ist das Fehlen von Kalksilikaten (Vesuvian, Wollastonit, Granat) nicht zu verwundern.

Annahme entgeht man, wenn man mit TILMANN (S. 655) die „scisti sopra i marmi“ z. T. wenigstens für paläozoisch ansieht und so ihre Metamorphose auf die variscische Durchbewegung zurückführen kann. Allerdings muß man dann auch annehmen, daß dieses Paläozoikum überall auf die tiefere Trias der Apuaner Alpen überschoben ist, — daß mithin Deckenbau vorliegt. TILMANN zieht tatsächlich diese Folgerung und stützt sich dabei vor allem auf einen Arietenfund von Poggio Troncone bei Vinca, der nach FUCINI (1924/25, S. 26 u. 170) das liassische Alter der Marmore bezeugt. Trifft das zu, so ist der Beweis für den Deckenbau der Apuaner Alpen und damit auch für das paläozoische Alter der scisti sopra i marmi erbracht, da über den Juramarmoren und dem Glimmerschieferkomplex ja die fossilführenden Rhätdolomite liegen. Weiter wird diese Auffassung nahegelegt durch Nummulitenkalke, die in den scisti sopra i marmi unvermittelt erscheinen, sowie durch die Tatsache, daß der Gegensatz zwischen der mächtigen Triasentwicklung in den Apuaner Alpen und den geringmächtigen Dolomitbänken der benachbarten Pisaner Berge bei der Annahme des jurassischen Alters der Marmore nicht mehr so fühlbar wäre.

So muß man also zum mindesten mit der Möglichkeit rechnen, daß auch die scisti sopra i marmi dem Paläozoikum angehören. Wenn das der Fall ist, so ist das Grundgebirge dieser höheren Decke nicht ohne weiteres vergleichbar mit dem der Carrara-Einheit; denn es fehlen ihm ja die Porphyroide und Orthocerenkalke. In seiner tonig-sandig-konglomeratigen Entwicklung würde es dagegen Anklänge an das Permokarbon der Pisaner Berge zeigen.

Vielleicht sind in dieser Hinsicht die scisti sopra i marmi der Halbinsel von Lerici wichtig; denn hier treten nach TILMANN (S. 657) unter triadischen Kalken Sandsteine, rote und violette Schiefer sowie grobe Konglomerate auf, wie wir sie ähnlich in den Pisaner Bergen wiederfinden werden. Unter ihnen erscheinen hier noch Glimmer- und Chloritschiefer mit Quarzäugen, d. h. Gesteine, wie sie in den Pisaner Bergen nicht mehr zutage treten, sondern nur im tiefsten Kern der Apuaner Alpen. Allerdings darf nicht außer acht gelassen werden, daß diese Gesteine an der Deckenbasis liegen würden und somit auch vielleicht durch die alpine Dynamometamorphose aus dem Verrucano entstanden sein könnten.

b) Das Karbon der Pisaner Berge.

Nur 30 km entfernt von dem paläozoischen Aufbruch der Apuaner Alpen treten in dem östlichen Teil der Pisaner Berge Konglomerate, Sandsteine und Schiefertone zutage, die eine reiche Flora des Permokarbons geliefert haben. Die Sedimente, die kaum Spuren von Durchbewegung und Metamorphose erkennen lassen, sind in wenige große Falten gelegt, die nordwestlich streichen, aber mit so starkem Axialgefälle beiderseits unter den mesozoischen Kalkmantel untertauchen, daß man das Grauwackengebirge auch wohl als eine große kuppelförmige Aufwölbung ansehen kann.

Wenn in der Gliederung dieses Schichtenkomplexes auch schon früher die Meinungen weit auseinander gingen, so glaubte man nach der Auffindung der Flora doch allgemein, ihn in seiner Gesamtheit ins Paläozoikum stellen zu dürfen. Erst A. FUCINI trat dieser Auffassung entgegen und bemühte sich in einer Reihe von Arbeiten, das unterkretazische Alter beträchtlicher Teile der Grauwackenserie (darunter auch des bekannten Konglomerats der Verruca) nachzuweisen.

Wir haben zunächst versucht, uns seinen Anschauungen anzuschließen; denn in der Tat ist ja die flache Lagerung der Konglomerate auf den zentralen Bergkämmen recht auffällig, besonders wenn man sie mit der Steilstellung der Schiefer an den Berghängen vergleicht. Indessen ist es uns nie gelungen, eine wirkliche Winkeldiskordanz aufzufinden; wo wir eine solche zunächst wahrnehmen zu können glaubten, erwies sie sich späterhin stets als eine Störung oder als Produkt disharmonischer Bewegungen. Da wir aber andererseits den Verrucano oft genug bis zur Senkrechten aufgerichtet beobachteten — z. B. an der Verruca, wo er nach FUCINI (s. Abb. 40) nur mit etwa 20° einfallen würde — und auch ein allmähliches Umbiegen der Schichtbänke aus der Vertikalen in die Horizontale häufig verfolgen konnten, so liegt die Erklärung für die flache Lagerung der Konglomerate auf der Wasserscheide einfach darin, daß die verkieselten Geröllmassen hier den Sattelfirst bilden, während auf den Sattelfügeln natürlich auch die Schiefer mehr oder weniger steil gestellt sind.

Die von FUCINI als Wealden angesprochenen Konglomerate und Sandsteine sind also u. E. konkordant mit den permokarbonischen Schiefen abgelagert und mit diesen zusammen späterhin gefaltet worden.

Auch paläontologisch ist das unterkretazische Alter der jüngeren Serie keineswegs sichergestellt, wie FUCINI meint. Da die
(958)

Bearbeitung der Flora von Buti⁴⁴) noch nicht veröffentlicht ist, können wir uns nur mit der Muschelfauna beschäftigen, die FUCINI (1915) am M. Termetto bei Agnano fand und als *Cyrenen*, *Corbulen* etc. des Wealden deutete. Leider ist bei keiner der 66 Arten, die er unterscheiden zu können glaubte, auch nur die Andeutung eines Schlosses erhalten, sodaß die einwandfreie Bestimmung der Steinkerne und Abdrücke bei einer so wenig charakteristischen Brackwasserfauna uns nicht möglich erscheint und wir nur die Zweifel DE STEFANI'S (1917, S. 11), TILMANN'S (S. 336) und anderer teilen können. Der faunistische Beweis für das angebliche Wealdenalter ist damit jedenfalls noch nicht erbracht.

Aber zeigen vielleicht die Lagerungsverhältnisse und die Geröllzusammensetzung des Verrucanos, daß dieser jünger als die triadisch-jurassischen Sedimente ist? In der Tat liegt ja der Verrucano in den westlichen Pisaner Bergen über dem Mesozoikum, aber er ist, wie LOTTI (1910, S. 377—381) und TILMANN (S. 637—650) gezeigt haben, als Schuppe darauf geschoben und nicht primär darüber abgelagert worden. Unter anderm weist schon die Zusammensetzung der Konglomerate, in denen Kalkgerölle fehlen, darauf hin. Auch in den östlichen Pisaner Bergen — man denke nur an das klassische Verrucaprofil — ist schwer einzusehen, warum die Verrucanokonglomerate nicht ein einziges Kalk- oder Dolomitgeröll enthalten, wenn die mesozoischen Kalke südlich der Focetta wirklich als mächtige Klippe während des ganzen „Purbeck's“ aufgeragt haben, wie FUCINI es darstellt (s. Abb. 40).

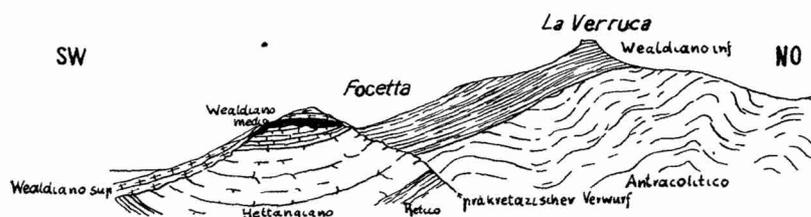


Abb. 40. Der Südhang des M. Verruca nach der Auffassung von FUCINI (1924, 25 Prof. I).

Auch ist es sehr auffällig, daß der Verrucano um so gröber wird, je weiter man sich von der Klippe entfernt, während man nach FUCINI doch das Umgekehrte erwarten sollte.

In der Tat glauben wir die Lagerungsverhältnisse ganz an-

44) Siehe FUCINI 1929, S. CX, MASINI 1929, S. LXI sowie GOTHAN im Geol. Zbl. Bd. 39, S. 302. 1929.

ders deuten zu müssen, und zwar kommt unsere Auffassung, wie

Abb. 41 zeigt, der von MASINI (1923, S. 104) und besonders der von LOTTI (1910, S. 11) wieder recht nahe. Nach unseren Beobachtungen fällt nämlich der Verrucano steil ein, und die hangenden Schiefer und Quarzite tauchen unter die Kalke mit *Avicula contorta*, sodaß Geröllanalyse und Tektonik nur den einen Schluß zulassen, daß der Verrucano älter als Rhät ist.

Soviel Anregung wir auch den Untersuchungen von A. FUCINI verdanken, so können wir uns doch nicht seiner tektonischen, lithologischen und paläontologischen Beweisführung hinsichtlich des „Wealden“ anschließen, sondern müssen der früheren und von MASINI und LOTTI u. a. auch immer vertretenen Auffassung von dem vorobertriadischen Alter der gesamten Grauwackenserie der Pisaner Berge beipflichten.

Für die genauere Stratigraphie dieses viele 100 m mächtigen Komplexes sind nun besonders zwei Profile wegen ihrer relativ guten Aufschlüsse bzw. wegen ihrer Fossilführung von großer Bedeutung. — Das erste Profil (Abb. 41), das östlich des Talkessels von Calci aufgenommen ist, zeigt den einfachen Faltenbau, der bereits morphologisch in dem Auf- und Absteigen der klippenbildenden Konglomeratbänke klar zum Ausdruck kommt und dadurch die Gliederung der Schichtenfolge wesentlich erleichtert.



Abb. 41. Oben: Schnitt durch den Westabfall der (östl.) Pisaner Berge.

Unten und Mitte: Schnitt durch den Südfall der Pisaner Berge östl. des Talkessels von Calci.

1. Liegende Schiefer. 2. Verrucakonglomerate. 3. Quarzite mit Flora des jüngsten Stephan. 4. Hangende Schiefer des Autun.
5. Mesozoische Quarzite und Kalke.

Als Tiefstes erscheinen hier nördlich der Verruca Phyllite mit vereinzelt Konglomeratlagen, die sich aus rötlichen Quarzkieseln zusammensetzen. Da sie im eng zusammengepreßten Sattelkern auftreten, ist es nicht zu verwundern, daß sie bisweilen mehr oder weniger angeschiefert sind. Im Hangenden gehen die Phyllite in geringmächtige graue und rote serizitische Tonschiefer über, die mit gelb verwitterten Quarzsandsteinen wechsellagern; violette, feinsandige Schiefer beschließen die eintönige Serie, die eine Mächtigkeit von mindestens 800 m erreichen dürfte. Ihre Altersbestimmung ist hier nicht möglich, da Fossilien in dieser Gegend noch nicht gefunden sind. DE STEFANI (1901, S. 138) glaubte zwar im Tal von Calci als Tiefstes Schichten mit Muscheln und Trilobiten des tieferen Paläozoikums ausscheiden zu können, doch zeigte FOSSA-MANCINI (1919, S. 86 ff.), daß es sich bei den Trilobiten um Pseudofossilien handelt und daß die fraglichen Schichten relativ junge Glieder der Grauwackenserie darstellen.

Überlagert wird diese „Liegende Schieferserie“ von den mächtigen Konglomeraten des M. Verruca, dem sog. Verrucano. Wie die Bachrisse am Nord- und Westhang des Berges zeigen, stimmen Fallen und Streichen der Liegenden (hier z. T. stark zersetzten) Schiefer mit dem der hangenden Konglomerate überein. Somit können offenbar beträchtliche Bewegungen vor Ablagerung des Verrucanos nicht stattgefunden haben. Allerdings ist der Kontakt selbst stets überrollt und manchmal vielleicht sogar etwas gestört, sodaß die Frage, ob nicht wenigstens eine kleine Winkeldiskordanz hier vorliegen könnte, offenbleiben muß, zumal die zahlreichen, großen Scherben vom Liegenden Schiefer im Konglomerat auf intensive Wiederaufarbeitungen hinweisen. — An anderen Gemeingteilen finden sich im Verrucano besonders ei- bis faustgroße (selten kopfgroße), eckige oder auch gut gerundete Quarzgerölle, die durch ein kieseliges Bindemittel verkittet sind. Seltener sind rauchgraue Quarzite und schwarze Lydite anzutreffen. Kristalline Gesteine sind bislang nicht gefunden worden, wohl aber setzen deren Mineralkomponenten, wie Glimmer, Quarz (mit Flüssigkeitseinschlüssen), Turmalin und Magnetit, fast ausschließlich die Sandsteine zusammen (vgl. FOSSA-MANCINI 1921, S. 98). Die Mächtigkeit des Hauptkonglomerates, das durch Schiefermittel in einzelne Bänke aufgelöst und auch durch konglomeratige Sandsteine vertreten wird, ist schwer zu bestimmen, an der Verrucaferste mag sie gegen 50—80 m betragen.

Über dem Verrucanokonglomerat und mit diesem durch alle Übergänge aufs engste verbunden liegen, wie die Aufschlüsse ober-

halb der Porta bei Lugnano und vor allem nördlich von Montemagno zeigen, gelbe, tonige Sandsteine und Quarzite, die mit violetten, sandig-tonigen, dünn-schichtigen Gesteinen wechsellagern, — in ihrem unteren Teil manchmal aber auch noch Konglomeratbänke einschließen. Petrographisch sind sie vom Liegenden Schiefer nicht zu unterscheiden und erreichen wie dieser gleichfalls die beträchtliche Mächtigkeit von 800—1000 m. Über ihr Alter kann in diesem Profil leider nichts ausgesagt werden; denn wohl haben gerade in der Nachbarschaft von Calci (am M. Termetto und bei Castelmaggiore) die Verrucaschichten zahlreiche Mollusken geliefert, aber diese sind, wie wir gesehen haben, stratigraphisch nicht einwandfrei zu verwerten.

Von besonderer Wichtigkeit sind daher die Lagerungsverhältnisse der Verrucaschichten zu den Kalken und Mergelschiefeln der Oberen Trias, an deren Alter hier nicht zu zweifeln ist, da sich in den Steinbrüchen von S. Annunziata zwischen Uliveto und Caprona viele Bactryllien und vor allem zahlreiche Exemplare von *Avicula contorta* gefunden haben⁴⁵⁾.

Der Kontakt nun zwischen diesen mesozoischen Kalken und den Verrucaschichten scheint zwar stets durch Gehängebrekzien verschüttet zu sein, doch zeigt der Grenzverlauf, der an der Focetta ziemlich steil ausstreicht, daß hier eine flexurartige Störung vorliegt, die mit ca. 70—80° nach SW einfällt. Das Ausmaß des Verwurfes nimmt aber nach Osten rasch ab, sodaß schon am M. Bianco (westlich von Lugnano) die kavernösen, dolomitischen Kalke der Oberen Trias über den Schiefeln der Verrucaschichten liegen. — Die Frage, ob zwischen der Ablagerung der Verrucaschichten und der Oberen Trias stärkere Bewegungen nachweisbar sind, darf man wohl verneinen. Denn nicht nur am M. Bianco scheinen die dolomitischen Kalke mehr oder weniger konkordant über den Verrucaschichten zu liegen, sondern auch nordwestlich der Casa Grisone bei Agnano. Die Konkordanz zwischen dem Verrucano einerseits und dem Calcare cavernoso andererseits, der FUCINI besondere Bedeutung beimißt, dürfte also tatsächlich bestehen, wenn auch die Transgressionsfläche selbst nicht aufgeschlossen ist.

So bleibt es auch vor der Hand noch ungewiß, ob die Trias erst mit dem Rhätkalk bzw. -dolomit transgrediert oder ob nicht schon die roten Quarzitbänke ihr zuzurechnen sind, die nach FUCINI stets die Basis des Calcare cavernoso bilden, auch dort, wo

45) Literatur s. bei FUCINI 1924/25, S. 19.

nach unseren Beobachtungen die Trias auf wesentlich älteren Schichten ruht als am M. Bianco.

Zeigen somit die Profile am Südhang der Pisaner Berge eine klare Dreigliederung der Grauwackenserie in Liegende Schiefer, Verrucakonglomerate und Hangende Schiefer⁴⁶⁾ sowie die mehr oder weniger konkordante Überlagerung durch obertriadische Kalke, so gestatten die fossilführenden Profile am Westhang das Alter der Hangenden Schiefer zu bestimmen.

Auch hier liegen nämlich über mächtigen Konglomeraten, die sich mit denen der Verruca verbinden lassen und somit gleichaltrig sind, violette, sandige Schiefer, die mit gelb verwitternden, tonigen Sandsteinen wechsellagern und ganz denen des Südhangs gleichen. Doch schalten sich hier auch kohlige Schieferletten ein, in denen sich bereits vor Jahren eine reiche Flora fand. So sind am M. Vignale in sandigen Schichten u. a. zahlreiche, prächtig erhaltene Exemplare von *Walchia piniformis* SCHL. entdeckt worden⁴⁷⁾, während die dunklen Tonschiefer darunter voll von *Callipteris conferta* STERNB. sind⁴⁸⁾. Daß diese Sedimente permisch sind, kann nicht angezweifelt werden. Schwieriger ist dagegen die Datierung der Pflanzenreste, die in noch etwas tieferen Schichten in der Nachbarschaft, so am Colletto und bei der Villa Massagli, gefunden sind. Hier fehlen bereits Walchien und Callipteriden, statt dessen stellen neben vereinzelt Lepidodendren sich Sigillarien und Cordaiten i. e. S. ein, sodaß die Flora einen durchaus oberkarbonen Habitus annimmt. Andererseits deutet aber das Vorkommen von Taeniopteriden an, daß diese Schichten etwas jünger sind als das sichere Stephan von Jano (s. u.), wo Taeniopteriden nach BARSANTI zu fehlen scheinen.

Somit dürften die tiefsten pflanzenführenden Schichten der Val del Guappero, die nur wenig über der Konglomerat führenden Serie liegen, wohl als jüngstes Stephan anzusprechen sein. Das Profil am Westhang der Pisaner Berge zeigt also, daß das Verrucanokonglomerat konkordant unter einer Schieferserie liegt, die höchstes Stephan und Autun umfaßt.

46) Zu derselben Gliederung war bereits LOTTI (1911, S. 9) bei der Untersuchung des Profils M. delle Conserve — M. Falta gelangt.

47) DE STEFANI 1901, S. 111, Taf. 14, Fig. 2.

48) DE STEFANI 1901, S. 41, Taf. 8, Fig. 3—7. Diese zeitliche Aufeinanderfolge, die ja auch sonst nicht selten wiederkehrt, hat DE STEFANI (1901, S. 148) als eine Standortserscheinung gedeutet: die sumpfige Niederung wurde zunächst von Farnen und farnartigen Gewächsen besiedelt, bis eine neue Sandschüttung auch das Gedeihen von Koniferen ermöglichte.

c) Das Permokarbon von Jano und Elba.

Die Altersbestimmung der „Liegenden Schiefer“, die wir als tiefstes Glied in der Grauwackenserie der Pisaner Berge erkannt haben, ist nun bei Jano und auf Elba durch Fossilfunde ermöglicht.

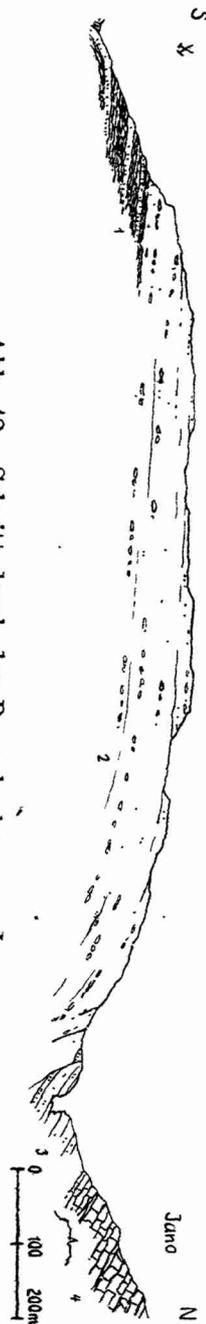
Bei Jano treten nämlich unter dem Verrucanokonglomerat in einem schmalen Streifen am Fuß des M. Toni noch graue, glimmerige Sandsteine und kohlige, schwefelkiesreiche Schiefertone zutage (Abb. 42), die eine reiche Flora geliefert haben. DE BONIASKI glaubte diese wegen ihrer Ähnlichkeit mit der von Wettin ins Rotliegende stellen zu dürfen, wofür damals ja die ganzen Wettiner Schichten gehalten wurden. Nachdem man mittlerweile aber die in Frage kommenden sächsischen Horizonte mit den Ottweilern parallelisiert hat, darf man auch die Flora von Jano ins höhere Oberkarbon versetzen, wofür DE STEFANI (1901, S. 153, 159) und BARSANTI (S. 7) stets eingetreten waren und wofür außer *Annullaria sphenophylloides* ZENK. das Auftreten von *Calamites cistii* BROGN. und *suckowii* BROGN. sowie von *Cordaites principalis* GERMAR. und *borassifolius* STERNB. sprechen⁴⁹⁾.

Die Flora von Jano ist also älter als die vom Colletto beim M. Vignale entsprechend ihrer Lagerung unter dem Verrucakonglomerat.

Daß auch auf Elba die Schiefer im Liegenden des Verrucanos ins Stephan gehören, deutet der Fund von *Asterophyllites* sp., *Calamites suckowii* BROGN. und

49) Unter den wenigen schlecht erhaltenen marinen Fossilien glaubte allerdings BRUNO DELLO SBARBA *Productus horridus* erkennen zu können, doch erwies sich später diese Bestimmung als unrichtig (DE STEFANI 1917).

Abb. 42. Schnitt durch das Permokarbon von Jano.
1. Liegende Schiefer und Grauwacken mit Flora des tieferen Stephanus. 2. Verrucanokonglomerate. 3. Sandige Schiefer.
4. *Calcare cavernoso*.



Annullaria stellata SCHLOTH. an sowie vor allem die Molluskenfauna, die DE STEFANI (1917) aus den höchsten Schieferen beschrieb, wenngleich auch hier der brackische Charakter und damit die Armut an Cephalopoden, Korallen, Bryozoen und Trilobiten eine genauere faunistische Altersbestimmung nicht ermöglicht. — Ob auf Elba noch tiefere Schichten zutage treten, ist damit fraglich geworden; denn LOTTI (1910, S. 5) hatte zwar einen Teil der kohligen Schiefer (zwischen Vigneria und Ripabanca) ins Obersilur gestellt, doch konnte DE STEFANI (1917, S. 6) zeigen, daß die dafür sprechenden Fossilfunde zweifelhafter Art oder unrichtig bestimmt sind. Auch ist nach ihm die ganze Schichtfolge einschließlich des Verrucanos in sich konkordant.

In dieser Beziehung ist natürlich die Mitteilung FUCINI'S (1924/25, S. 108 f.), daß bei Jano der Verrucano diskordant über dem pflanzenführenden Stephan liegt, von besonderem Interesse; sind doch stärkere Bewegungen innerhalb dieser Schichtengruppe sonst bislang nicht bekannt geworden. Jedoch konnten wir hier — soweit die Aufschlußverhältnisse es gestatten — ebensowenig wie in den Pisaner Bergen eine Diskordanz feststellen. Denn wohl sind die kohligen Schiefer im NW nahe der Randstörung etwas verruschelt, während das Konglomerat im allgemeinen ziemlich flach liegt, aber auch hier haben disharmonische Bewegungen offenbar eine große Rolle gespielt; ist doch der Eozänflysch (bezw. die Gesteine des Schieferapennins) mindestens ebenso gestört wie das Karbon. Da auch ein allmählicher petrographischer Übergang zu beobachten ist, so dürfen wir wohl eine Konkordanz für wahrscheinlich halten⁵⁰⁾, wenn allerdings auch das Erscheinen des groben Konglomerates auf eine Steigerung der Reliefenergie und damit auf Krustenbewegungen schließen läßt.

Vielleicht sind die Verhältnisse hier ähnlich wie im Saargebiet, wo ja gleichfalls zwischen zwei an Pflanzenresten reichen, dunklen Schiefertonsereien eine mächtige fossilarme Konglomerat- und Sandsteinfolge liegt, der nach DRUMM (S. 146 f.) wegen des Fehlens des Hangenden Flözzuges der Unteren Ottweiler im Osten vielleicht auch schwache Bodenbewegungen vorangegangen sein könnten.

Ergebnis.

Das Permokarbon Toskanas setzt sich also aus einer 2000 m mächtigen, konkordanten Folge von klastischen Gesteinen zusammen,

⁵⁰⁾ Zu demselben Resultat war bereits LOTTI (1910, S. 7) gelangt. Er schreibt nämlich: „Sopra il Carbonifero fanno seguito, con perfetta concordanza e

die dem Stephan und zum geringen Teil auch dem Autun entsprechen. — Schon die in allen Schichten wiederkehrenden Kriechspuren und Wellenfurchen weisen darauf hin, daß die Ablagerung stets im Seichtwasser erfolgte. Dieses hat z. T. mit dem offenen Meer in Verbindung gestanden, wie die gelegentliche Einschwemmung vor allem von Crinoiden zeigt⁵¹). Manchmal ist es aber auch zur Verlandung und zur Anhäufung von Pflanzenresten in Form kleiner bis zu 70 cm mächtiger Kohlenlinsen gekommen. — So bunt auch die Folge im einzelnen manchmal erscheint, so eintönig ist sie doch in ihrer Gesamtheit. Dürfte doch das ganze Permokarbon Toskanas die Ausfüllung eines Troges darstellen, in den der Detritus des Hinterlandes meist in Form winziger Glimmerschüppchen, feinsten Quarz- und Magnetitkörner, sowie Turmalin- nadelchen eingeschwemmt wurde. Nur selten wuchs die Reliefenergie an den Flanken der Senke soweit an, daß nicht bloß die lateritische Verwitterungskruste des offenbar kristallinen Abtragungsgebietes als eisenoxydreicher Tonschlamm abgespült, sondern auch frisches Gestein erodiert wurde, das dann — sortiert und ausgelesen — als Flußschotter und schräggeschichtete Sande weit im Innern des Troges wieder abgelagert wurden.

Alle diese Sedimente sind erst bei der alpinen Orogenese aufgefaltet worden, wie die Konkordanz zwischen dem Permokarbon einerseits und der Oberen Trias andererseits in den Pisaner Bergen, bei Jano und auch auf Elba zeigt. Allerdings ist sie nicht vollkommen; denn in den Pisaner Bergen liegen unter den *Avicula contorta*-Kalken, von der Basis der Verrucaschichten bis zum Autun einschließlich an die 800—1000 m Sedimente, während bei Jano diese mächtige Serie derart zusammengeschrumpft ist, daß die Rhätkalke nur ca. 200 m über dem tieferen Stephan liegen. Immerhin reicht diese Winkeldiskordanz, die sich auf höchstens 5° berechnet, nicht hin, um im Einzelaufschluß nachweisbar zu werden. Die Bewegungen sind offenbar nur ein letzter Nachklang der großen variscischen Faltung, die sich in Toskana also schon lange vor dem Stephan abgespielt haben muß. Eine genauere Altersbestimmung der Hauptfaltung ist in diesen Teilen Italiens nicht möglich, da älterkarbone Sedimente unbekannt sind⁵²).

con graduale passaggio, strati di arenari grigia, rossastra e violetta con scisti argiloso-micacei, quindi le arenarie quarzitiche ed i conglomerati quarzosi del verrucano“.

51) Vgl. FUGINI 1924/25, S. 13. Auch wir fanden am Montuolo westlich von Borgo mehrere Crinoiden.

52) Denn ob die kohligen Schichten mit Calamiten, Annularien u. Pecopteriden, die in der oberen Val Tanaron über mehr oder minder verschieferten Grau-